Institut für Stahlbau
Ingenieurholzbau

RWTH AACHEN UNIVERSITY

Prof. Dr.-Ing. Benno Hoffmeister
Mies-van-der-Rohe-Str. 1
D-52074 Aachen

Telefon: +49 241 80-25183
Fax: +49 241 80-22140

hoff@stb.rwth-aachen.de
www.stb.rwth-aachen.de

Versuchsbericht

Klammerverbindungen von Holztafelwänden mit Beplankung und Bekleidung – Experimentelle Untersuchung des Tragverhaltens

Lukas Rauber, M.Sc.
Prof. Dr.-Ing. Benno Hoffmeister

Im Forschungsprojekt
HELEPOLIS

Impressum

Titel: Klammerverbindungen von Holztafelwänden mit Beplankung und Bekleidung – Experimentelle Untersuchung des Tragverhaltens

English title: *Staple Connections of Light Timber-Framed Shear Walls with Sheathing and Cladding – Experimental Investigations of the Load-Carrying Behaviour*

Autoren
Lukas Rauber, M.Sc.
Prof. Dr.-Ing. Benno Hoffmeister

RWTH Aachen University
Institut für Stahlbau
Fachgebiet Ingenieurholzbau
Mies-van-der-Rohe-Str. 1
52074 Aachen
Germany

RWTH Aachen University
Templergraben 55
52062 Aachen
Germany

1. Auflage 2025

Der Bericht entstand im Rahmen des Forschungsprojekts HELEPOLIS, welches im Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“ über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) durch das BMEL mit dem Förderkennzeichen 2221HV075B gefördert wird.

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Verfügbar über das institutionelle Repositorium der RWTH Aachen University:
DOI: 10.18154/RWTH-2025-07839

Diese Arbeit ist lizensiert unter einer CC BY-NC-SA 3.0 DE Lizenz. Von der Lizenz ausgenommen sind Texte, Abbildungen oder anderes fremdes Material, soweit anders gekennzeichnet.

Kurzfassung

In diesem Bericht werden Versuche an Klammerdetails von Holztafelwänden (HTW) mit Bekleidung vorgestellt, die im Rahmen des Forschungsprojekts HELEPOLIS durchgeführt wurden. Ziel der Versuche war die Untersuchung der Tragfähigkeit, Steifigkeit, Duktilität und des zyklischen Tragverhaltens von Klammerverbindungen in den Scherfugen von HTW mit Bekleidung. Der Bericht beschreibt das verwendete Material, das Versuchsprogramm, die Datenauswertung sowie die Ergebnisse der Versuche. Im Anhang sind die einzelnen Versuchsprotokolle und Auswertungsergebnisse pro Detailversuch aufgeführt.

Schlagworte: Holztafelwände; Klammerverbindungen; Bekleidung; Steifigkeit; Tragfähigkeit; Versuche

Abstract

This report presents tests on stapled connections of light timber-framed shear walls with cladding, which were carried out as part of the HELEPOLIS research project. The aim of the tests was to investigate load-carrying capacity, stiffness, ductility and cyclic load-carrying behaviour. The report describes the material used, the test program, the data evaluation and the results of the tests. The individual protocols and results for each test are listed in the appendix.

Keywords: light timber-framed shear walls; stapled connections; cladding; stiffness; load-carrying capacity; experimental investigations

Vorwort

Im Rahmen des Forschungsprojekts *HELEPOLIS* wird der Einfluss von Bekleidungen auf das Tragverhalten von Holztafelwänden (HTW) untersucht. Aufbauend auf experimentellen Untersuchungen soll eine Berechnungsmethode für HTW mit Bekleidung entwickelt werden. Dieses Dokument umfasst die Dokumentation der experimentellen Untersuchungen der Detailversuche zum Tragverhalten von Klammerverbindungen in Holztafelwänden mit Bekleidung. Die Veröffentlichung dieser Dokumentation dient der Verfügbarmachung der umfänglichen Informationen zur Durchführung und Auswertung der durchgeführten Detailversuche.

Für die Unterstützung bei der Durchführung und Auswertung der Versuche wird vor allem Sara Igel gedankt, die die Versuche im Rahmen ihrer Masterarbeitet durchführte. Außerdem bedanken wir uns für die Unterstützung bei Ben Später, Julian Schmidt sowie dem gesamten Team der Versuchshalle. Vera Wilden wird für die nützliche Vorarbeit zur Auswertung von Detailversuchen im vorangegangenen Forschungsprojekt *ZIM-HOLZBEBEN* gedankt.

Die Durchführung des Projekts und der Versuche wäre ohne die *Projektpartner Walter + Reif Ingenieurgesellschaft mbH* und *die Adams Holzbau-Fertigbau GmbH* nicht möglich. Wir bedanken uns für die konstruktive Zusammenarbeit bei unseren Projektpartnern. Auch den assoziierten Partnern sei an dieser Stelle für den praxisnahen Input gedankt.

Wir bedanken uns auch für die Förderung des Projektes *HELEPOLIS* im Rahmen des Förderprogramms „Nachwachsende Rohstoffe“ über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe durch das BMEL (Förderkennzeichen 2221HV075B).

Aachen, im September 2025

Benno Hoffmeister und Lukas Rauber

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

2 Material 1

2.1 Rippe 1

2.2 Beplankung und Bekleidung 4

2.3 Verbindungsmittel 4

3 Versuchsprogramm 5

3.1 Probekörper 7

3.2 Prüfstand 8

3.3 Messkonzept 8

3.4 Monotones Lastprotokoll 9

3.5 Zyklisches Lastprotokoll 10

4 Datenauswertung 11

5 Ergebnisse 16

5.1 Monotone Belastung 16

5.2 Zyklische Belastung 18

5.3 Versagensmechanismen 20

6 Literatur 23

A Monotone Versuche 24

B Zyklische Versuche 148

1 Einleitung

Im Forschungsprojekt HELEPOLIS wird der Einfluss von Bekleidungen auf das Tragverhalten von Holztafelwänden (HTW) untersucht. Dazu werden Detailversuche, Wandversuche und Gebäudeteilversuche durchgeführt. Dieser Bericht umfasst die Beschreibung der durchgeführten Detailversuche an Klammerverbindungen. Die Versuche dienen der Untersuchung des Tragverhaltens von Klammerverbindungen zwischen Rippen, Beplankung und Bekleidung. Hierbei wurden Referenzversuche (REF) an ausschließlich beplankten Probekörpern sowie Versuche an Probekörpern mit zusätzlicher Bekleidung durchgeführt. Für die Probekörper mit Bekleidung wurden zwei Scherfugen untersucht: (ST) die Scherfuge zwischen Beplankung und Rippe sowie (CT) die Scherfuge zwischen Bekleidung und Beplankung.

Die experimentellen Untersuchungen wurden in der Versuchshalle des *Instituts für Stahlbau* der *RWTH Aachen* im Zeitraum vom 10.10.2023 bis zum 24.11.2023 durchgeführt.

2 Material

In diesem Abschnitt werden nachfolgend die verwendeten Materialien aufgeführt. Die Prüfkörper wurden von der Fa. Adams Holzbau-Fertigbau GmbH gefertigt und zur Prüfung an die RWTH Aachen geliefert. Die Proben wurden nicht unter Standardklima konditioniert, dafür wurde jedoch die Holzrohdichte und -feuchte von jedem Probekörper am Prüfungstag aufgenommen.

2.1 Rippe

Der Probekörper bestand bei allen Versuchen aus einer Rippe aus Konstruktionsvollholz (KVH) mit der Festigkeitsklasse C24. Tabelle 2-1 zeigt die gemessenen Rohdichten nach *DIN 52182* [1], die zugehörigen Holzfeuchten nach *DIN EN 13183-2* [2] sowie die Bezugsrohdichten bei 12 % Holzfeuchte. Die Bezugsrohdichte wurde nach Gleichung (2.1) wie in [3] bestimmt.

$$\rho_{u=12\%} = \rho_u \cdot \left(1 - 0{,}005 \cdot (u - 12)\right) \tag{2.1}$$

mit: $\rho_{u=12\%}$ Bezugsrohdichte

ρ_u Rohdichte

u Feuchtegehalt in %

Tabelle 2-1: Mittelwerte der gemessenen Holzfeuchte und Rohdichte des Rippenstücks

Serie	Prüfkörper	Holzfeuchte ω [%]	Rohdichte ρ_ω [kg/m³]	Bezugsrohdichte ρ_u [kg/m³]
REF	1_m_1	15,83	538	528
	1_m_2	16,93	522	509
	1_m_3	15,50	424	416
	1_m_4	17,07	467	455
	1_m_5	15,97	387	379
	1_c_1	12,80	503	501
	1_c_2	12,93	456	454
	1_c_3	13,00	563	560
	2_m_1	15,90	458	449
	2_m_2	16,63	566	553
	2_m_3	16,90	592	577
	2_m_4	14,97	495	488
	2_m_5	16,10	538	527
	2_c_1	11,83	554	555
	2_c_2	12,03	553	553
	2_c_3	11,47	468	469
	3_m_1	14,53	452	446
	3_m_2	14,63	521	515
	3_m_3	14,60	378	373
	3_m_4	15,10	500	492
	3_m_5	14,50	419	414
	3_c_1	10,93	460	463
	3_c_2	10,20	354	357
	3_c_3	11,57	447	448
	4_m_1	13,83	424	421
	4_m_2	17,03	493	481
	4_m_3	16,67	484	472
	4_m_4	16,23	458	449
	4_m_5	16,17	443	433
	4_c_1	11,00	409	411
	4_c_2	10,83	397	399
	4_c_3	11,17	414	416
ST (OSB +GFB)	5_m_1	16,57	576	563
	5_m_2	15,63	559	549
	5_m_3	17,13	608	593
	5_m_4	17,33	470	458
	5_m_5	17,07	564	549
	5_c_1	12,27	496	496
	5_c_2	12,07	511	511
	5_c_3	12,57	565	564
	6_m_1	15,33	388	382
	6_m_2	15,30	379	373
	6_m_3	15,27	379	373
	6_m_4	14,87	391	385
	6_m_5	15,10	391	385
	6_c_1	10,93	389	391
	6_c_2	11,17	407	409
	6_c_3	11,50	381	382

ST (GFB +GFB)	7_m_1	16,37	556	544
	7_m_2	16,17	362	355
	7_m_3	16,97	592	578
	7_m_4	15,77	539	529
	7_m_5	13,97	418	414
	7_c_1	12,07	555	555
	7_c_2	11,97	546	546
	7_c_3	11,90	591	592
	8_m_1	16,40	548	536
	8_m_2	13,97	407	403
	8_m_3	13,83	408	404
	8_m_4	12,90	366	364
	8_m_5	13,33	393	390
	8_c_1	10,43	408	411
	8_c_2	10,47	380	383
	8_c_3	10,43	361	364
CT (OSB +GFB)	9_m_1	12,67	397	396
	9_m_2	12,80	363	361
	9_m_3	13,90	441	436
	9_m_4	13,43	442	438
	9_m_5	12,33	441	440
	9_c_1	9,93	400	404
	9_c_2	9,97	360	364
	9_c_3	10,47	449	453
	10_m_1	13,50	485	481
	10_m_2	12,93	491	489
	10_m_3	13,83	434	430
	10_m_4	14,30	486	481
	10_m_5	14,60	485	478
	10_c_1	9,93	391	395
	10_c_2	11,07	395	397
	10_c_3	10,40	393	397
CT (GFB +GFB)	11_m_1	13,90	520	515
	11_m_2	13,37	563	559
	11_m_3	14,10	491	486
	11_m_4	13,50	543	539
	11_m_5	13,30	388	385
	11_c_1	11,00	504	507
	11_c_2	10,97	517	519
	11_c_3	11,20	496	498
	12_m_1	13,77	431	427
	12_m_2	14,27	400	395
	12_m_3	13,23	379	377
	12_m_4	14,23	381	377
	12_m_5	13,70	392	388
	12_c_1	9,97	423	428
	12_c_2	10,03	395	399
	12_c_3	9,97	456	460
	13_m_1	10,9	412	414
	13_m_2	7,70	476	485
	13_c_1	7,34	439	4,49

2.2 Beplankung und Bekleidung

In den Versuchen wurden OSB/3-Platten der Fa. *Egger Holzwerkstoffe Wismar GmbH & Co. KG* nach *DOP-734-03* [4] und GFB-Platten der Fa. *James Hardie Europe GmbH (Fermacell)* nach *ETA-03/0050* [5] verwendet. Die OSB/3-Platten waren einheitlich 15 mm dick, für die GFB-Platten kamen 12,5 mm und 18 mm Stärke zum Einsatz.

2.3 Verbindungsmittel

Als Verbindungsmittel zur Befestigung der Platten wurden beharzte Klammern der Fa. Haubold nach *ETA-16/0535* [6] verwendet. Diese Klammern mit verzinktem Stahldraht sind in Abbildung 2-1 dargestellt und die Eigenschaften in Tabelle 2-2 aufgeführt.

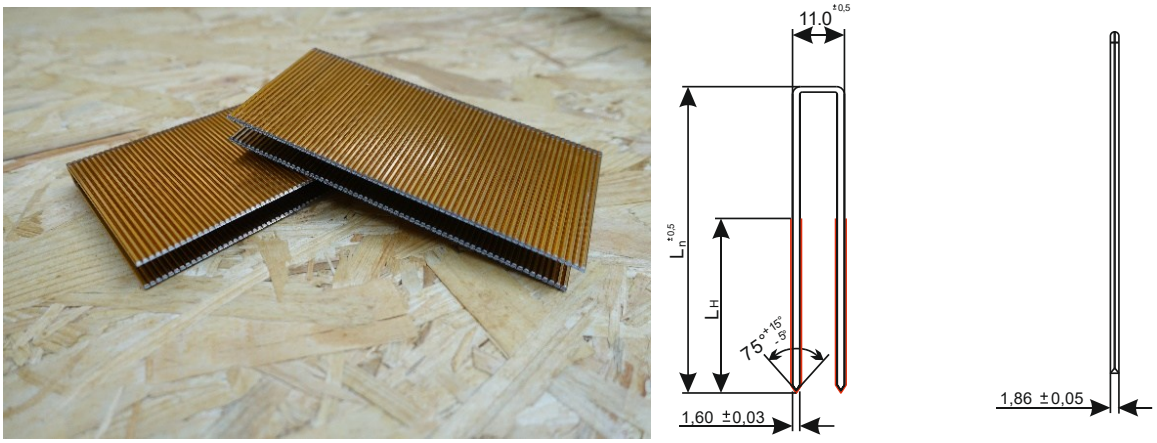


Abbildung 2-1: **Klammern des Typs HD 7965 (links) mit Abmessungen nach ETA-16/0535 [6] (rechts)**

Tabelle 2-2: Eigenschaften der verwendeten beharzten Klammern nach ETA-16/0535 [6]

Klammer 1,80 - 65 mm			**Klammer 1,53 - 64 mm**			**Spreizklammer 1,53 - 35 mm**		
Typ:	HD 7965		Typ:	KG 764		Typ:	KG 735 CDNK	
d =	1,80	mm	d =	1,53	mm	d =	1,53	mm
L_n =	65	mm	L_n =	64	mm	L_n =	35	mm
b_R =	11,0	mm	b_R =	11,25	mm	b_R =	11,25	mm
f_u =	900	N/mm²	f_u =	900	N/mm²	f_u =	900	N/mm²

3 Versuchsprogramm

Im Rahmen des Projekts wurden insgesamt 96 Detailversuche durchgeführt. Unterschieden wird zwischen Probekörpern mit und ohne Bekleidung. Dabei dienten die Versuche ohne Bekleidung als Referenz (REF). Hier wurde neben Material und Dicke der Beplankung auch der Klammerdurchmesser variiert. Bei den Probekörpern mit Bekleidung wurde zunächst weiter nach Position der maßgebenden Scherfuge differenziert. Betrachtet wurde sowohl die Scherfuge zwischen Rippe und Beplankung (ST) als auch die Scherfuge zwischen Beplankung und Bekleidung (CT). Alle Versuchstypen wurden auf monotone und zyklische Beanspruchung getestet. Dabei wurden fünf monotone und drei zyklische Prüfungen je Versuchstyp durchgeführt. Eine Übersicht zur Versuchsmatrix der Detail-Versuche ist in Abbildung 3-1 zu sehen.

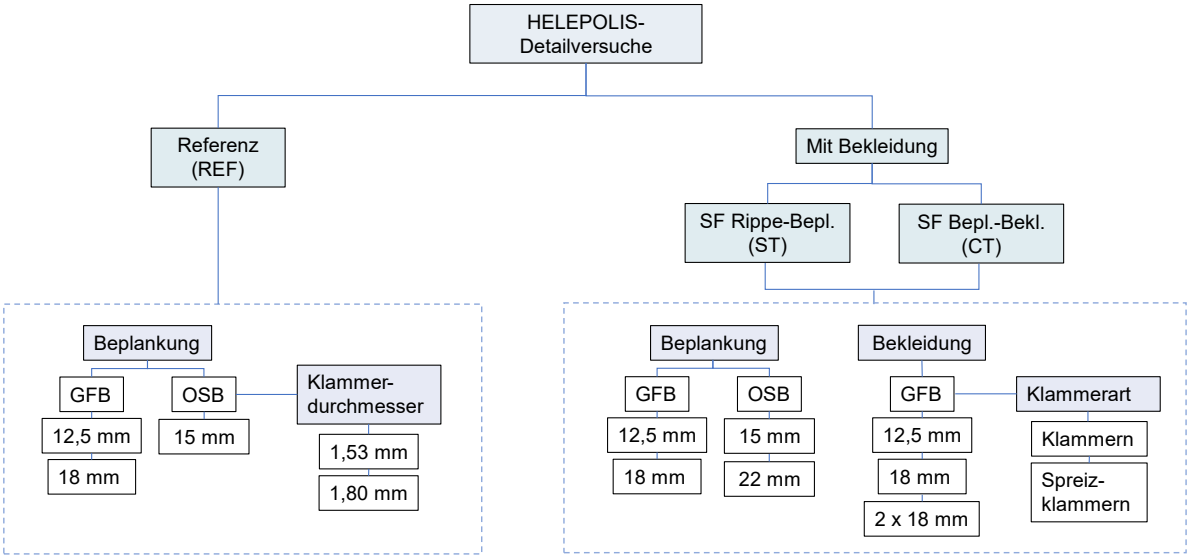


Abbildung 3-1: Übersicht über die durchgeführten Detailversuche an Klammerverbindungen

Die Probekörperaufbauten unterschieden sich hinsichtlich der nachfolgenden Kriterien:

- Ausführung der Beplankung (Material)
- Ausführung der Bekleidung (Plattendicke)
- Art der Verbindungsmittel (Klammerdicke, -art)

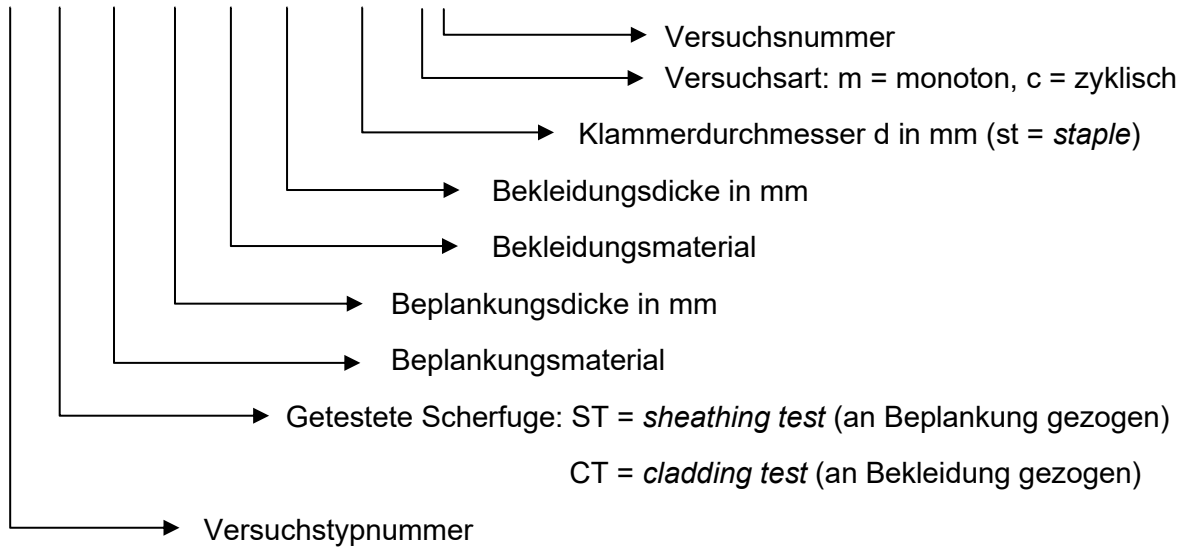
Tabelle 3-1 zeigt die Versuchsmatrix mit den zugehörigen Aufbauten der Probekörper sowie die Belastungsart (monoton oder zyklisch).

Tabelle 3-1: Übersicht der geprüften Detailprobekörper

Serie	Prüfkörper	Last	Getestete Scherfuge	Beplankung	Bekleidung	Klammern
REF	1_m	Mon.	Beplankung	1× OSB 15	-	⌀ 1,53 - 64
	1_c	Zykl.		1× OSB 15	-	⌀ 1,53 - 64
	2_m	Mon.	Beplankung	1× OSB 15	-	⌀ 1,80 - 65
	2_c	Zykl.		1× OSB 15	-	⌀ 1,80 - 65
	3_m	Mon.	Beplankung	1× GFB 12,5	-	⌀ 1,80 - 65
	3_c	Zykl.		1× GFB 12,5	-	⌀ 1,80 - 65
	4_m	Mon.	Beplankung	1× GFB 18	-	⌀ 1,80 - 65
	4_c	Zykl.		1× GFB 18	-	⌀ 1,80 - 65
ST (OSB +GFB)	5_m	Mon.	Beplankung	1× OSB 15	1× GFB 12,5	⌀ 1,80 - 65
	5_c	Zykl.		1× OSB 15	1× GFB 12,5	⌀ 1,80 - 65
	6_m	Mon.	Beplankung	1× OSB 15	1× GFB 18	⌀ 1,80 - 65
	6_c	Zykl.		1× OSB 15	1× GFB 18	⌀ 1,80 - 65
ST (GFB +GFB)	7_m	Mon.	Beplankung	1× GFB 12,5	1× GFB 12,5	⌀ 1,80 - 65
	7_c	Zykl.		1× GFB 12,5	1× GFB 12,5	⌀ 1,80 - 65
	8_m	Mon.	Beplankung	1× GFB 18	1× GFB 18	⌀ 1,80 - 65
	8_c	Zykl.		1× GFB 18	1× GFB 18	⌀ 1,80 - 65
CT (OSB +GFB)	9_m	Mon.	Bekleidung	1× OSB 15	1× GFB 12,5	⌀ 1,80 - 65
	9_c	Zykl.		1× OSB 15	1× GFB 12,5	⌀ 1,80 - 65
	10_m	Mon.	Bekleidung	1× OSB 15	1× GFB 18	⌀ 1,80 - 65
	10_c	Zykl.		1× OSB 15	1× GFB 18	⌀ 1,80 - 65
CT (GFB +GFB)	11_m	Mon.	Bekleidung	1× GFB 12,5	1× GFB 12,5	⌀ 1,80 - 65
	11_c	Zykl.		1× GFB 12,5	1× GFB 12,5	⌀ 1,80 - 65
	12_m	Mon.	Bekleidung	1× GFB 18	1× GFB 18	⌀ 1,80 - 65
	12_c	Zykl.		1× GFB 18	1× GFB 18	⌀ 1,80 - 65
	13_m	Mon.	Bekleidung	1× GFB 18	1× GFB 18	⌀ 1,53 - 35
	13_c	Zykl.		1× GFB 18	1× GFB 18	⌀ 1,53 - 35

Die Bezeichnung der einzelnen Versuche bzw. Probekörper folgte folgender Systematik:

12-CT-OSB15-GFB12,5-st1,53-m1



3.1 Probekörper

Die technische Zeichnung der Probekörper 1, 5 und 9 sind in Abbildung 3-2 dargestellt. Alle anderen Probekörper sind analog aufgebaut.

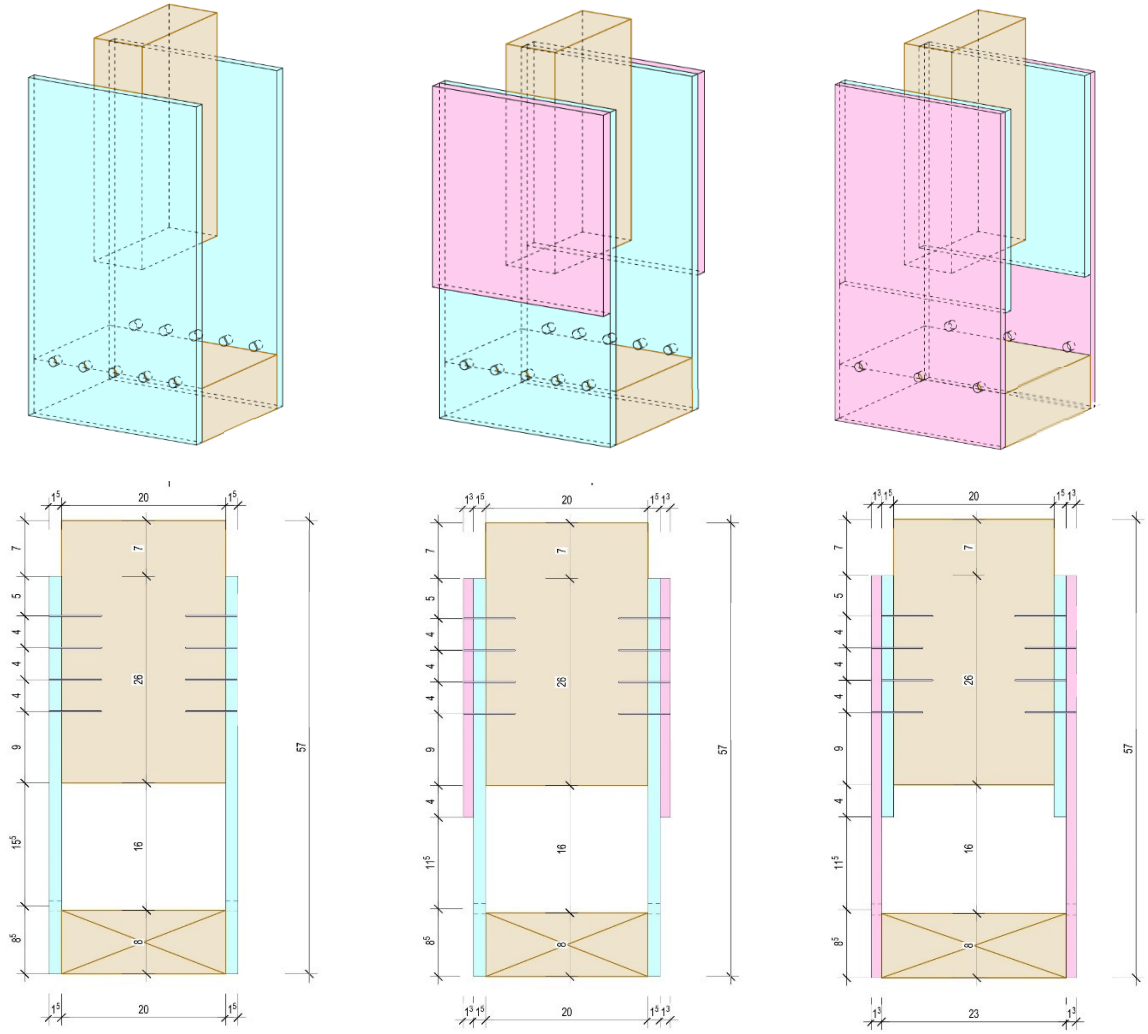


Abbildung 3-2: Fertigungspläne der Fa. Adams Holzbau-Fertigbau der Probekörpertypen: REF (links), ST (Mitte), CT (rechts)

Für den sicheren Transport befand sich im unteren Teil des Probekörpers ein stabilisierendes Kantholz, was für die Versuchsdurchführung herausgenommen wurde.

3.2 Prüfstand

Der Prüfstand ist in Abbildung 3-3 dargestellt. Die monotonen und zyklischen Versuche wurden mit der Druckzug-Prüfmaschine Z100 von Zwick/Roell gefahren. Der Einbau der Kleinkörper in die Universalprüfmaschine erfolgte, indem die Rippe zwischen der oberen und unteren Traverse mit einer Vorspannkraft von 10 kN eingespannt wurde und die Beplankung bzw. Bekleidung mittels Gewindestangen und L-Profilen aus Stahl am Sockel befestigt wurde. Für das spätere Anbringen der Messtechnik wurde eine Metallplatte mit Winkeln am oberen Rand der Rippe angeschraubt.

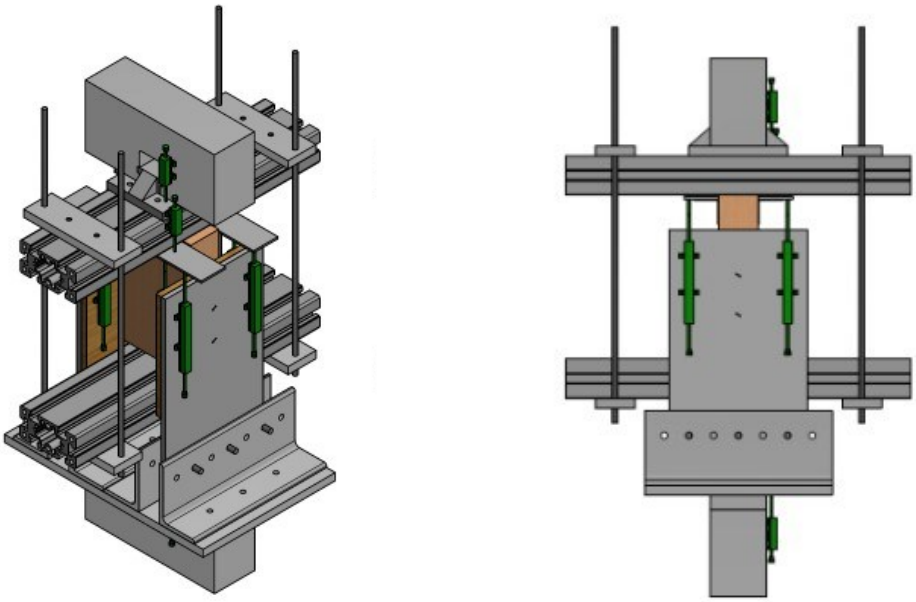


Abbildung 3-3: Prüfstand mit eingebautem Probekörper (9-CT-OSB15-GFB12,5)

3.3 Messkonzept

In den Versuchen wurde ein konventionelles Messkonzept verfolgt (Prüfkraftmessung und Wegmesseinheiten). Die Messtoleranzen der verwendeten Messinstrumente sind in Tabelle 3-2 aufgelistet. Ein Überblick über alle Messstellen ist in Abbildung 3-4 gegeben.

Tabelle 3-2: Messtoleranzen der verwendeten Messtechnik

Messinstrument	Funktion	Linearitätsabweichung
Wegtaster TR 25	Wegmessung	± 0,05 mm
Wegtaster TR 100	Wegmessung	± 0,075 mm
Kraftmessdose	Kraftmessung	± 1 %
Spider	Messwerterfassung	± 0,1 % von Messbereich des Sensors

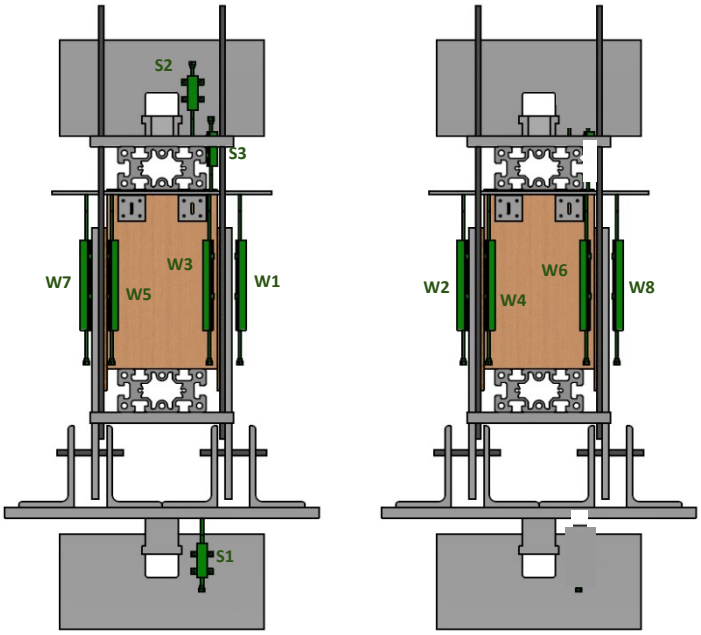


Abbildung 3-4: Messstellenplan mit Vorder- (links) und Rückansicht (rechts)

3.4 Monotones Lastprotokoll

Die monotonen Versuche wurden basierend auf dem Belastungsschema von DIN EN 26891 [7] gefahren (siehe Abbildung 3-5). Zunächst wird eine Vorbelastung bis zu 40 % der geschätzten Maximallast (F_{est}) aufgebracht und anschließend auf 10 % von F_{est} entlastet. Von hier aus wird bis zum Versagen belastet. Um genug Zeit für die Kraftumkehr einzuräumen, wird die Kraft zwischen den Be- und Entlastungsstufen für jeweils für 30 s gehalten. Die Belastung erfolgt über die gesamte Durchführung weggesteuert mit einer Geschwindigkeit von 0,2 mm/s.

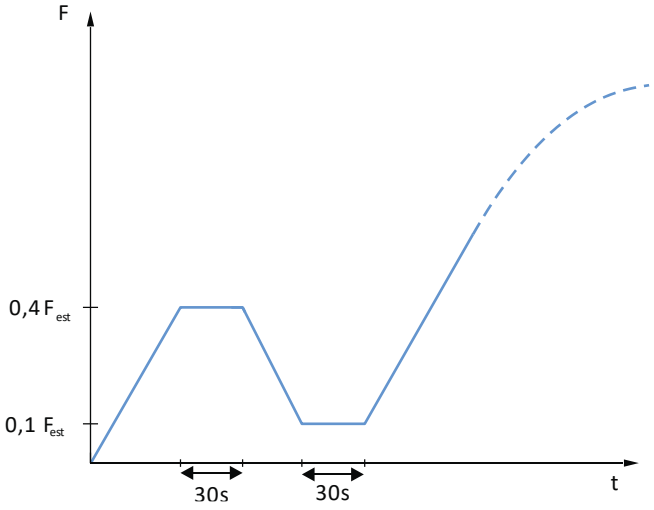
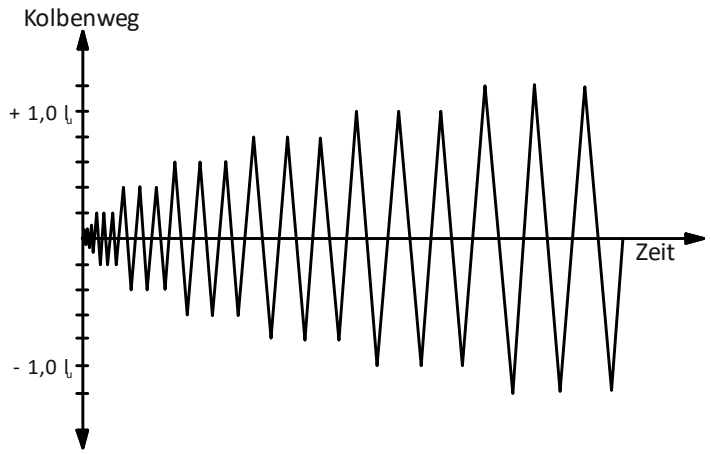


Abbildung 3-5: Angepasstes Lastprotokoll der monotonen Versuche nach DIN EN 26891 [7]

Für die geschätzten Höchstlasten werden die Ergebnisse der experimentellen Detailuntersuchungen aus den jeweils ersten Versuchsreihen von ZIM-Holzbeben und HELEPOLIS herangezogen. Dabei werden die Maximallasten entsprechend der maßgebenden Scherfuge und dem Probekörperaufbau ausgewählt.

3.5 Zyklisches Lastprotokoll

Bei zyklischen Versuchen unterscheiden sich die induzierten Lastschritte hinsichtlich Zyklenzahl und Amplitude. Entsprechend der rechten Tabelle in Abbildung 3-6, wurden die Zyklusamplituden unter Berücksichtigung der mittleren Grenzverschiebung V_u der zuvor durchgeführten monotonen Versuche festgelegt. Die Belastungsgeschwindigkeit betrug für alle zyklischen Versuche 0,2 mm/s. Dabei wurde das Lastprotokoll der ISO 16670 [8] angewendet.



Schritt	Zyklenzahl	Amplitude
1	1	0,0125 V_u
2	1	0,025 V_u
3	1	0,050 V_u
4	1	0,075 V_u
5	1	0,1 V_u
6	3	0,2 V_u
7	3	0,4 V_u
8	3	0,6 V_u
9	3	0,8 V_u
10	3	1,0 V_u
10+n	3	(1,0 + 0,2 n) V_u

Abbildung 3-6: Weg-Zeit-Diagramm (links) und tabellarischer Belastungsverlauf (rechts) nach ISO 16670 [8]

4 Datenauswertung

Nachfolgend sind die Parameter aufgeführt und definiert, die im Zuge der Auswertung des Tragverhaltens betrachtet wurden:

- Tragfähigkeit F_{max}
- Grenzverschiebung V_u
- Anfangssteifigkeit k_i
- Verschiebungsmodul k_s
- Fließgrenze V_y
- Duktilität D
- Viskoses Dämpfungsmaß ν_{eq}
- Festigkeitsminderung ΔF
- q-Faktor

Tragfähigkeit und Grenzverschiebung:

Die maximal erreichte Traglast F_{max} (unter Zugkraft durch die Prüfmaschine) entspricht dem globalen Hochpunkt des Last-Verformungsdiagramms. Bei den zyklischen Versuchen wird neben F_{max} auch die minimal erreichte Last F_{min} (bei Druckbelastung aus Prüfmaschine) bestimmt. Demnach ist F_{min} der globale Tiefpunkt der Kurve.

Die Grenzverschiebung V_u wird, wie in ISO 16670 [8] und DIN EN 12512 [9] definiert, als Verschiebung bei einem Kraftabfall auf 0,8 F_{max} angesetzt. Im Falle eines Versagens vor einem Kraftabfall auf 0,8 F_{max} ist V_u die maximal erreichte Verschiebung.

Zur besseren Handhabung der Hysterese-Schleifen werden drei Einhüllende für den 1., 2., und 3. Zyklus der Laststufen bestimmt. Die Form dieser Einhüllenden sehen dem Kurvenverlauf der monotonen Last-Verformungskurve ähnlich. Die Grenzverschiebung, Steifigkeit und Duktilität werden anhand der 1. Einhüllenden ermittelt.

Steifigkeit:

Die Steifigkeiten der monotonen Versuche werden auf zwei unterschiedliche Weisen bestimmt. EN 26891 [7] schreibt die Berechnung der Anfangssteifigkeit k_i und des Verschiebungsmoduls k_s wie folgt vor:

$$k_i = 0{,}4 \cdot \frac{F_{est}}{v_{04}} \tag{4.1}$$

mit: k_i Anfangssteifigkeit
F_{est} Geschätzte Höchstlast
v_{04} Verschiebung bei $0{,}4 \cdot F_{est}$

Für den Verschiebungsmodul muss zunächst die modifizierte Anfangsverschiebung $v_{i,mod}$ berechnet werden. Diese ist definiert als:

$$v_{i,mod} = \frac{4}{3} \cdot (v_{04} - v_{01}) \tag{4.2}$$

mit: $v_{i,mod}$ modifizierte Anfangsverschiebung
v_{01} Verschiebung bei $0{,}1 \cdot F_{est}$
v_{04} Verschiebung bei $0{,}4 \cdot F_{est}$

Damit ergibt sich der Verschiebungsmodul k_s zu:

$$k_s = 0{,}4 \cdot \frac{F_{est}}{v_{i,mod}} \tag{4.3}$$

mit: k_s Verschiebungsmodul
F_{est} Geschätzte Höchstlast (bzw. Mittelwert von F_{max} des Typs)
$v_{i,mod}$ modifizierte Anfangsverschiebung

Die starke Abhängigkeit zur geschätzten Höchstlast F_{est} bei der Ermittlung der Steifigkeiten nach dieser Norm wird hier als kritisch erachtet. Die tatsächliche Maximallast F_{max} wird bei dieser Vorgehensweise nicht berücksichtigt, was bei Abweichungen zur erwarteten Traglast zu Fehleinschätzung der Steifigkeiten führt.

Aufgrund dessen wird zusätzlich eine alternative Methode zur Bestimmung der Steifigkeit angewandt. Diese erfolgt analog zu den oben aufgeführten Formeln. Statt F_{est} wird jedoch der **Mittelwert von F_{max}** innerhalb eines Versuchstyps eingesetzt. Die nach dieser Methode bestimmten Steifigkeiten k_s werden in den nachfolgenden Ergebnistabellen aufgeführt. Im Anhang sind beide Methoden für den jeweiligen Versuch dargestellt.

Bei den zyklischen Versuchen wird die Steifigkeit anhand der empfohlenen Formel in ISO 16670 [8] berechnet. Diese ergibt sich zu:

$$K = \frac{0{,}3 \cdot F_{max}}{v_{40\%F_{max}} - v_{10\%F_{max}}} \tag{4.4}$$

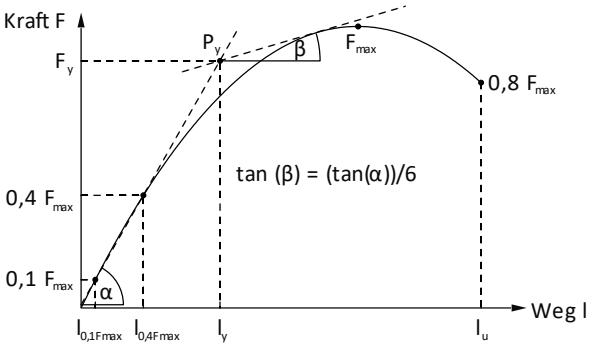
mit: K Steifigkeit
F_{max} Experimentell ermittelte Tragfähigkeit
$v_{40\%F_{max}}$ Verschiebung bei 40 % der experimentellen Tragfähigkeit
$v_{40\%F_{max}}$ Verschiebung bei 10 % der experimentellen Tragfähigkeit

Fließgrenze:

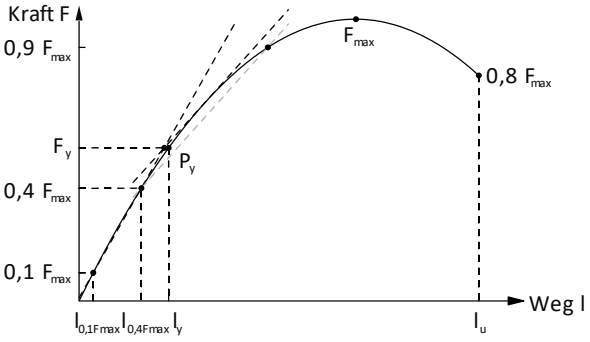
Da die Fließgrenze V_y international nicht eindeutig festgelegt ist und die Definitionen zu signifikanten Werteunterschieden der Fließgrenzen führt, wird die Fließgrenze auf der Grundlage von drei festgelegten Definitionen ermittelt:

- Definition nach DIN EN 12512 [9]
- Definition nach Yasumura et al. 1998 [10]
- Definition nach Kobayashi et al. 2011 [11]
- Definition nach Karacabeyli et al. [12]

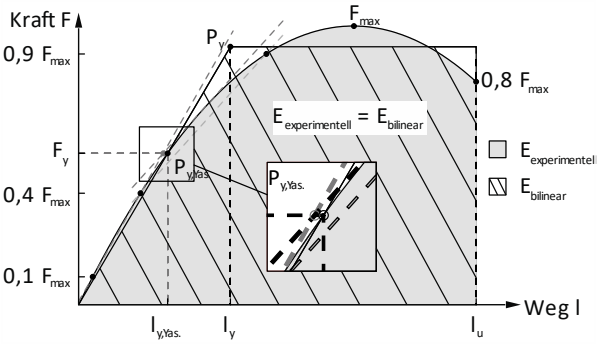
Diese Definitionen wurden auch im Projekt Optimberquake [13] herangezogen. Die Ergebnisse können somit verglichen werden. Die Auswertung nach Karacabeyli ist erst für die einzelnen Versuche im Anhang enthalten.



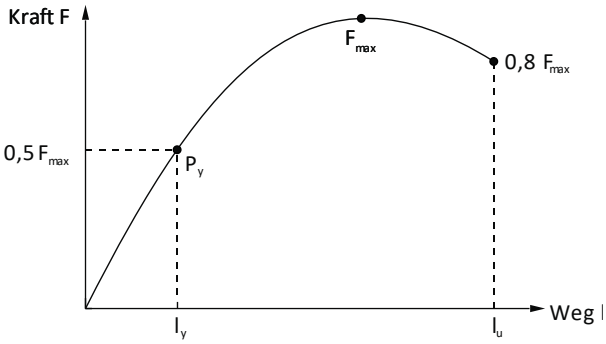
DIN EN 12512 [9]



Yasumura et al. 1998 [10]



Kobayashi et al. 2011 [11]



Karacabeyli et al. [12]

Abbildung 4-1: Verwendete Definitionen der Fließgrenze

Duktilität:

Die Duktilität *D* ergibt sich aus dem Verhältnis von Grenzverschiebung V_u zur Fließgrenze V_y.

$$D = \frac{V_u}{V_y} \tag{4.5}$$

mit: D Duktilität

V_u Grenzverschiebung

V_y Fließgrenze

Viskoses Dämpfungsmaß:

Das viskose Dämpfungsmaß ν_{eq} kann nach DIN EN 12512 [9] mithilfe der Gleichung (4.6) aus dem Verhältnis der dissipierten Energie zur potenziellen Energie berechnet werden (siehe Abbildung 4-2).

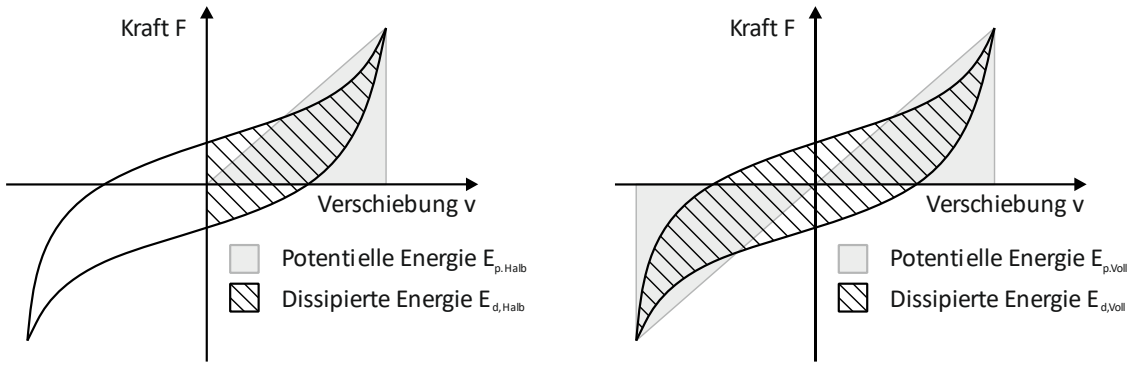


Abbildung 4-2: Definition des viskosen Dämpfungsmaßes nach DIN EN 12512 [9] (links) sowie nach Bachmann et al. 1997 [14] und Chopra 2000 [15] (rechts)

$$\nu_{eq} = \frac{E_{d,Halb}}{2\pi \cdot E_{p,Halb}} \tag{4.6}$$

mit: ν_{eq} Viskoses Dämpfungsmaß

$E_{d,Halb}$ Dissipierte Energie je Halbzyklus

$E_{p,Halb}$ Potenzielle Energie je Halbzyklus

Als Alternative zur Definition nach DIN EN 12512 [9] mit der Berechnung des viskosen Dämpfungsmaßes über die Energie der Halbzyklen wird in Bachmann et al. 1997 [14] und Chopra 2000 [15] die Betrachtung der Gesamtzyklen vorgeschlagen, siehe Gleichung (4.7). Beide Berechnungsarten wurden verwendet.

$$\nu_{eq} = \frac{E_{d,Voll}}{2\pi \cdot E_{p,Voll}} \tag{4.7}$$

mit: ν_{eq} Viskoses Dämpfungsmaß

$E_{d,Voll}$ Dissipierte Energie je Gesamtzyklus

$E_{p,Voll}$ Potenzielle Energie je Gesamtzyklus

Durch messtechnische Ungenauigkeiten musste die Last-Verformungskurve bei einigen zyklischen Versuchen um etwa 0,3 mm nach rechts verschoben werden, um die Auswertungsdefinition der betrachteten Flächen anwenden zu können.

Festigkeitsminderung:

Die Festigkeitsminderung *ΔF* entspricht der Differenz zwischen den betragsmäßig maximalen Lasten des ersten und dritten Zyklus eines 3er-Zyklen-Kollektivs. Die Festigkeitsminderung wird schematisch in Abbildung 4-3 gezeigt und mathematisch durch die Gleichung (4.8) beschrieben.

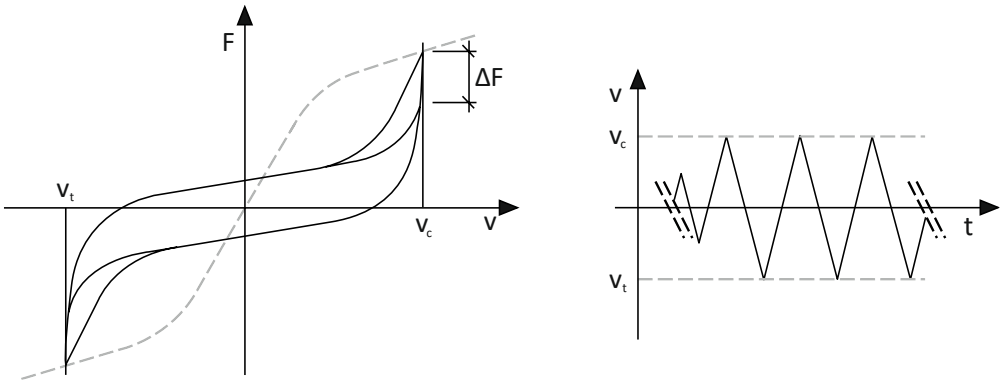


Abbildung 4-3: Definition der Festigkeitsminderung nach [16]

$$\Delta F = F_{max,Z1} - F_{max,Z3} \tag{4.8}$$

mit: ΔF Festigkeitsminderung

$F_{max,Z1}$ Betragsmäßige Maximallast in erstem Zyklus

$F_{max,Z3}$ Betragsmäßige Maximallast in drittem Zyklus

Zur besseren Vergleichbarkeit der Versuche wurde zusätzlich der prozentuale Anteil der Festigkeitsminderung berechnet:

$$\Delta F = \left(1 - \frac{F_{max,Z3}}{F_{max,Z1}}\right) \cdot 100 \tag{4.9}$$

mit: ΔF Prozentuale Festigkeitsminderung

$F_{max,Z1}$ Betragsmäßige Maximallast in erstem Zyklus

$F_{max,Z3}$ Betragsmäßige Maximallast in drittem Zyklus

***q*-Faktor:**

Der Verhaltensbeiwert bzw. *q*-Faktor kann mit Gleichung (4.10) aus der im Bauteilversuch bestimmten Duktilität berechnet werden [13]. Er wurde in den nachfolgenden Ergebnissen mit der Fließgrenze nach DIN EN 12512 [9] berechnet.

$$q = \sqrt{2D - 1} \tag{4.10}$$

mit: q *q*-Faktor

D Duktilität

5 Ergebnisse

5.1 Monotone Belastung

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der monotonen Versuche. Im Anhang befinden sich die Versuchsprotokolle und Einzelauswertungen je Probekörper.

Tabelle 5-1: Ergebnisse der monotonen Detailversuche

Prüfnr.	Tragf.	Grenzv.	Steifigk.	DIN EN 12512			Yasumura		Kobayashi	
	F_{max} je VM [kN]	V_u [mm]	k_s je VM [kN/mm]	$V_{y,DIN}$ [mm]	D_{DIN} [-]	q [-]	$V_{y,Yas}$ [mm]	D_{Yas} [-]	$V_{y,Kob}$ [mm]	D_{Kob} [-]
1_m_1	1,17	13,5	0,48	1,42	9,52	4,25	1,44	9,38	2,49	5,41
1_m_2	1,09	15,9	0,54	0,81	19,5	6,16	0,99	16,0	1,85	8,56
1_m_3	1,23	15,8	0,73	1,38	11,5	4,69	1,02	15,5	1,93	8,22
1_m_4	1,11	15,1	0,50	1,15	13,2	5,04	0,97	15,6	1,95	7,76
1_m_5	1,13	17,3	0,48	1,22	14,1	5,22	1,12	15,4	2,11	8,20
2_m_1	1,41	14,6	0,68	1,27	11,6	4,71	1,06	13,9	2,11	6,94
2_m_2	1,43	12,4	1,41	0,47	26,2	7,17	0,71	17,4	1,27	9,73
2_m_3	1,38	11,0	1,10	0,62	17,9	5,90	0,71	15,6	1,29	8,55
2_m_4	1,51	12,1	1,18	0,79	15,3	5,44	0,83	14,5	1,50	8,09
2_m_5	1,32	12,0	1,23	0,44	27,0	7,28	0,66	18,2	1,20	9,99
3_m_1[1]	1,07	2,16	1,61	0,46	4,71	2,90	0,33	6,52	0,53	4,05
3_m_2[1]	1,21	3,20	1,81	0,43	7,48	3,74	0,36	8,78	0,67	4,74
3_m_3	1,40	4,52	1,81	0,63	7,22	3,67	0,53	8,46	0,97	4,66
3_m_4[1]	1,00	2,06	2,47	0,26	7,84	3,83	0,24	8,54	0,40	5,11
3_m_5[1]	0,85	4,52	1,78	0,27	17,0	5,74	0,29	15,8	0,41	11,0
4_m_1[2]	2,16	3,85	1,48	1,08	3,57	2,48	0,93	4,14	1,45	2,65
4_m_2	1,98	12,5	1,13	1,29	9,67	4,28	0,80	15,6	1,49	8,38
4_m_3	2,01	8,90	0,94	1,58	5,64	3,21	0,96	9,26	2,00	4,45
4_m_4	2,24	7,02	1,54	1,50	4,69	2,89	0,84	8,33	1,37	5,13
4_m_5	2,09	15,6	1,74	0,93	16,8	5,71	0,62	25,0	1,05	14,9
5_m_1	1,31	28,5	2,05	0,31	91,5	13,49	0,61	47,1	0,92	31,0
5_m_2	1,27	24,7	1,39	0,44	55,8	10,52	0,78	31,7	1,17	21,2
5_m_3	1,43	29,3	2,75	0,28	106	14,53	0,51	57,6	0,79	37,1
5_m_4	1,18	28,1	2,25	0,23	124	15,72	0,51	55,5	0,73	38,5
5_m_5	1,37	30,7	1,64	0,45	68,7	11,68	0,82	37,3	1,32	23,2
6_m_1	0,91	16,0	0,93	0,22	73,2	12,06	0,38	41,5	0,59	27,2
6_m_2	0,97	18,9	0,94	0,21	89,7	13,36	0,39	47,9	0,62	30,4
6_m_3	0,88	17,6	0,32	0,84	0,84	0,82	0,84	0,84	0,84	0,84
6_m_4	0,90	19,0	0,62	0,20	93,3	13,62	0,39	49,1	0,64	29,4
6_m_5	1,02	19,7	0,66	0,46	42,8	9,20	0,53	37,2	0,93	21,1
7_m_1[2]	1,63	1,54	2,00	-	-	-	-	-	-	-
7_m_2	1,33	13,1	2,09	0,60	21,7	6,51	0,76	17,3	1,06	12,3
7_m_3	1,66	16,3	1,80	1,08	15,1	5,40	0,83	19,6	1,37	11,9
7_m_4	1,42	11,8	2,16	0,71	16,6	5,67	0,49	23,9	1,00	11,7
7_m_5	1,43	11,9	1,33	0,92	13,0	5,00	0,87	13,7	1,21	9,83

8_m_1	1,13	12,1	1,39	0,56	21,6	6,50	0,63	19,2	0,90	13,5
8_m_2	0,99	8,40	0,92	0,67	12,6	4,92	0,88	9,59	1,24	6,75
8_m_3	0,92	8,88	0,50	1,12	7,92	3,85	1,08	8,23	1,62	5,48
8_m_4	1,11	7,92	1,83	0,38	20,8	6,37	0,51	15,4	0,77	10,3
8_m_5	0,93	12,0	1,44	0,24	51,0	10,05	0,35	34,6	0,59	20,5
9_m_1	1,28	3,80	1,01	0,65	5,81	3,26	0,51	7,48	1,00	3,80
9_m_2	1,51	4,70	4,41	0,17	27,5	7,35	0,25	18,6	0,40	11,6
9_m_3	1,48	8,87	1,53	0,29	30,2	7,71	0,58	15,2	0,98	9,07
9_m_4	1,90	5,59	3,26	0,38	14,8	5,35	0,45	12,3	0,75	7,49
9_m_5	1,66	4,88	3,92	0,22	22,0	6,56	0,33	15,0	0,53	9,15
10_m_1	2,02	11,5	1,58	0,67	17,2	5,78	0,81	14,3	1,23	9,40
10_m_2	1,97	9,16	1,44	0,85	10,7	4,52	0,81	11,2	1,20	7,65
10_m_3	1,94	12,8	2,36	0,31	40,7	8,97	0,52	24,5	0,84	15,1
10_m_4	1,99	10,5	1,78	0,49	21,5	6,48	0,70	15,0	1,22	8,67
10_m_5	2,12	13,7	2,68	0,40	34,3	8,22	0,53	25,7	0,85	16,1
11_m_1	2,09	6,31	2,69	0,34	18,5	6,00	0,41	15,3	0,71	8,92
11_m_2	2,31	4,69	3,87	0,36	13,0	5,00	0,33	14,1	0,58	8,14
11_m_3	2,17	5,08	2,66	0,40	12,8	4,96	0,41	12,3	0,75	6,78
11_m_4	2,33	5,04	3,44	0,46	10,9	4,56	0,40	12,6	0,67	7,54
11_m_5	2,23	6,00	2,60	0,56	10,7	4,52	0,52	11,6	0,83	7,24
12_m_1	2,29	13,6	2,62	0,52	26,2	7,17	0,58	23,3	1,01	13,4
12_m_2	2,10	7,81	2,44	0,46	17,1	5,76	0,60	13,1	0,97	8,08
12_m_3	1,90	7,94	1,95	0,51	15,6	5,50	0,60	13,2	0,96	8,28
12_m_4	2,32	7,59	3,07	0,43	17,7	5,87	0,53	14,2	0,87	8,77
12_m_5	2,25	8,47	2,53	0,57	14,8	5,35	0,59	14,4	0,90	9,44
13_m_1	0,93	8,65	3,80	0,14	60,9	11,0	0,25	34,4	0,31	78,3
13_m_2	0,94	14,8	4,16	0,11	134	16,3	0,37	40,0	0,55	27,2

Hinweise zu Unregelmäßigkeiten (Ergebnisse nicht verwendbar):

[1] Probekörper fehlerhaft: Spalt zwischen Beplankung und Rippe

[2] Beplankungsversagen: Beplankung bricht bei F_{max}

5.2 Zyklische Belastung

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der zyklischen Versuche.

Tabelle 5-2: Ergebnisse der zyklischen Versuche in Halbzyklus 1 (Zug: +) und Halbzyklus 2 (Druck: -)

Prüfnr.	Tragf.	Grenzv	Steifig-	DIN EN 12512			Yasumura		Kobayashi	
	F_{max} je VM	V_u [mm]	K je VM [kN/mm]	$V_{y,DIN}$ [mm]	D_{DIN} [-]	q [-]	$V_{y,Yas}$ [mm]	D_{Yas} [-]	$V_{y,Kob}$ [mm]	D_{Kob} [-]
1_c_1 (+)	1,11	9,27	0,41	1,96	4,72	2,91	1,73	5,37	2,59	3,58
1_c_1 (-)	-0,99	-11,5	0,33	-1,92	6,00	3,32	-1,49	7,76	-2,67	4,32
1_c_2 (+)	1,01	11,5	0,37	1,87	6,16	3,36	1,73	6,67	2,83	4,08
1_c_2 (-)	-0,91	-13,4	0,31	-1,96	6,81	3,55	-1,55	8,62	-2,78	4,80
1_c_3 (+)	1,01	11,8	0,27	2,75	4,31	2,76	1,97	6,02	2,93	4,05
1_c_3 (-)	-1,00	-13,0	0,34	-1,76	7,38	3,71	-1,60	8,12	-2,94	4,42
2_c_1 (+)	1,35	9,29	0,89	0,95	9,78	4,31	1,01	9,23	1,69	5,50
2_c_1 (-)	-0,98	-12,4	0,67	-0,64	19,5	6,16	-0,81	15,4	-1,41	8,78
2_c_2 (+)	1,17	9,73	0,95	0,76	12,8	4,96	1,01	9,59	1,72	5,67
2_c_2 (-)	-0,92	-10,5	0,96	-0,46	22,9	6,69	-0,55	19,1	-0,89	11,8
2_c_3 (+)	1,38	9,51	0,42	2,49	3,82	2,58	1,69	5,64	3,12	3,05
2_c_3 (-)	-1,08	-11,7	0,40	-1,32	8,81	4,08	-1,41	8,28	-2,50	4,67
3_c_1 (+)	1,03	5,81	1,50	0,25	23,7	6,81	0,39	14,8	0,66	8,80
3_c_1 (-)	-0,81	-6,34	1,17	-0,43	14,8	5,35	-0,66	9,62	-1,02	6,25
3_c_2 (+)	0,79	3,51	1,24	0,27	13,1	5,02	0,31	11,2	0,52	6,77
3_c_2 (-)	-0,68	-7,46	1,52	-0,30	24,7	6,96	-0,38	19,8	-0,61	12,2
3_c_3 (+)	1,10	5,44	0,70	1,11	4,90	2,97	0,70	7,76	1,34	4,07
3_c_3 (-)	-0,72	-6,37	0,63	-0,77	8,27	3,94	-0,84	7,60	-1,39	4,59
4_c_1 (+)	1,77	7,27	0,92	1,58	4,60	2,86	1,19	6,11	1,86	3,91
4_c_1 (-)	-1,36	-9,45	0,61	-1,27	7,46	3,73	-0,84	11,3	-1,56	6,06
4_c_2 (+)	1,62	8,04	0,84	1,48	5,22	3,07	1,19	6,48	1,84	4,19
4_c_2 (-)	-1,18	-9,96	0,66	-0,9	11,0	4,58	-0,92	10,8	-1,78	5,58
4_c_3 (+)	1,61	7,69	1,03	1,13	6,83	3,56	1,00	7,70	1,65	4,66
4_c_3 (-)	-1,42	-9,93	0,70	-1,18	8,45	3,99	-0,72	13,7	-1,46	6,82
5_c_1 (+)	1,12	13,8	0,81	1,01	13,7	5,14	1,01	13,6	1,35	10,2
5_c_1 (-)	-1,05	-17,4	0,65	-0,71	24,6	6,94	-1,30	13,4	-2,18	7,98
5_c_2 (+)	1,21	14,3	0,78	1,17	12,2	4,84	1,17	12,2	1,46	9,74
5_c_2 (-)	-1,02	-15,7	0,51	-1,23	12,8	4,96	-1,82	8,66	-2,71	5,79
5_c_3 (+)	1,22	17,4	0,70	1,07	16,4	5,64	1,07	16,3	1,69	10,3
5_c_3 (-)	-1,15	-18,1	0,49	-0,99	18,3	5,97	-1,57	11,5	-2,82	6,43
6_c_1 (+)	0,88	10,9	0,67	0,97	11,2	4,63	0,48	22,5	1,08	10,1
6_c_1 (-)	-0,80	-14,3	0,52	-0,85	16,9	5,73	-1,29	11,1	-2,06	6,92
6_c_2 (+)	0,92	10,0	0,35	0,86	11,6	4,71	1,83	5,46	2,11	4,76
6_c_2 (-)	-0,88	-13,9	0,83	-0,73	19,0	6,08	-1,10	12,7	-1,76	7,91
6_c_3 (+)	0,95	11,0	1,14	0,43	25,6	7,09	0,43	25,6	0,77	14,3
6_c_3 (-)	-0,84	-12,9	0,56	-0,89	14,6	5,31	-1,25	10,3	-1,91	6,77

7_c_1 (+)	1,61	8,65	0,93	1,22	7,08	3,63	1,02	8,44	1,67	5,19
7_c_1 (-)	-1,20	-10,1	0,55	-1,34	7,50	3,74	-1,10	9,16	-2,04	4,93
7_c_2 (+)	1,54	8,04	1,96	0,62	13,1	5,02	0,77	10,4	1,24	6,49
7_c_2 (-)	-0,98	-9,21	0,68	-1,00	9,16	4,16	-1,09	8,46	-1,86	4,94
7_c_3 (+)[1]	1,33	2,70	0,6	-	-	-	-	-	-	-
7_c_3 (-)[1]	-1,74	-11,6	0,52	-	-	-	-	-	-	-
8_c_1 (+)	0,98	9,02	0,79	0,66	13,8	5,16	0,62	14,5	0,90	10,0
8_c_1 (-)	-0,76	-12,2	0,52	-1,23	9,91	4,34	-1,14	10,7	-1,65	7,40
8_c_2 (+)	0,92	8,38	1,17	0,46	18,2	5,95	0,46	18,2	0,70	12,0
8_c_2 (-)	-0,61	-9,23	0,65	-0,54	17,0	5,74	-0,56	16,6	-0,88	10,5
8_c_3 (+)[2]	0,85	6,63	1,10	0,67	9,91	4,34	0,65	10,3	0,89	7,47
8_c_3 (-)[2]	-0,72	-8,32	1,17	-0,42	20,0	6,24	-0,39	21,3	-0,70	11,9
9_c_1 (+)	1,24	3,85	2,83	0,25	15,7	5,51	0,33	11,6	0,54	7,07
9_c_1 (-)	-1,09	-4,83	1,51	-0,39	12,3	4,86	-0,48	10,0	-0,77	6,24
9_c_2 (+)	1,21	3,34	2,20	0,33	10,3	4,43	0,34	9,68	0,58	5,74
9_c_2 (-)	-0,76	-3,79	1,65	-0,26	14,5	5,29	-0,33	11,6	-0,54	7,02
9_c_3 (+)	1,43	3,67	2,57	0,35	10,4	4,45	0,33	11,2	0,58	6,32
9_c_3 (-)	-0,82	-5,80	1,35	-0,34	17,0	5,74	-0,4	14,5	-0,66	8,74
10_c_1	1,50	8,58	1,29	0,62	13,9	5,18	0,58	14,7	0,85	10,2
10_c_1 (-)	-1,22	-10,2	2,26	-0,4	25,3	7,04	-0,56	18,1	-0,90	11,4
10_c_2	1,44	8,13	1,23	0,79	10,3	4,43	0,71	11,5	0,99	8,22
10_c_2 (-)	-1,03	-11,6	1,51	-0,33	35,4	8,35	-0,61	18,8	-1,03	11,2
10_c_3	1,45	8,23	1,56	0,66	12,4	4,88	0,67	12,2	0,82	10,1
10_c_3 (-)	-1,01	-11,1	1,25	-0,47	23,4	6,77	-0,68	16,2	-1,01	11,0
11_c_1	1,89	5,76	2,08	0,41	14,0	5,20	0,39	14,9	0,66	8,69
11_c_1 (-)	-1,17	-6,72	2,30	-0,25	26,9	7,27	-0,43	15,7	-0,65	10,3
11_c_2	2,04	5,67	4,64	0,26	22,0	6,56	0,29	19,6	0,49	11,5
11_c_2 (-)	-0,92	-6,35	3,02	-0,15	41,6	9,07	-0,21	30,8	-0,34	18,5
11_c_3	1,83	5,71	1,92	0,62	9,16	4,16	0,52	11,0	0,88	6,52
11_c_3 (-)	-1,10	-6,36	2,54	-0,21	29,6	7,63	-0,47	13,5	-0,73	8,74
12_c_1	1,71	6,87	4,14	0,22	32,0	7,94	0,40	17,0	0,73	9,40
12_c_1 (-)	-1,03	-8,92	1,91	-0,24	37,4	8,59	-0,53	17,0	-0,86	10,4
12_c_2	1,86	6,91	3,86	0,27	25,6	7,09	0,43	16,1	0,77	9,00
12_c_2 (-)	-1,04	-9,26	1,55	-0,26	35,1	8,32	-0,66	14,0	-1,12	8,25
12_c_3	1,80	6,31	3,57	0,29	21,7	6,51	0,26	24,4	0,48	13,1
12_c_3 (-)	-1,13	-8,40	1,48	-0,39	21,4	6,47	-0,62	13,5	-0,99	8,45
13_c_1	0,90	8,41	0,39	1,91	4,41	2,80	1,34	6,26	2,09	4,02
13_c_1 (-)	-0,83	-8,96	0,49	-1,23	7,31	3,69	-0,90	9,93	-1,70	5,28

Hinweise zu Unregelmäßigkeiten (Ergebnisse nicht verwendbar):

[1] Beplankungsversagen: Beplankung bricht bei F_{max}

[2] Probekörper fehlerhaft

5.3 Versagensmechanismen

Im Rahmen der Versuche wurden drei Versagensmechanismen beobachtet:

1. Herausziehen des Klammerschafts
2. Durchziehen des Klammerrückens durch die Platte
3. Kurzzeitermüdung (bei zyklischen Versuchen)

In Abbildung 5-1 sind Beispiele der Versagensbilder gezeigt.



(a) (b) (c)

Abbildung 5-1: Beispielhafte Versagensmechanismen: (a) Herausziehen des Klammerschafts, (b) Durchziehen des Klammerrückens und (c) Kurzzeitermüdung der Klammer

Die aufgetretenen Versagensmechanismen pro Versuch sind in Tabelle 5-3 gegeben. Die genaue Position und Art der aufgetretenen Versagensmechanismen ist im Anhang für jeden Versuch dargestellt.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die auftretenden Versagensformen meist erst nach der Versuchsdurchführung festgestellt und detailliert betrachtet werden konnten. Aus diesem Grund müssen die abgelaufenen Versagensmechanismen nachträglich mithilfe der vorhandenen Fotos möglichst genau rekonstruiert werden. Infolge des begrenzten Bildmaterials und fehlender Kameraperspektiven können Ungenauigkeiten bei der Rekonstruktion des Versagens nicht vollständig ausgeschlossen werden. Dennoch gibt die Gesamtheit der Ergebnisse einen Überblick über die aufgetretenen Versagensmechanismen.

Tabelle 5-3: Dokumentierte Versagensmechanismen je Probekörper

Prüfkörper	Beplankung	Bekleidung	Maßgebendes Versagen
1_m_1	1× OSB 15	-	Durchziehen
1_m_2			Durchziehen
1_m_3			Durchziehen
1_m_4			Durchziehen
1_m_5			Durchziehen
1_c_1			Ermüdung, Durchziehen[1]
1_c_2			Durchziehen und Ermüdung
1_c_3			Ermüdung
2_m_1	1× OSB 15	-	Durchziehen
2_m_2			Durchziehen
2_m_3			Durchziehen
2_m_4			Durchziehen
2_m_5			Durchziehen
2_c_1			Durchziehen und Ermüdung
2_c_2			Ermüdung
2_c_3			Ermüdung
3_m_1[2]	1× GFB 12,5	-	Durchziehen
3_m_2[2]			Durchziehen
3_m_3			Durchziehen
3_m_4[2]			Durchziehen
3_m_5[2]			Durchziehen
3_c_1			Durchziehen, Ermüdung[1]
3_c_2			Durchziehen, Ermüdung[1]
3_c_3			Durchziehen, Ermüdung[1]
4_m_1[2]	1× GFB 18	-	Bruch der Beplankung
4_m_2			Herausziehen
4_m_3			Durchziehen
4_m_4			Herausziehen
4_m_5			Durchziehen, Herausziehen[1]
4_c_1			Ermüdung
4_c_2			Ermüdung
4_c_3			Ermüdung
5_m_1	1× OSB 15	1× GFB 12,5	Herausziehen
5_m_2			Herausziehen
5_m_3			Herausziehen
5_m_4			Herausziehen
5_m_5			Herausziehen
5_c_1			Ermüdung
5_c_2			Herausziehen, Ermüdung[1]
5_c_3			Herausziehen, Ermüdung[1]
6_m_1	1× OSB 15	1× GFB 18	Herausziehen
6_m_2			Herausziehen
6_m_3			Herausziehen
6_m_4			Herausziehen
6_m_5			Herausziehen
6_c_1			Ermüdung, Herausziehen[1]
6_c_2			Ermüdung, Herausziehen[1]
6_c_3			Ermüdung, Herausziehen[1]
7_m_1[2]	1× GFB 12,5	1× GFB 12,5	Bruch der Beplankung
7_m_2			Herausziehen
7_m_3			Herausziehen
7_m_4			Herausziehen
7_m_5			Herausziehen

7_c_1			Ermüdung
7_c_2			Ermüdung
7_c_3[2]			Bruch der Beplankung
8_m_1	1× GFB 18	1× GFB 18	Herausziehen
8_m_2			Herausziehen
8_m_3			Herausziehen
8_m_4			Herausziehen
8_m_5			Herausziehen
8_c_1			Ermüdung
8_c_2			Herausziehen
8_c_3[2]			Herausziehen
9_m_1	1× OSB 15	1× GFB 12,5	Durchziehen
9_m_2			Durchziehen
9_m_3			Durchziehen
9_m_4			Durchziehen
9_m_5			Durchziehen
9_c_1			Durchziehen
9_c_2			Durchziehen
9_c_3			Durchziehen
10_m_1	1× OSB 15	1× GFB 18	Herausziehen
10_m_2			Herausziehen
10_m_3			Herausziehen
10_m_4			Herausziehen
10_m_5			Herausziehen
10_c_1			Ermüdung
10_c_2			Ermüdung
10_c_3			Ermüdung
11_m_1	1× GFB 12,5	1× GFB 12,5	Durchziehen
11_m_2			Durchziehen
11_m_3			Durchziehen
11_m_4			Durchziehen
11_m_5			Durchziehen und Herausziehen
11_c_1			Ermüdung
11_c_2			Ermüdung
11_c_3			Durchziehen, Ermüdung[1]
12_m_1	1× GFB 18	1× GFB 18	Durchziehen und Herausziehen
12_m_2			Herausziehen
12_m_3			Herausziehen
12_m_4			Herausziehen
12_m_5			Durchziehen und Herausziehen
12_c_1			Durchziehen, Ermüdung[1]
12_c_2			Ermüdung
12_c_3			Ermüdung, Herausziehen[1]
13_m_1	1× GFB 18	1× GFB 18	Herausziehen
13_m_2			Herausziehen
13_c_1			Herausziehen

Hinweise:

[1] Zweiter Versagensmechanismus vereinzelt aufgetreten

[2] Ergebnisse nicht verwendbar

6 Literatur

[1] DIN 52 182: DIN 52182 - Prüfung von Holz. Norm, Ausgabe September 1976.

[2] DIN EN 13183-2: Feuchtegehalt eines Stückes Schnittholz Teil 2: Schätzung durch elektrisches Widerstands-Messverfahren. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Ausgabe Juli 2002.

[3] *Schick, M.:* Probabilistische Untersuchungen zu Überfestigkeiten von genagelten Wandelementen in Holztafelbauweise, Schriftenreihe Bauwerkserhaltung und Holzbau-v.9, Kassel University Press GmbH, Kassel, 2017.

[4] DOP-734-03: Leistungserklärung. Egger Holzwerkstoffe Wismar GmbH & Co. KG, Ausgabe Mai 2023.

[5] ETA-03/0050: fermacell® Gipsfaser-Platten. Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Ausgabe Mai 2022.

[6] ETA-16/0535: Haubold-Klammern d = 1,53 - 1,80 - 2,00 mm als Verbindungsmittel im Holzbau für lange oder ständige Belastung auf Herausziehen. Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Ausgabe Dezember 2020.

[7] EN 26891: Holzbauwerke - Verbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln; Allgemeine Grundsätze für die Ermittlung der Tragfähigkeit und des Verformungsverhaltens. Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung, Ausgabe Juli 1991.

[8] ISO 16670: Timber structures - Joints made with mechanical fasteners - Quasi-static reversed-cyclic test method. Genf: International Organization for Standardization, Ausgabe Dezember 2003.

[9] DIN EN 12512: Holzbauwerke - Prüfverfahren - Zyklische Prüfungen von Anschlüssen mit mechanischen Verbindungsmitteln: Deutsche Fassung EN 12512:2001 + A1:2005. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.,

[10] *Yasumura, M.; Kawai, N.:* Estimating seismic performance of wood-framed structures – Processings of 1998 I.W.E.C. Vol.2, Universität Kassel, 2013.

[11] *Kobayashi, K.; Yasumura, M.:* Evalutation of plywood sheated shear walls with screwed joints tested according to ISO 21581 – Processings of CIB-W18 meeting (2011).

[12] *Yamaguchi, N.; Karacabeyli, E.; Minowa, C. et al.:* Seismic Performance of Shear Walls on Static and Dynamic Conditions (2018).

[13] *Seim, W.; Vogt, T.:* OptimberQuake - Deliverable 2B – Timber framed wall elements – monotonic and cyclic testing. Universität Kassel, Kassel Ausgabe Dezember 2013.

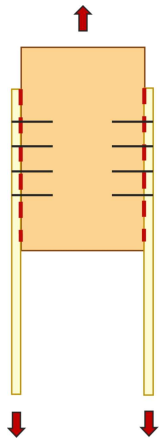
[14] *Bachmann, H.; Mahrenholtz, O.:* Vibrations Problems in Structures. Institut für Baustatik und Baukonstruktion ETH Hönggerberg. Birkhäuser Verlag, Basel, 1997.

[15] *Chopra, A.K.:* Dynamics of Structures. Prentice Hall, Jersey, 2000.

[16] *Blaß, H.J.; Schädle, P.:* Aussteifende Wandscheiben in Einzelelement-Bauweise. Lehrstuhl für Ingenieurholzbau und Baukonstruktionen der Universität Karlsruhe, Karlsruher Berichte zum Ingenieurholzbau Heft 13, Universitätsverlag Karlsruhe, Karlsruhe, 2009.

A Monotone Versuche

Versuch: 1-ST-OSB15-st1,53-65-m-1



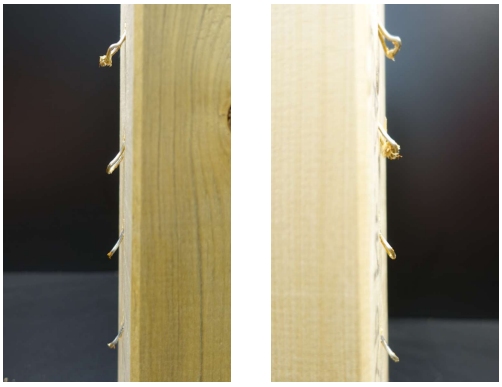
Datum:	12.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,53 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	45,0 %RH
Temperatur:	24,5 °C

Maximale Kraft:	9,35 kN	Weg:	11,07 mm
Max. Kraft pro VM:	1,17 kN	V_u :	13,49 mm
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Beplankung		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

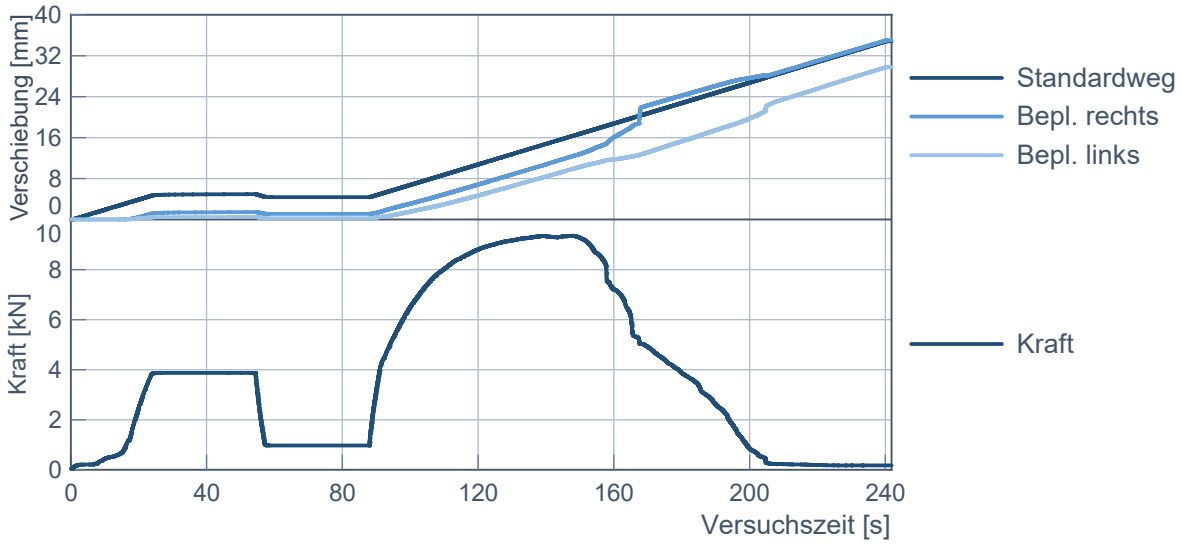


a) in Globalansicht nach Prüfende

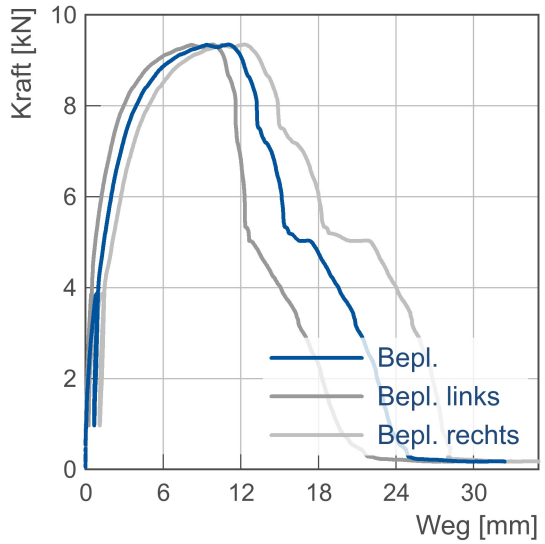


b) in Detailansicht

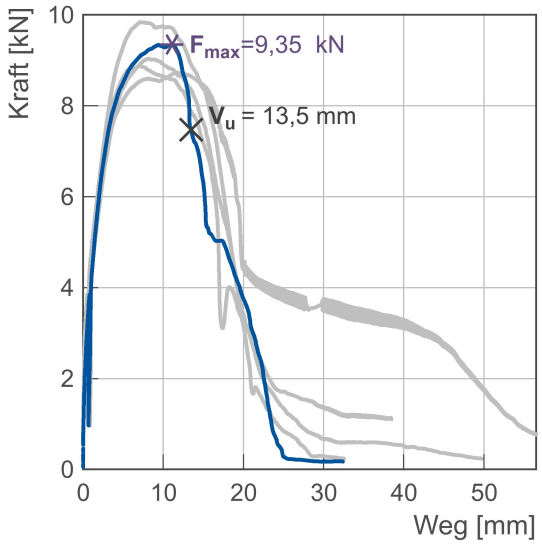
Zeitverläufe



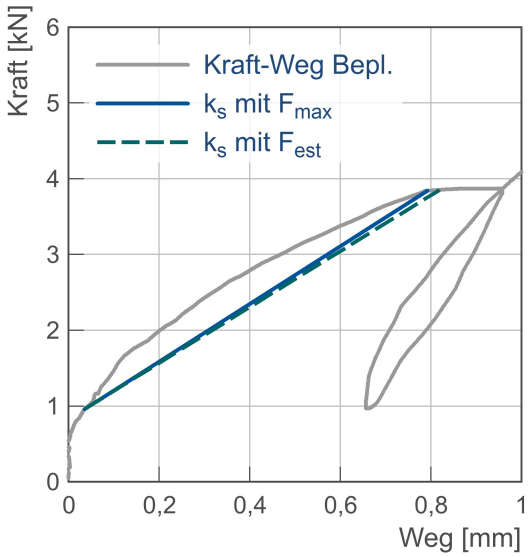
Last-Verformung

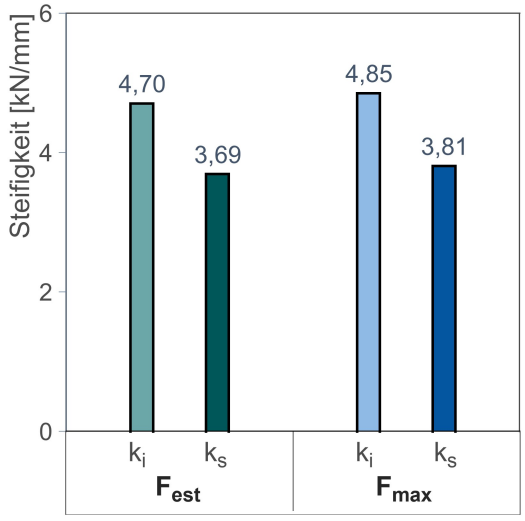


Vergleich innerhalb eines Typs

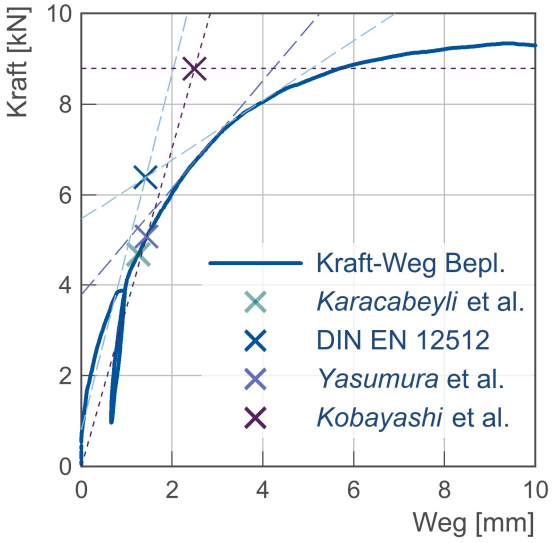


Steifigkeiten

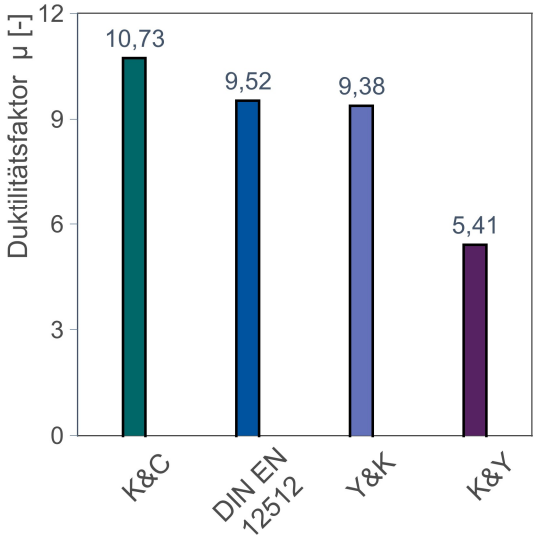




Fließverformungen

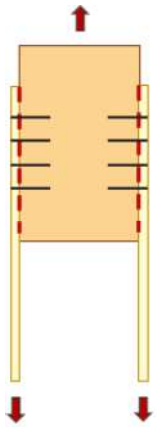


Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 1-ST-OSB15-st1,53-65-m-2

Datum:	12.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,53 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	45,0 %RH
Temperatur:	24,5 °C



Maximale Kraft:	8,71 kN	Weg:	11,33 mm
Max. Kraft pro VM:	1,09 kN	V_u :	15,86 mm

Versagen: Durchziehen des Klammerrückens durch Beplankung

Bemerkung: Auf linker Seite oberste Klammer aus Rippe rausgezogen (linker Schaft) bzw. abgebrochen (rechter Schaft)

Versagensmodus

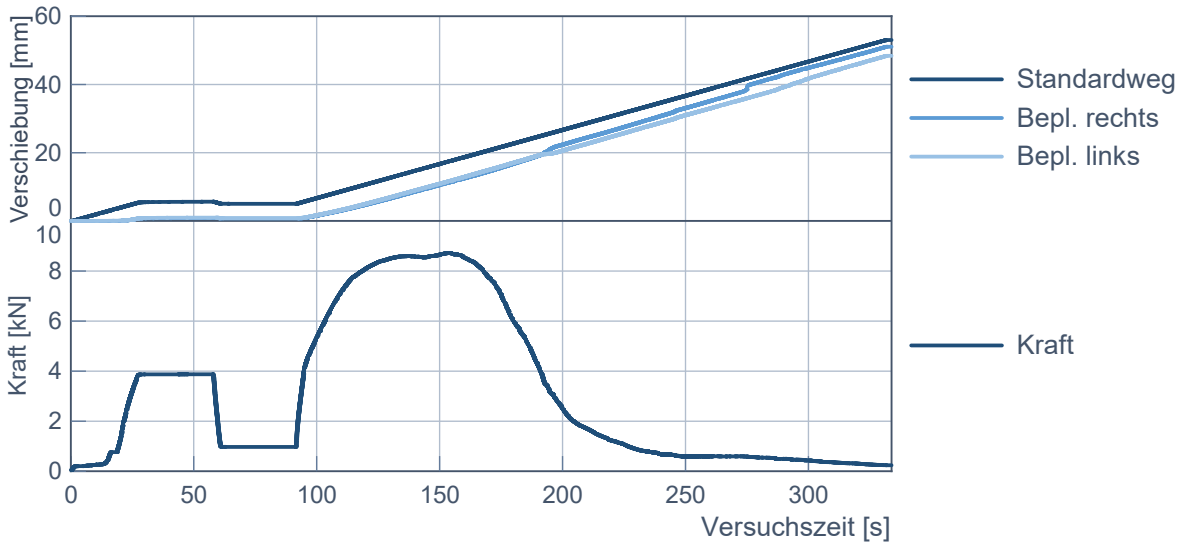


a) in Globalansicht nach Prüfende

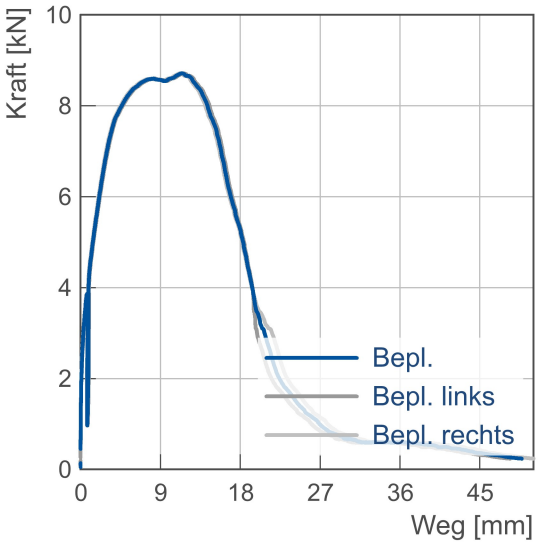


b) in Detailansicht

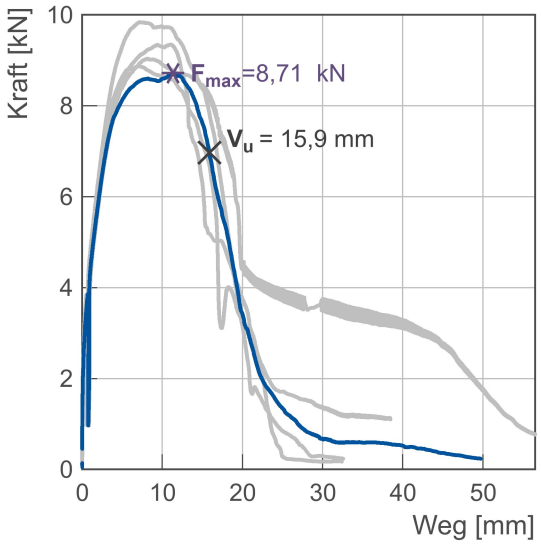
Zeitverläufe



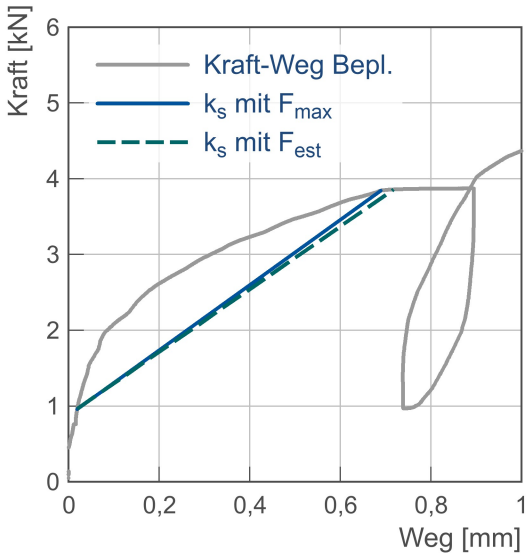
Last-Verformung

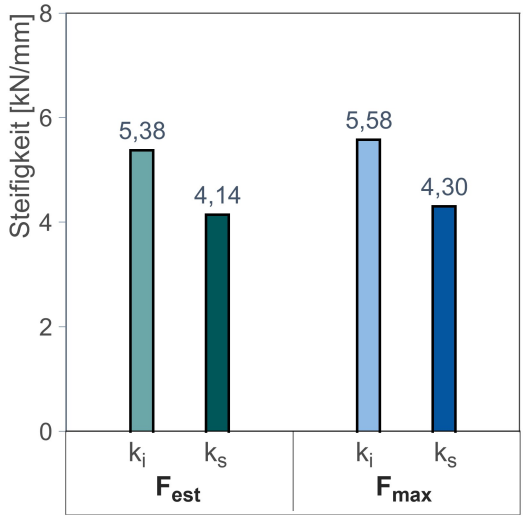


Vergleich innerhalb eines Typs

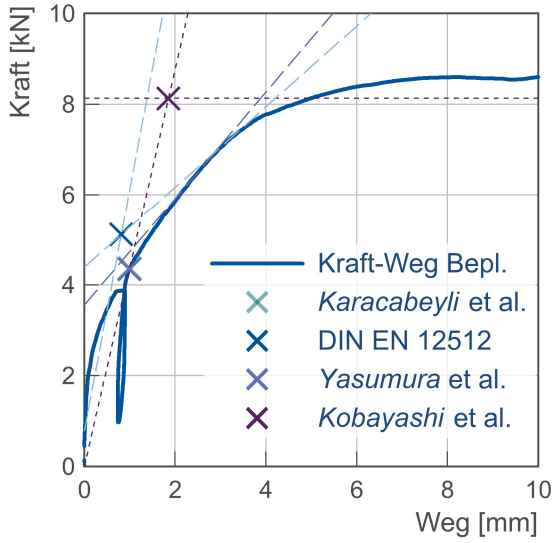


Steifigkeiten

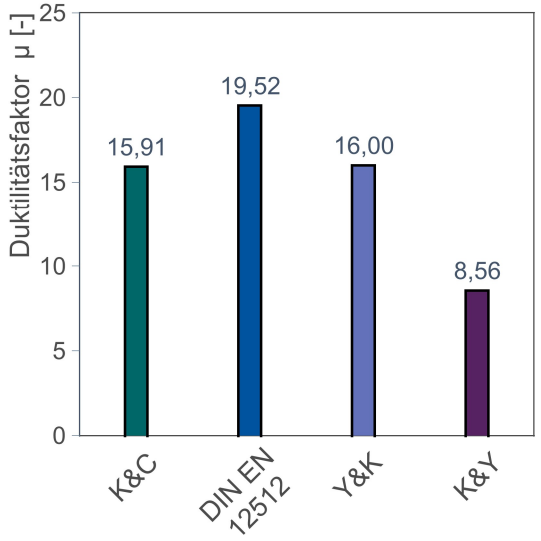




Fließverformungen

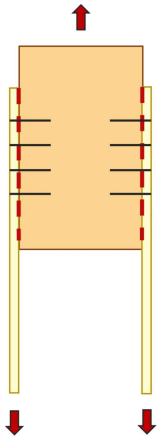


Duktilität nach DIN EN 12512



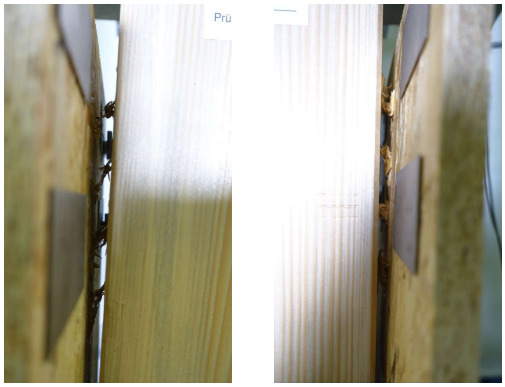
Versuch: 1-ST-OSB15-st1,53-65-m-3

Datum:	12.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,53 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	45,0 %RH
Temperatur:	24,5 °C



Maximale Kraft:	9,84 kN	Weg:	7,19 mm
Max. Kraft pro VM:	1,23 kN	V_u :	15,83 mm
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Beplankung		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

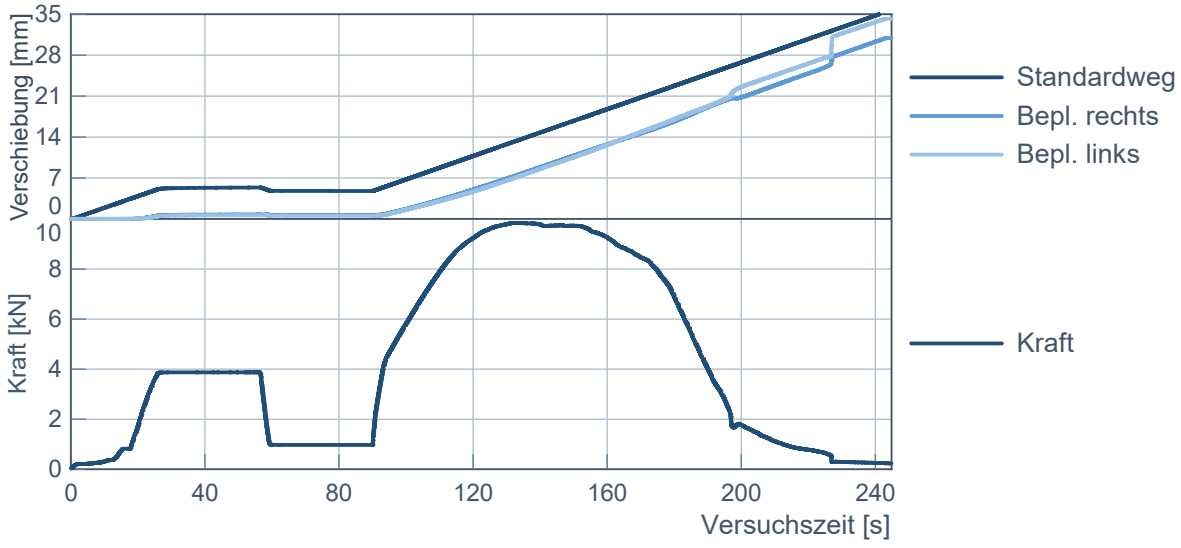


a) in Globalansicht nach Prüfende

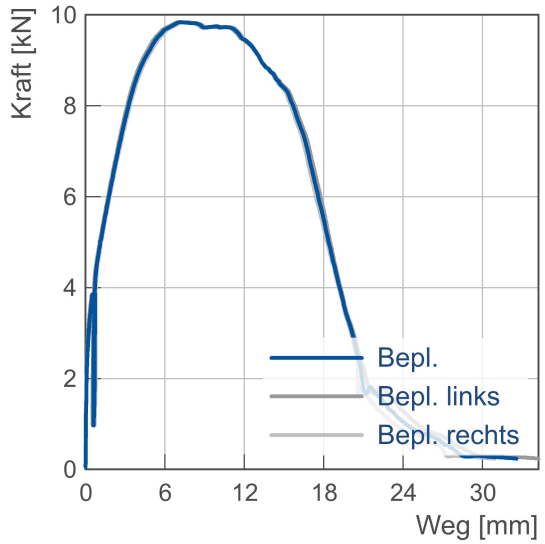


b) in Detailansicht

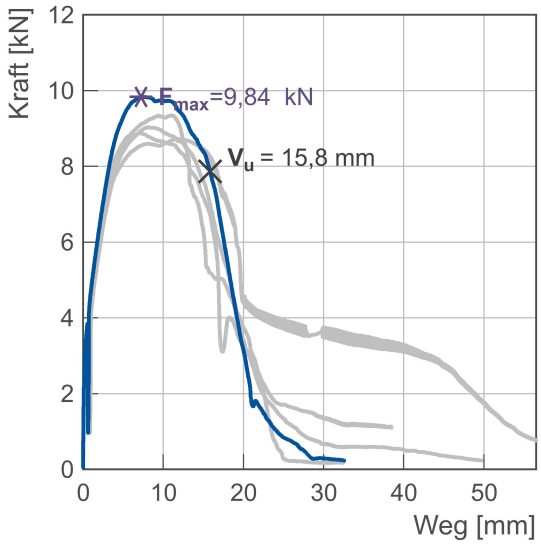
Zeitverläufe



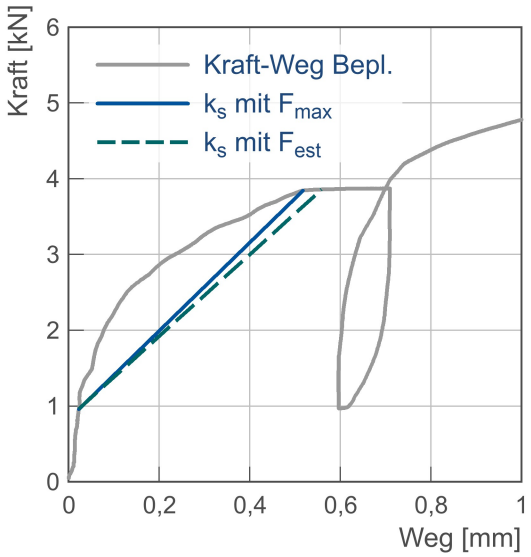
Last-Verformung

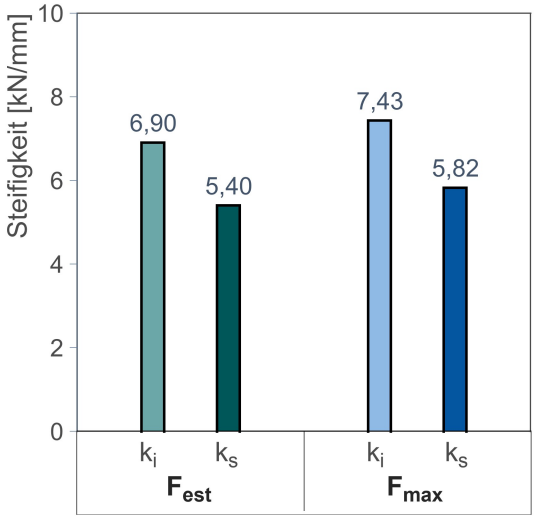


Vergleich innerhalb eines Typs

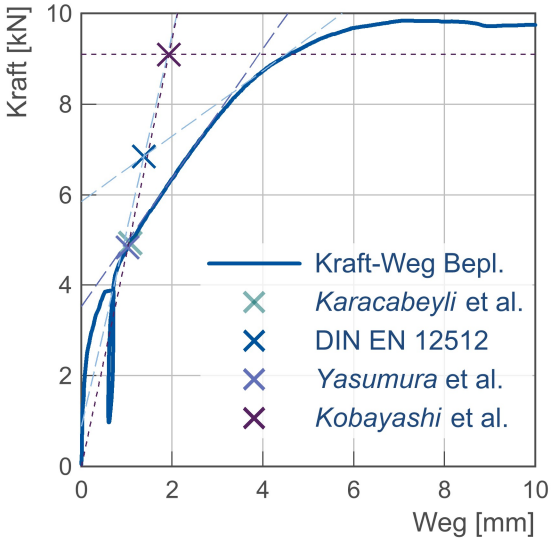


Steifigkeiten

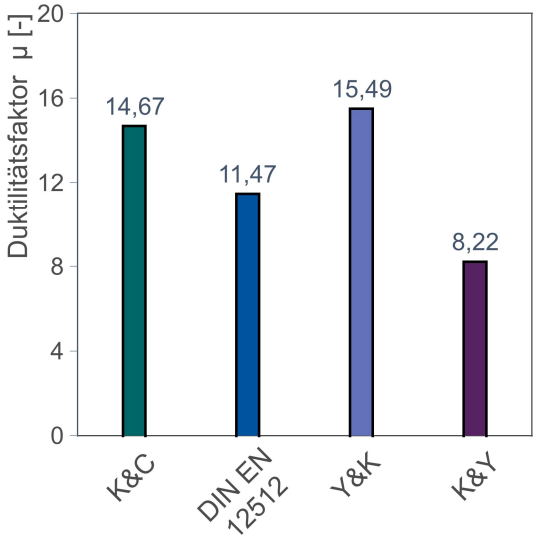




Fließverformungen

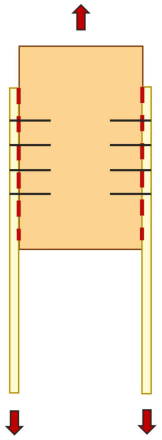


Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 1-ST-OSB15-st1,53-65-m-4

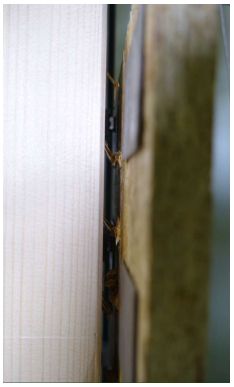
Datum:	12.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,53 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	45,0 %RH
Temperatur:	24,5 °C



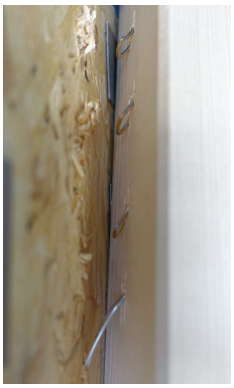
Maximale Kraft:	8,87 kN	Weg:	6,92 mm
Max. Kraft pro VM:	1,11 kN	V_u :	15,15 mm
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Beplankung		
Bemerkung:	Linke unterste Klammer fast vollständig rausgezogen		

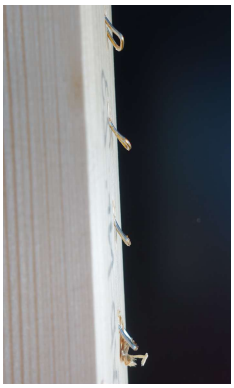
Versagensmodus





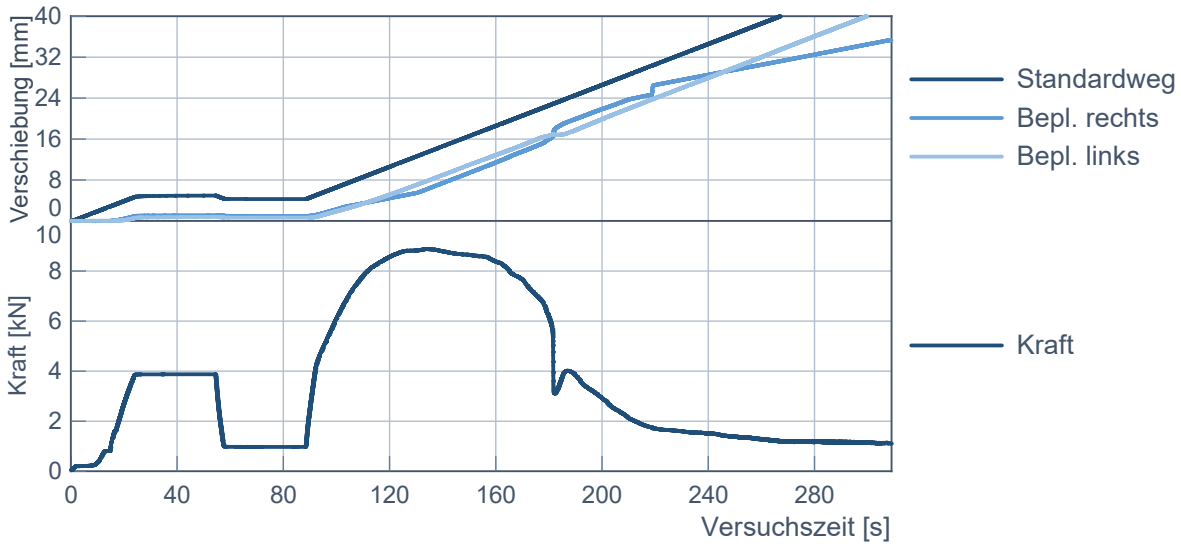
a) in Globalansicht nach Prüfende



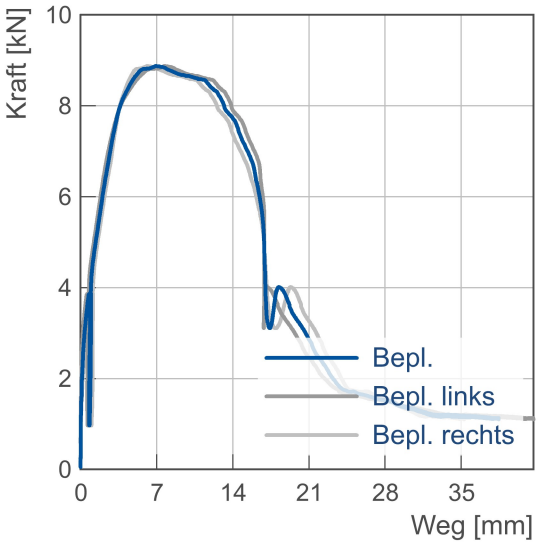


b) in Detailansicht

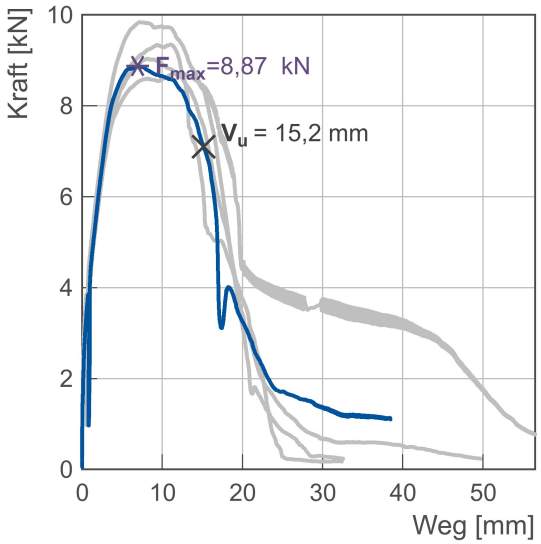
Zeitverläufe



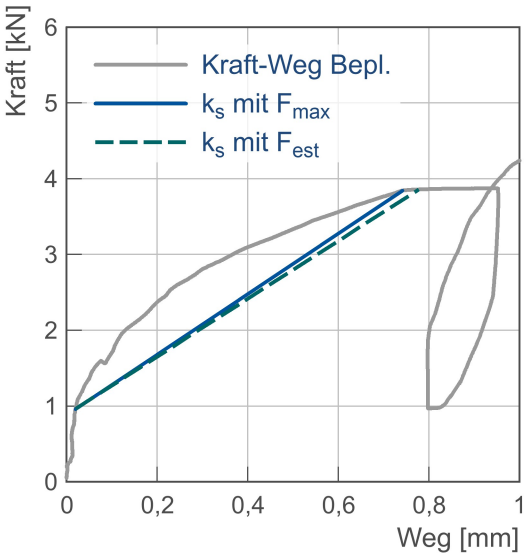
Last-Verformung

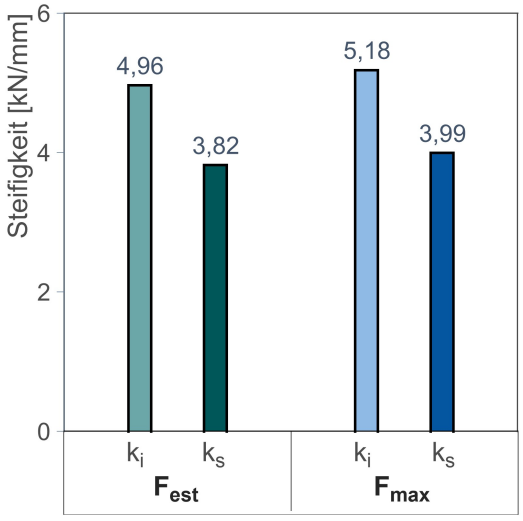


Vergleich innerhalb eines Typs

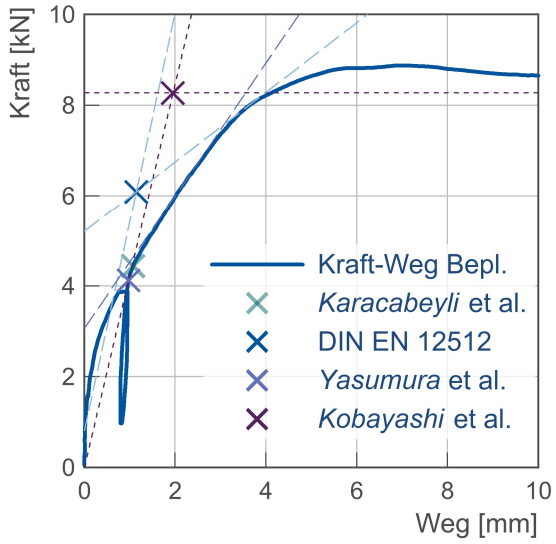


Steifigkeiten

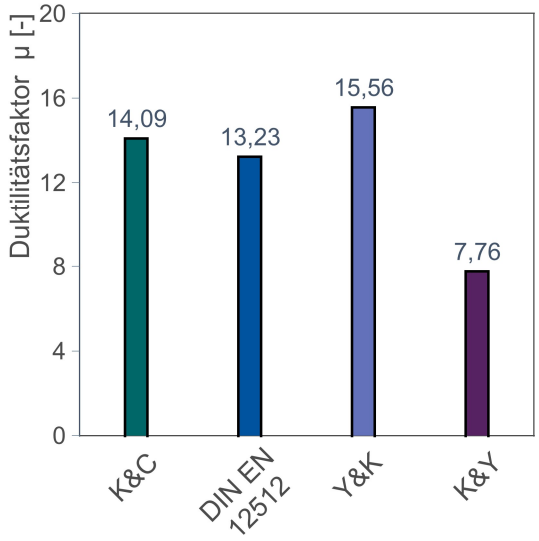




Fließverformungen

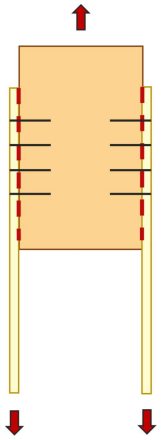


Duktilität nach DIN EN 12512



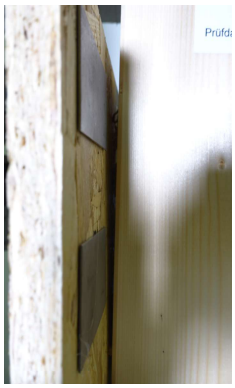
Versuch: 1-ST-OSB15-st1,53-65-m-5

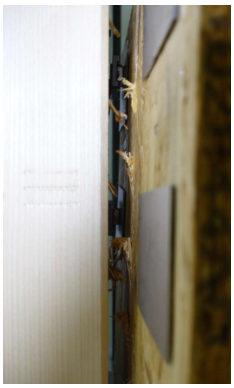
Datum:	12.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,53 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	45,0 %RH
Temperatur:	24,5 °C



Maximale Kraft:	9,03 kN	Weg:	8,13 mm
Max. Kraft pro VM:	1,13 kN	V_u :	17,30 mm
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Beplankung		
Bemerkung:	Auf linker Seite Klammern aus Rippe herausgezogen		

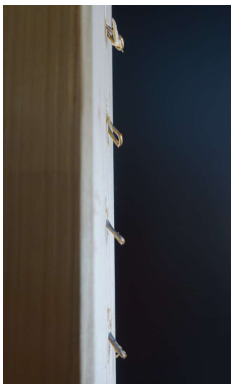
Versagensmodus





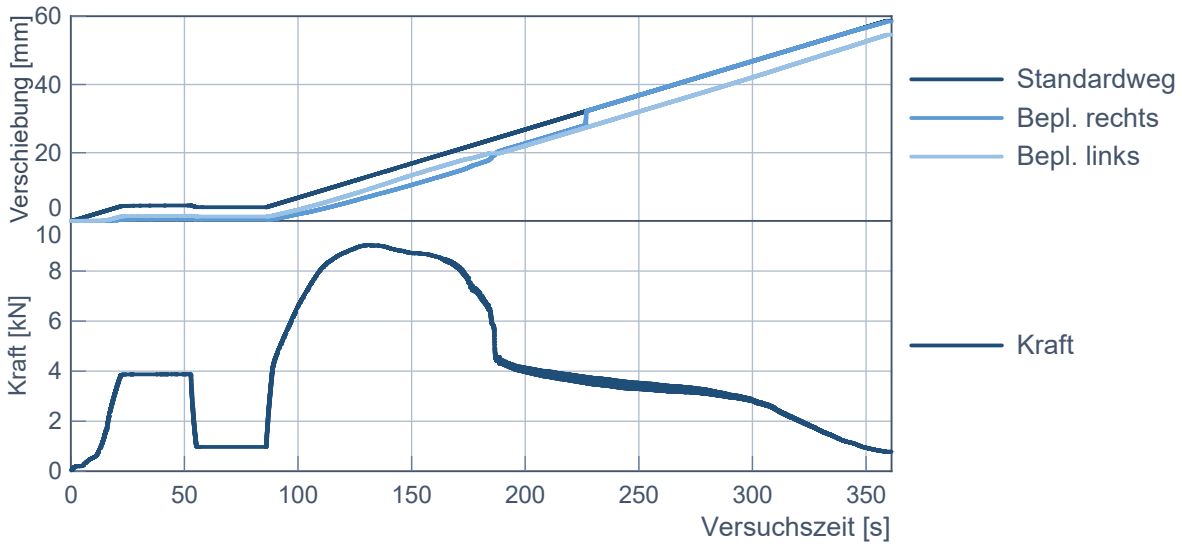
a) in Globalansicht nach Prüfende



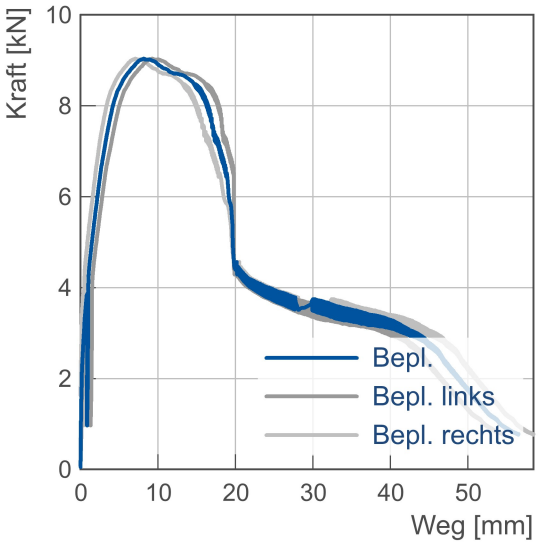


b) in Detailansicht

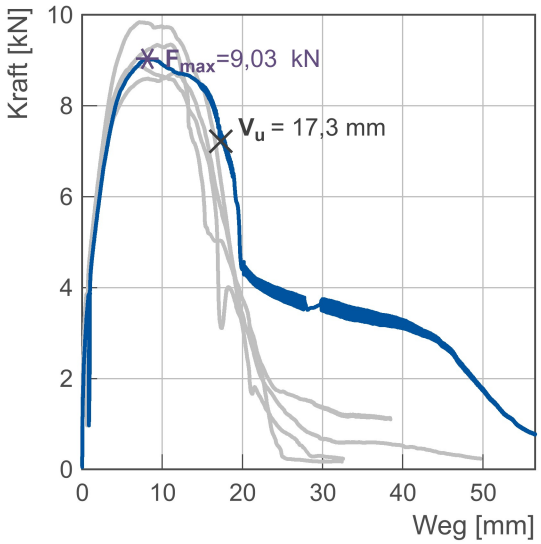
Zeitverläufe



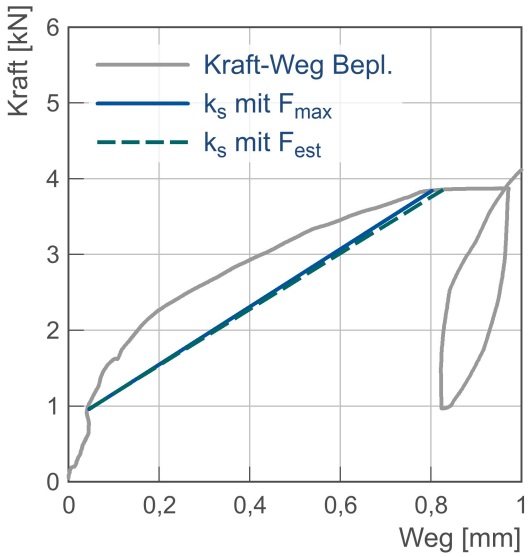
Last-Verformung

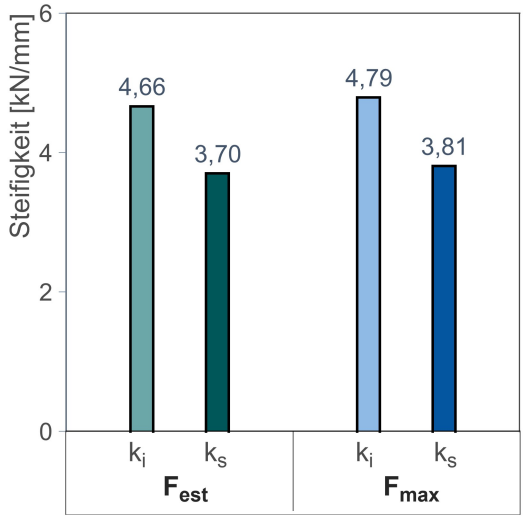


Vergleich innerhalb eines Typs

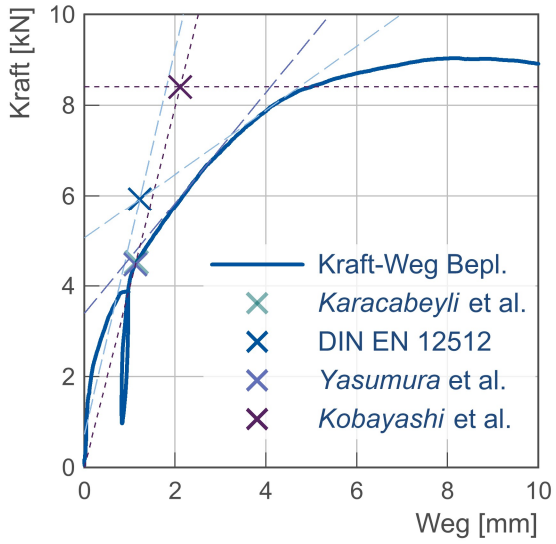


Steifigkeiten

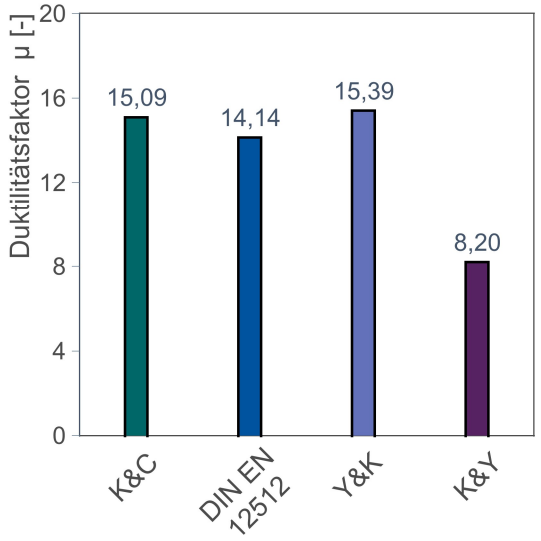




Fließverformungen

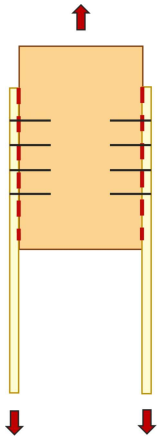


Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 2-ST-OSB15-st1,80-65-m-1

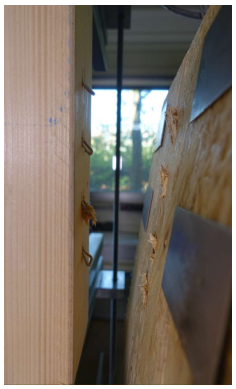
Datum:	10.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	48,0 %RH
Temperatur:	23,2 °C



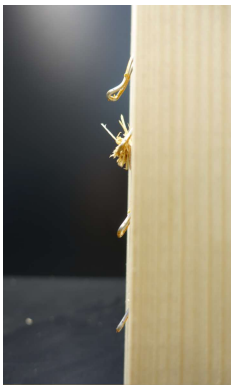
Maximale Kraft:	11,26 kN Weg: 6,50 mm
Max. Kraft pro VM:	1,41 kN V_u : 14,64 mm
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Beplankung
Bemerkung:	-

Versagensmodus





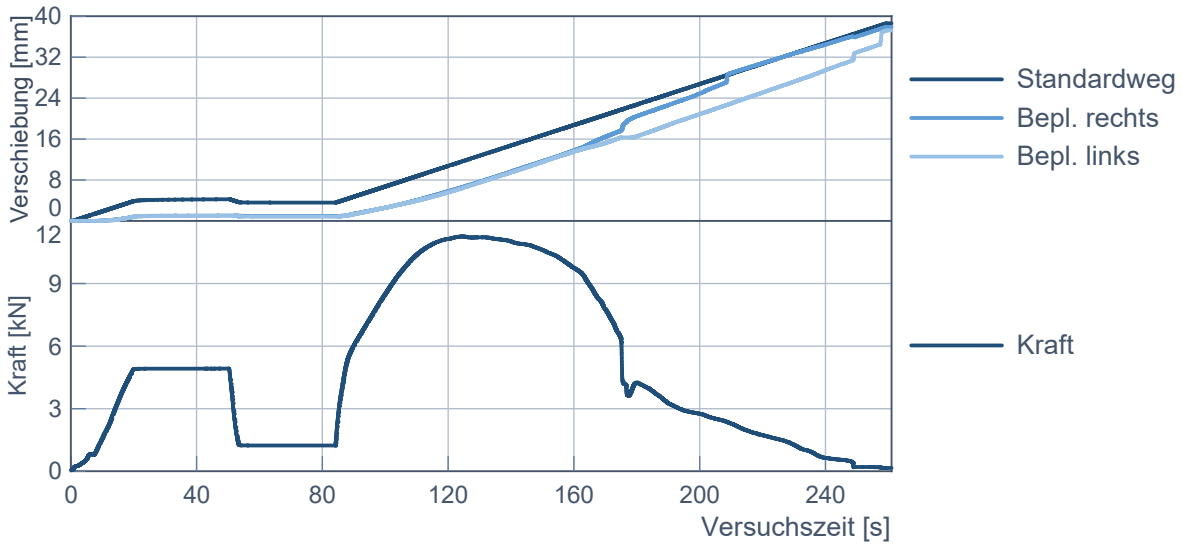
a) in Globalansicht nach Prüfende



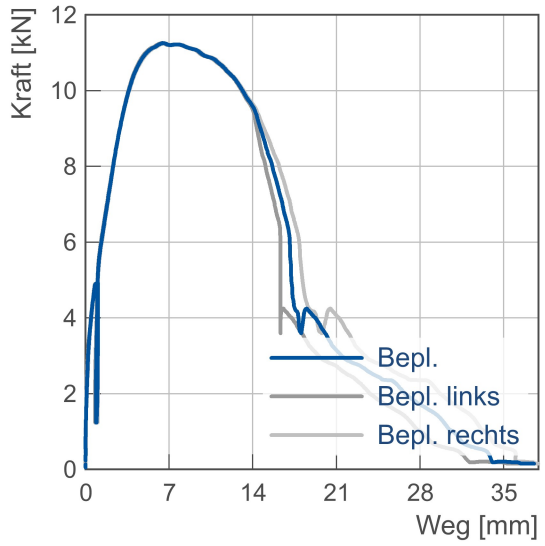


b) in Detailansicht

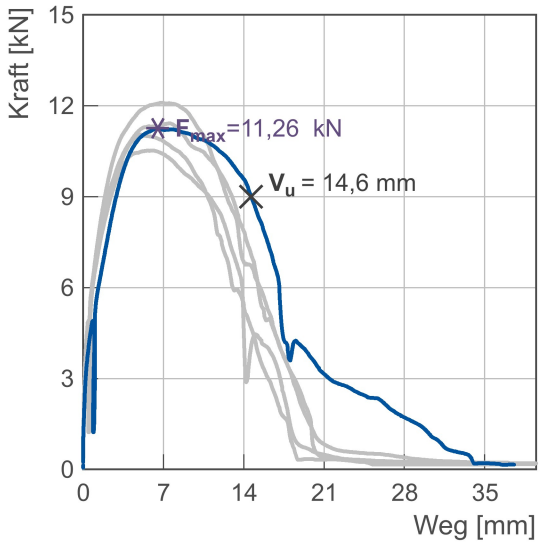
Zeitverläufe



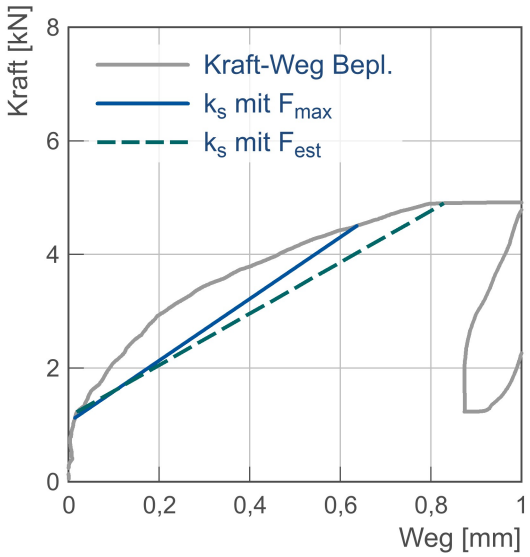
Last-Verformung

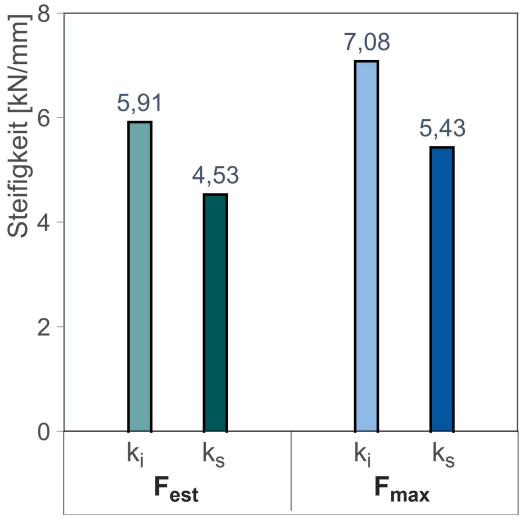


Vergleich innerhalb eines Typs

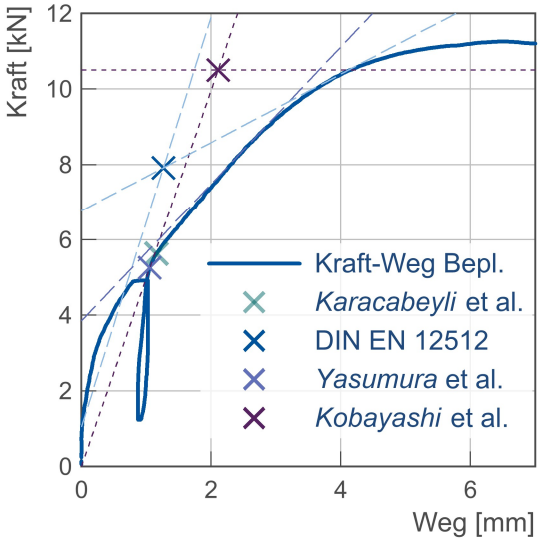


Steifigkeiten

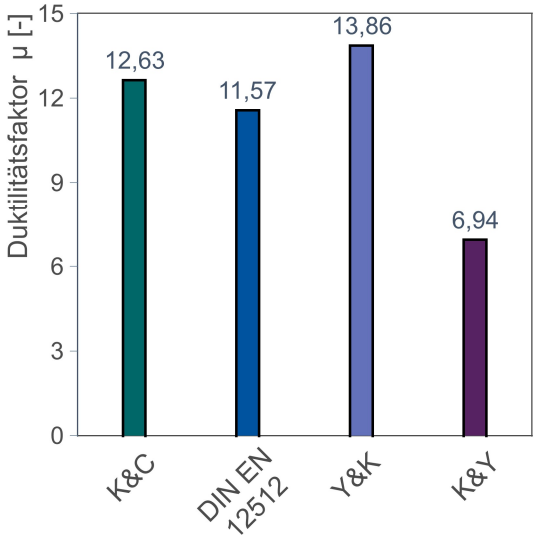




Fließverformungen

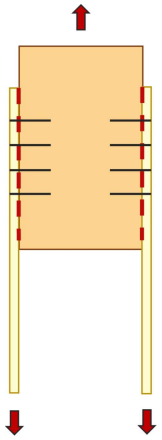


Duktilität nach DIN EN 12512



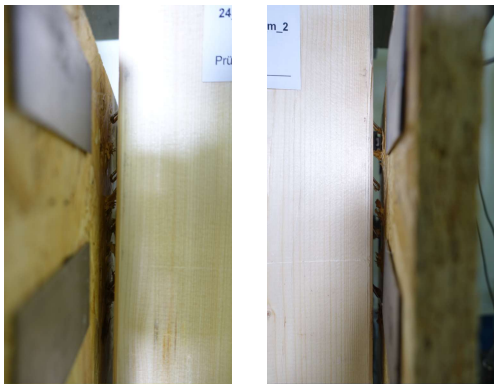
Versuch: 2-ST-OSB15-st1,80-65-m-2

Datum:	11.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	46,0 %RH
Temperatur:	24,4 °C

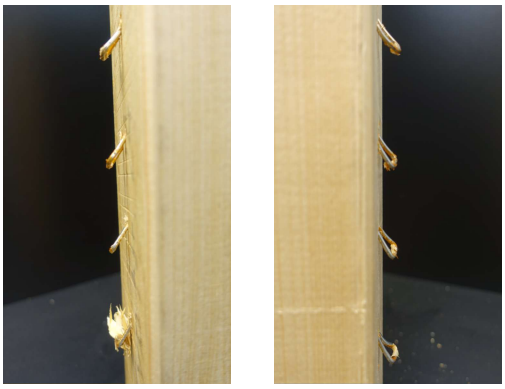


Maximale Kraft:	11,42 kN	Weg:	7,52 mm
Max. Kraft pro VM:	1,43 kN	V_u :	12,38 mm
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Beplankung		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

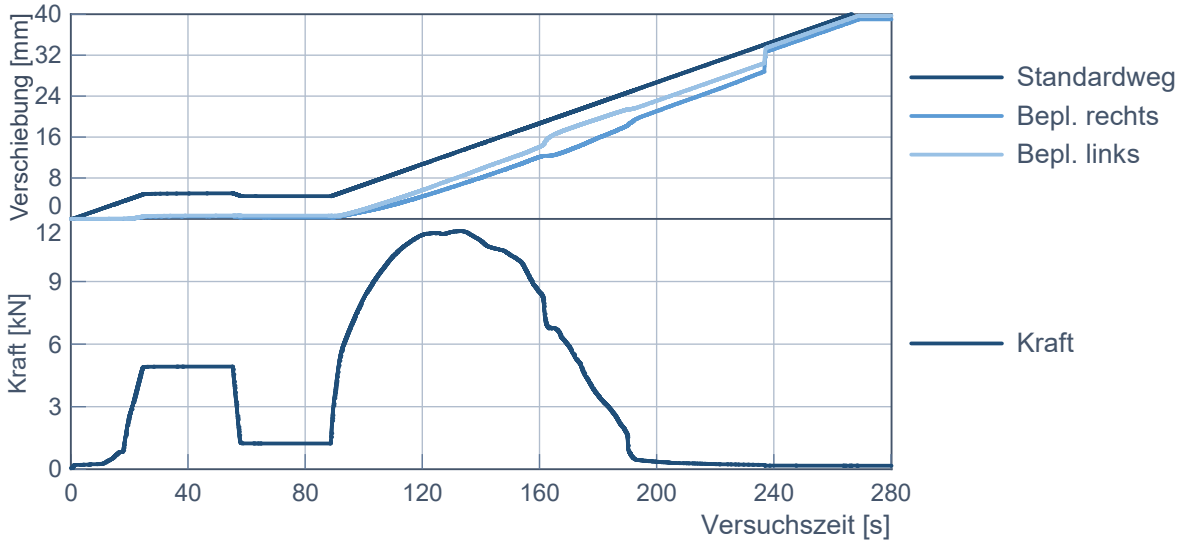


a) in Globalansicht nach Prüfende

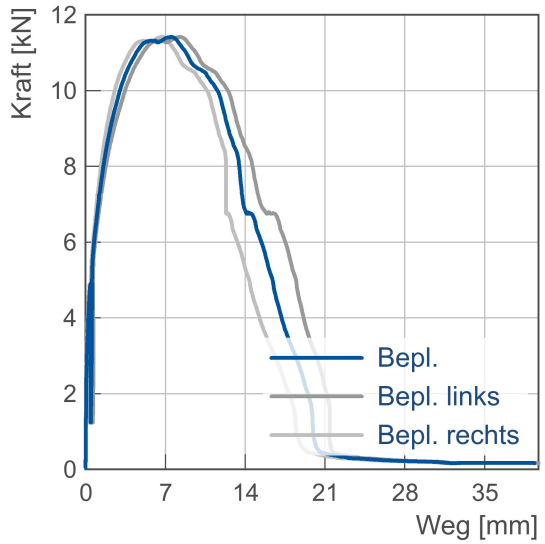


b) in Detailansicht

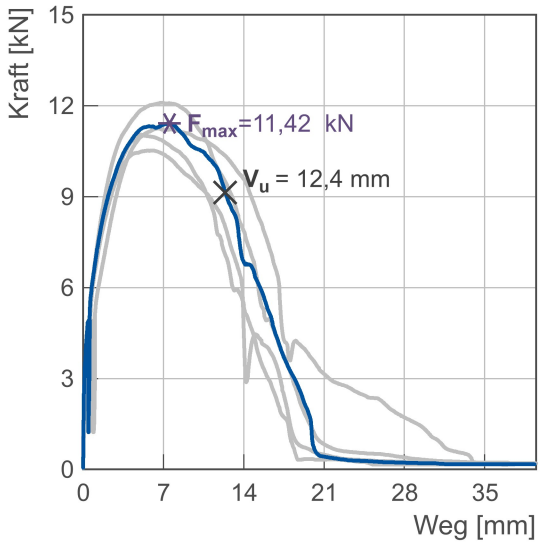
Zeitverläufe



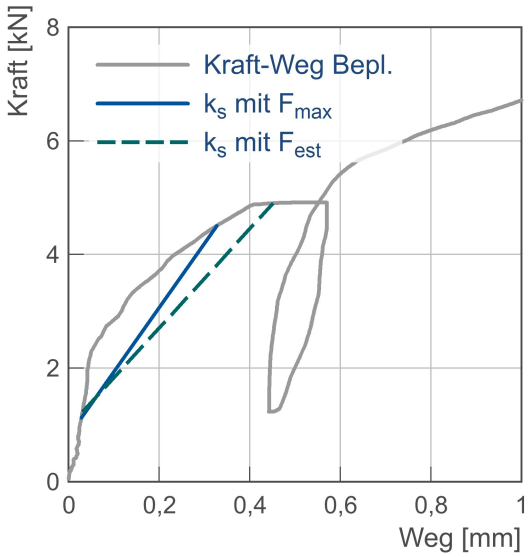
Last-Verformung

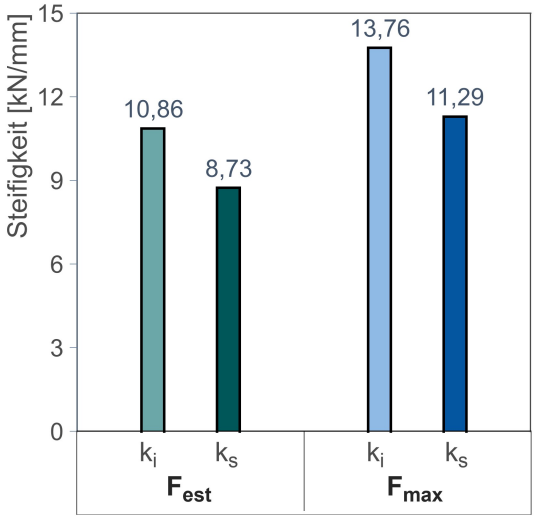


Vergleich innerhalb eines Typs

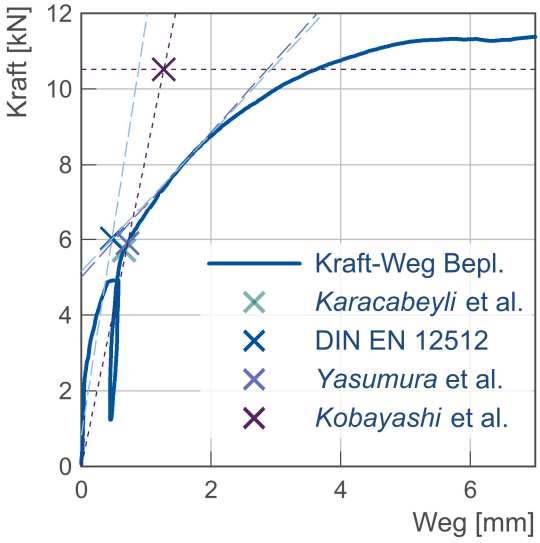


Steifigkeiten

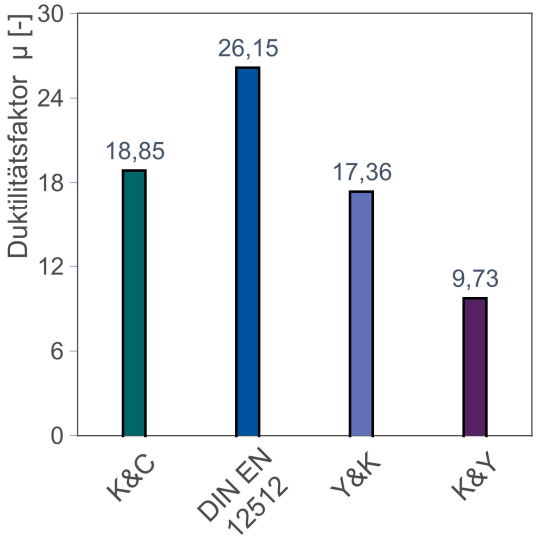




Fließverformungen

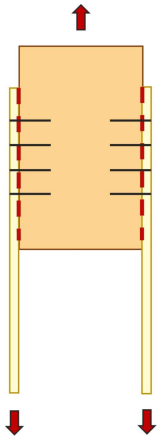


Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 2-ST-OSB15-st1,80-65-m-3

Datum:	11.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	45,0 %RH
Temperatur:	24,5 °C



Maximale Kraft:	11,04 kN	Weg:	5,02 mm
Max. Kraft pro VM:	1,38 kN	V_u :	11,03 mm
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Beplankung		
Bemerkung:	Löcher neu gebohrt (4 cm höher) & Beplankung unten (4 cm) abgesägt		

Versagensmodus

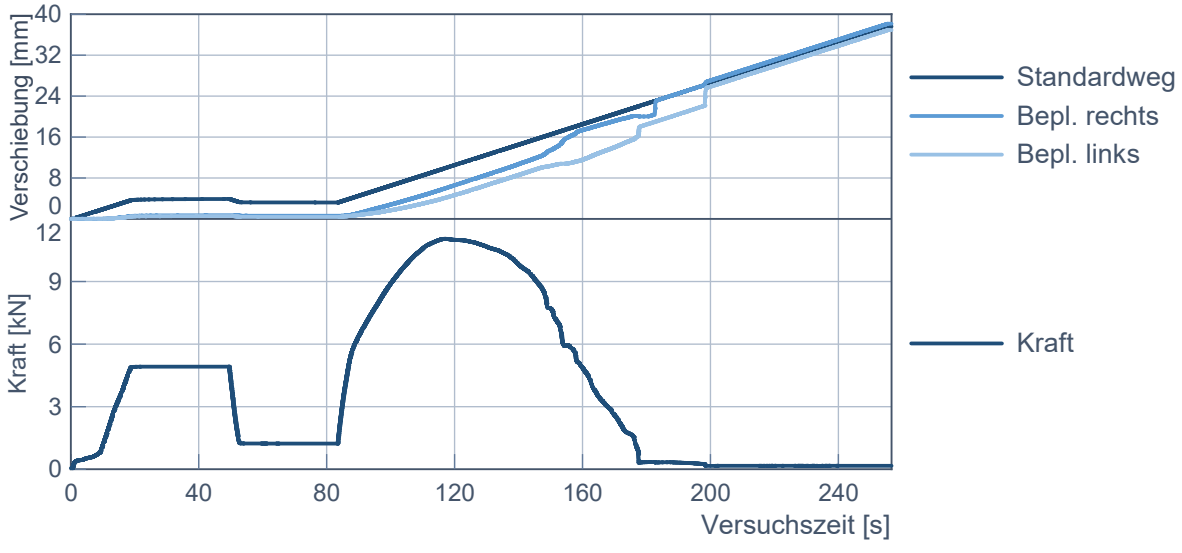


a) in Globalansicht nach Prüfende

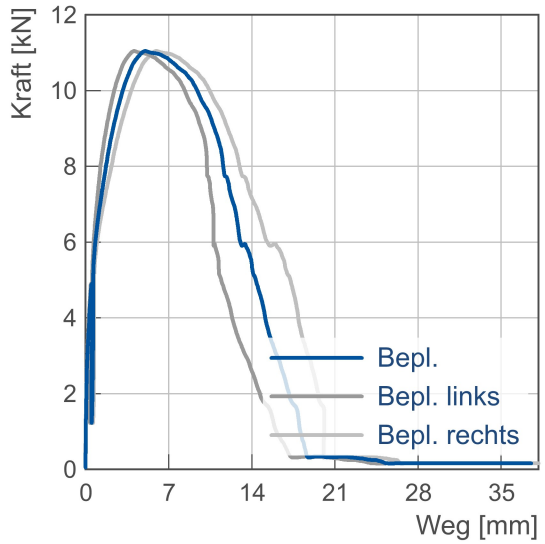


b) in Detailansicht

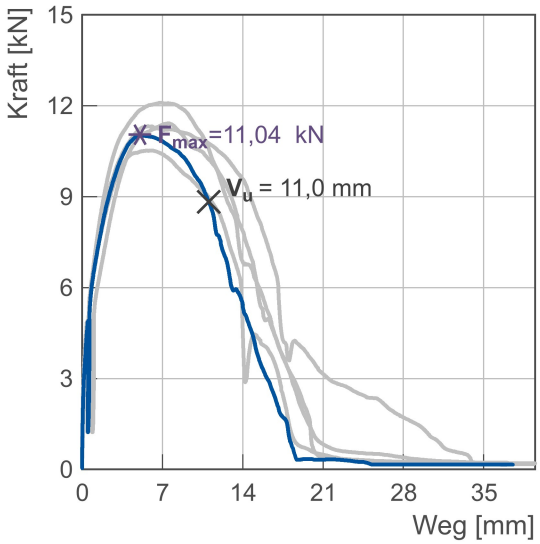
Zeitverläufe



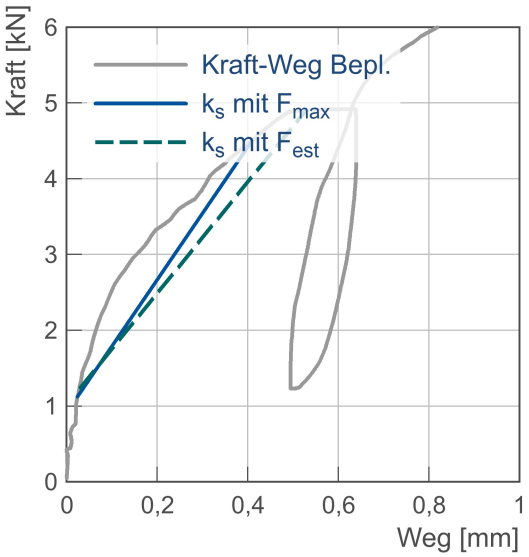
Last-Verformung

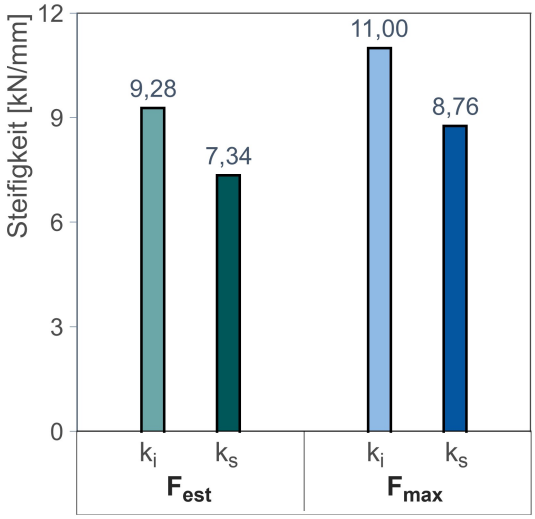


Vergleich innerhalb eines Typs

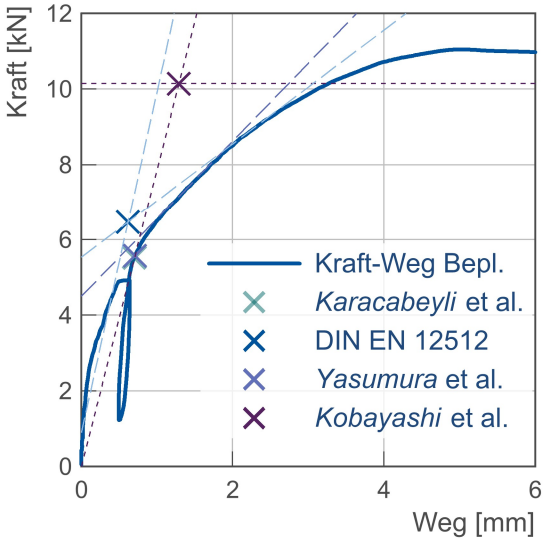


Seifigkeiten

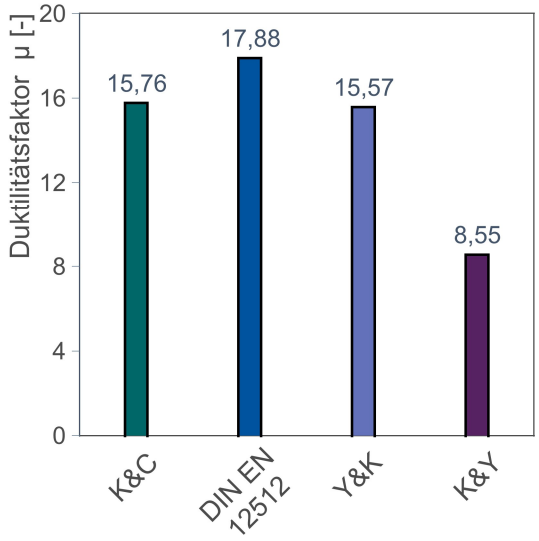




Fließverformungen

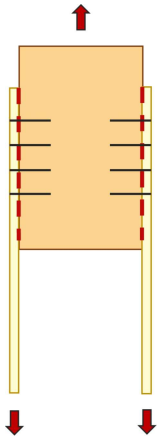


Duktilität nach DIN EN 12512



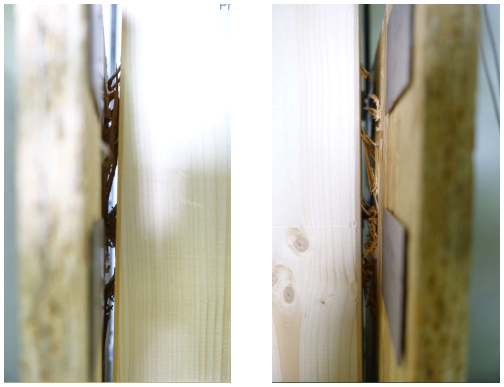
Versuch: 2-ST-OSB15-st1,80-65-m-4

Datum:	11.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	45,0 %RH
Temperatur:	23,4 °C

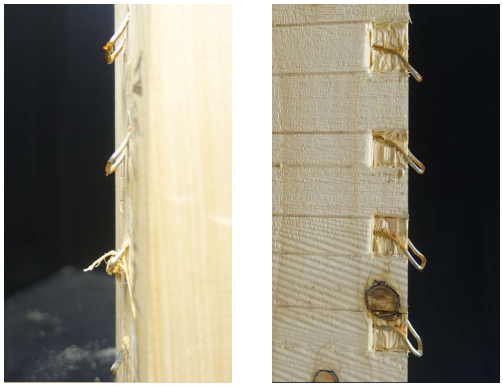


Maximale Kraft:	12,09 kN	Weg:	6,77 mm
Max. Kraft pro VM:	1,51 kN	V_u :	12,11 mm
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Beplankung		
Bemerkung:	Löcher neu gebohrt (4 cm höher) & Beplankung (4 cm) abgesägt		

Versagensmodus

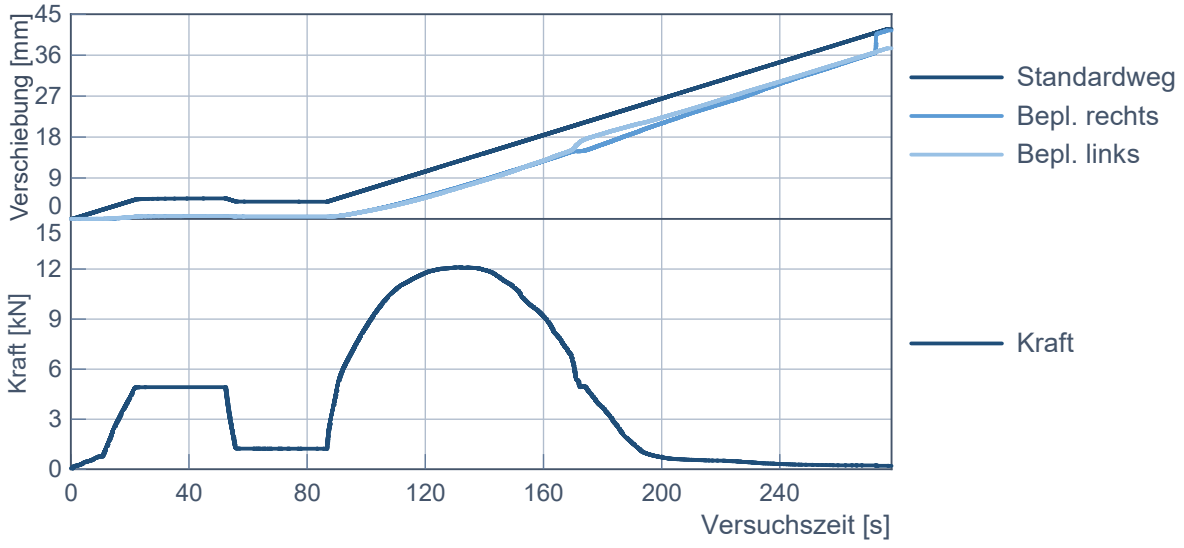


a) in Globalansicht nach Prüfende

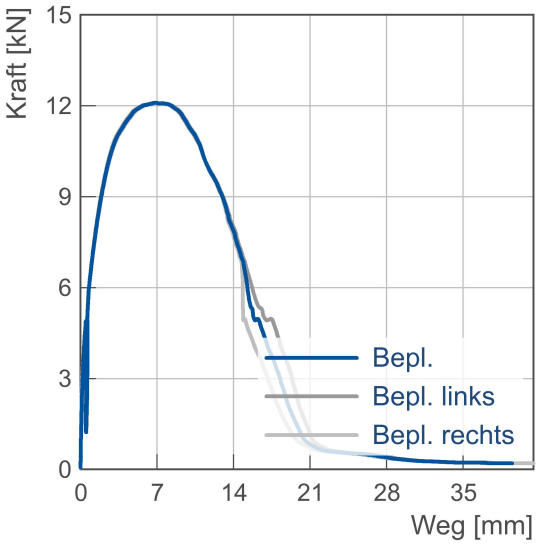


b) in Detailansicht

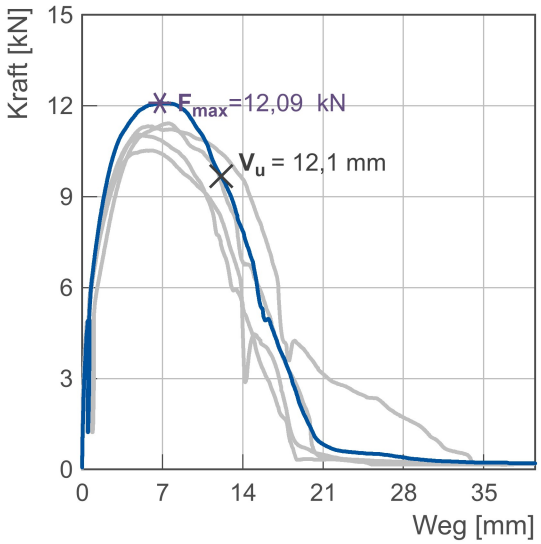
Zeitverläufe



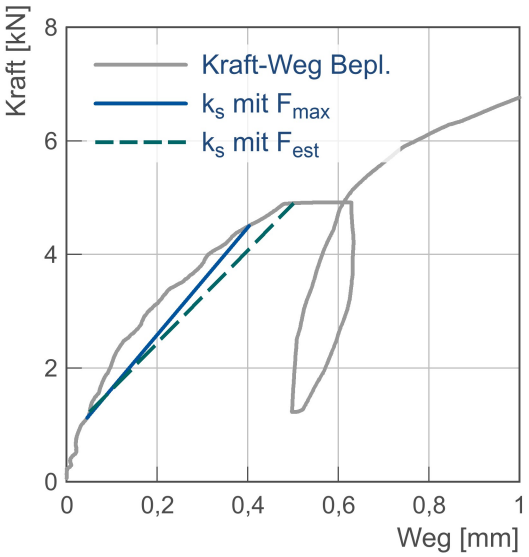
Last-Verformung

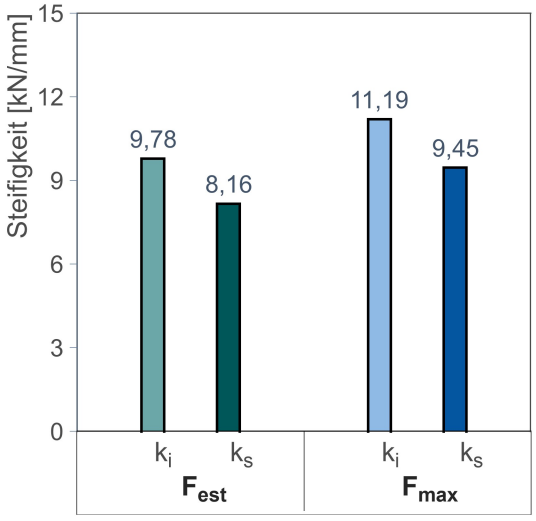


Vergleich innerhalb eines Typs

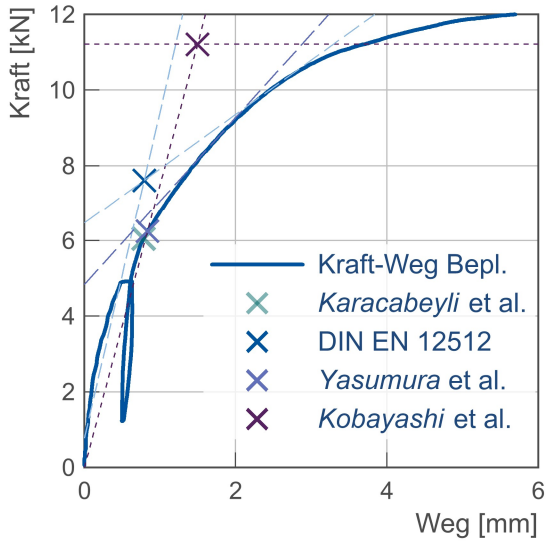


Seifigkeiten

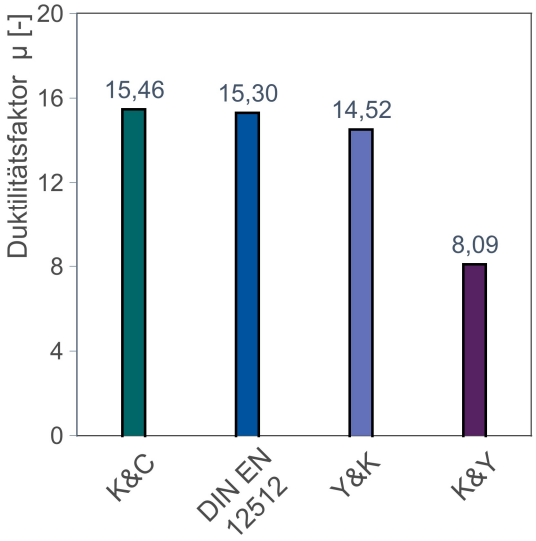




Fließverformungen

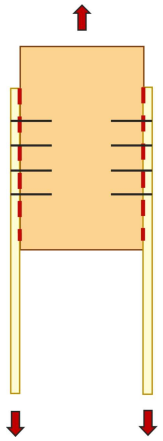


Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 2-ST-OSB15-st1,80-65-m-5

Datum:	11.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	45,0 %RH
Temperatur:	24,5 °C

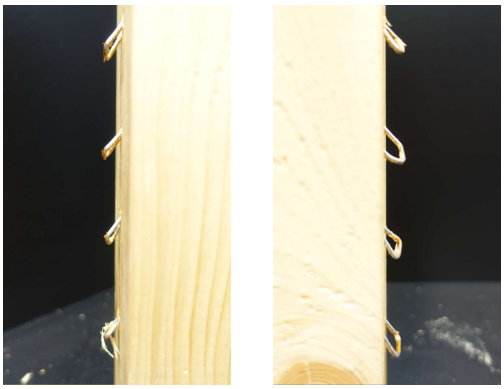


Maximale Kraft:	10,52 kN	Weg:	6,10 mm
Max. Kraft pro VM:	1,32 kN	V_u :	11,98 mm
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Beplankung		
Bemerkung:	Löcher neu gebohrt (4 cm höher) & Beplankung (4 cm) abgesägt		

Versagensmodus

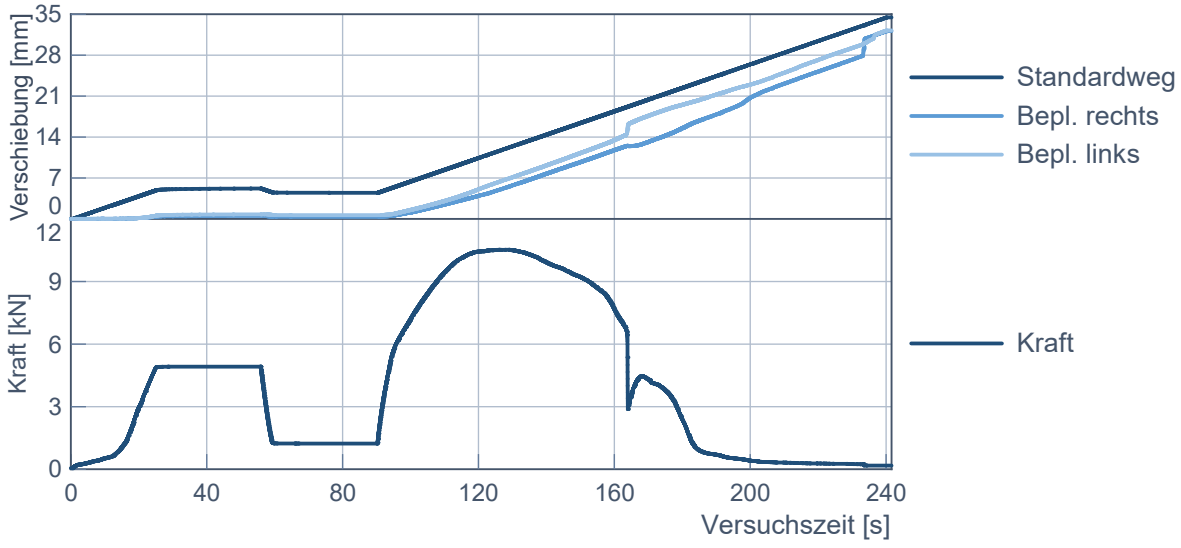


a) in Globalansicht nach Prüfende

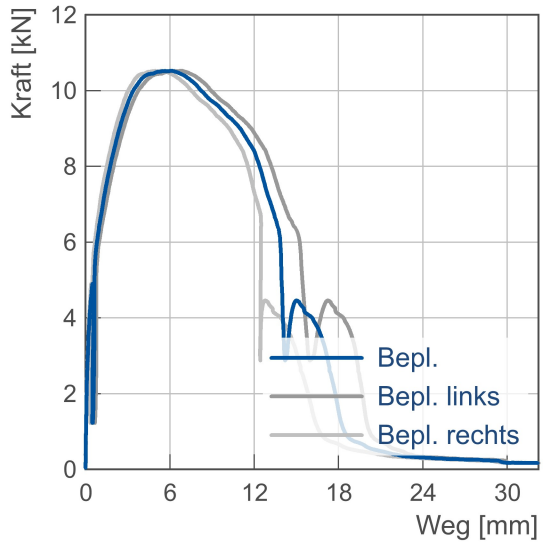


b) in Detailansicht

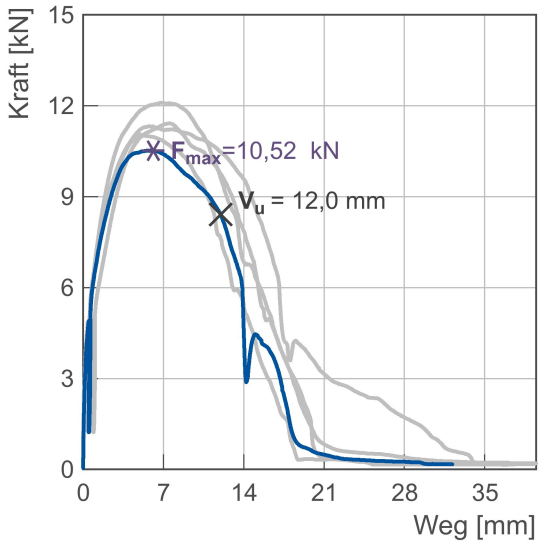
Zeitverläufe



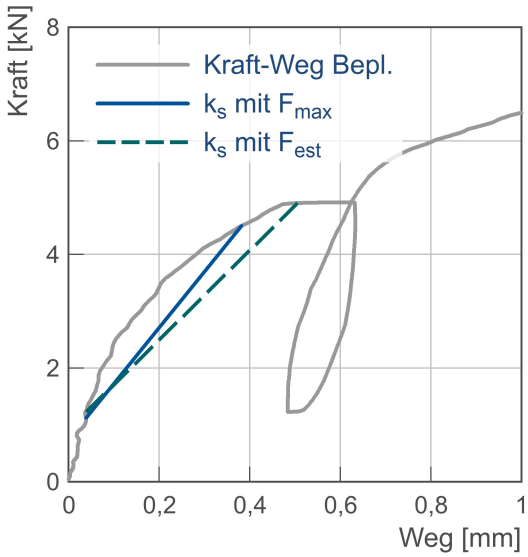
Last-Verformung

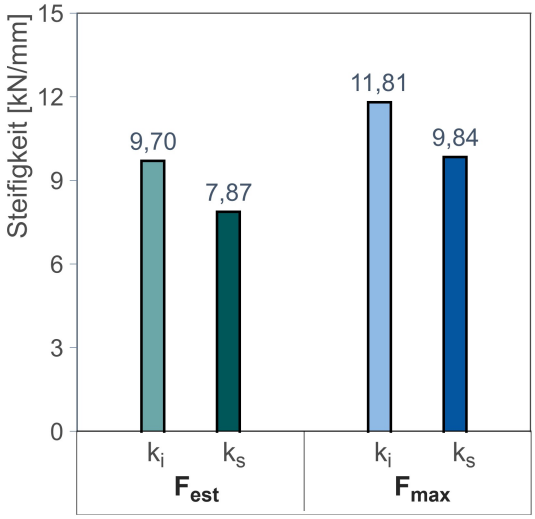


Vergleich innerhalb eines Typs

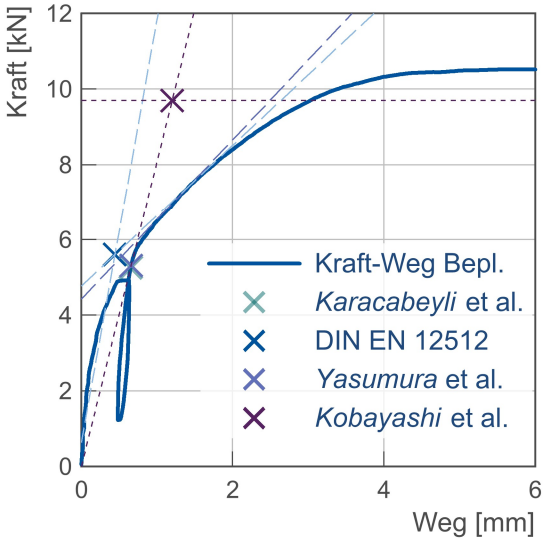


Seifigkeiten

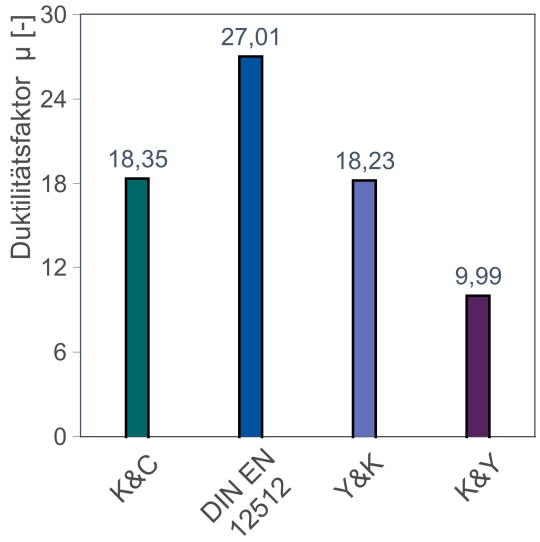




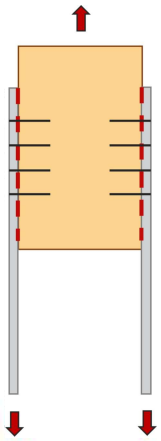
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 3-ST-GFB12,5-st1,80-65-m-1



Datum:	16.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	43,0 %RH
Temperatur:	20,9 °C

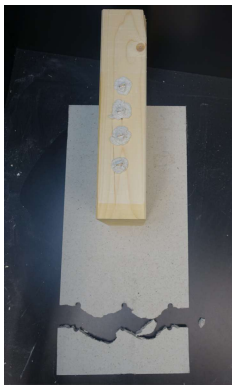
Maximale Kraft:	8,58 kN	Weg:	1,61 mm
Max. Kraft pro VM:	1,07 kN	V_u :	2,16 mm
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Beplankung		
Bemerkung:	Kleiner Spalt zwischen rechter Beplankung und Rippe (ca. 1 mm) beobachtet; Linke Beplankung bricht nach Klammerversagen der rechten Seite an Gewindestangen		

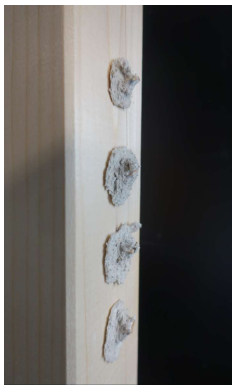
Versagensmodus





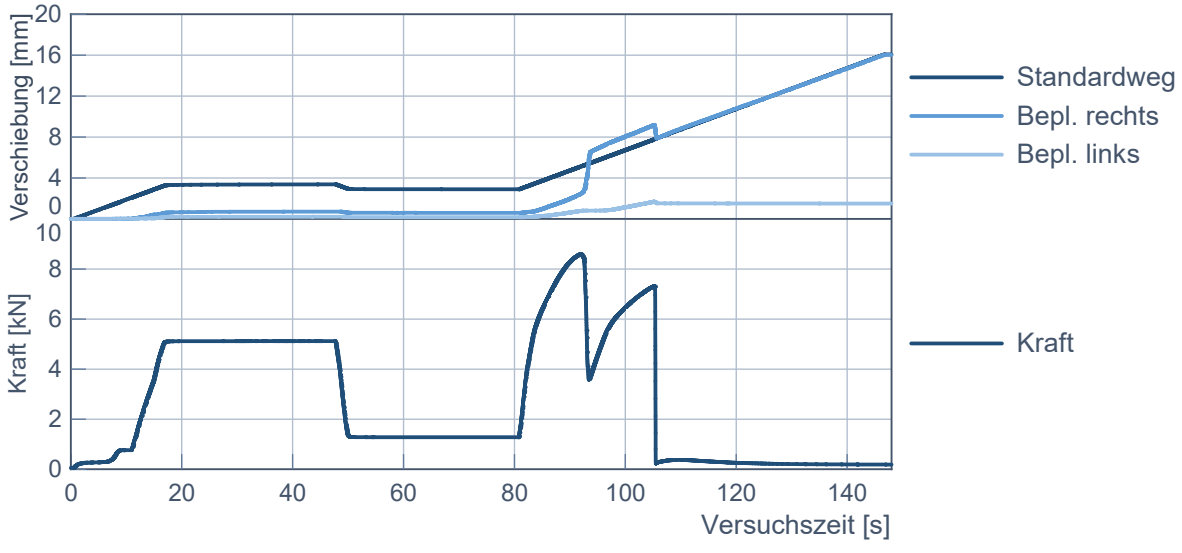
a) in Globalansicht nach Prüfende



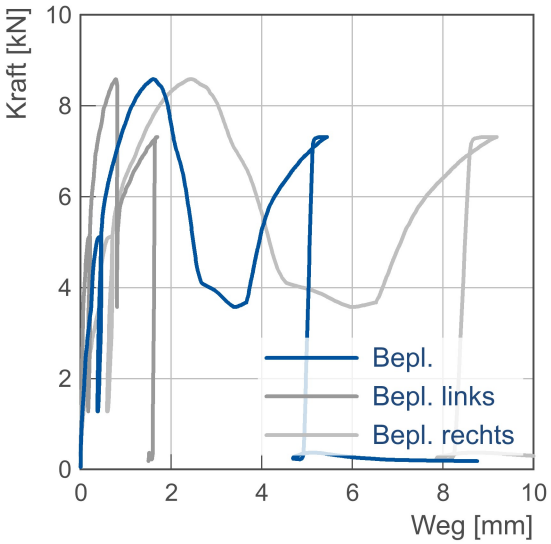


b) in Detailansicht

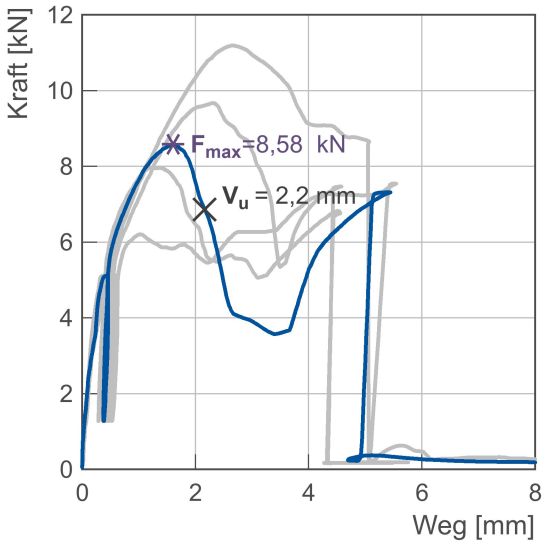
Zeitverläufe



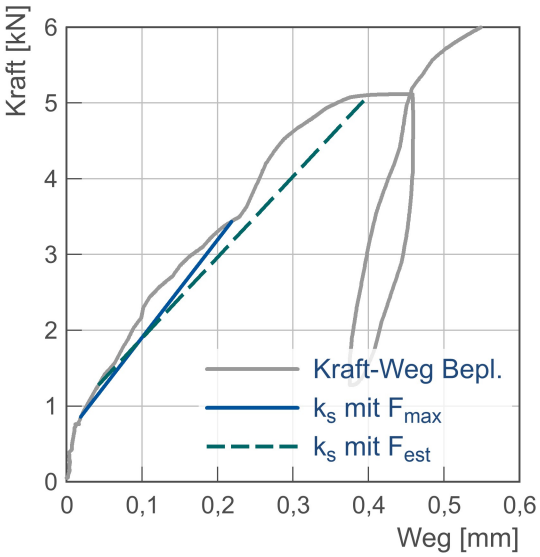
Last-Verformung

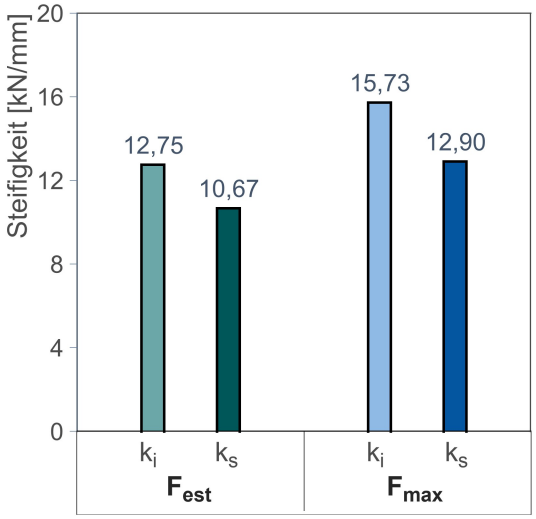


Vergleich innerhalb eines Typs

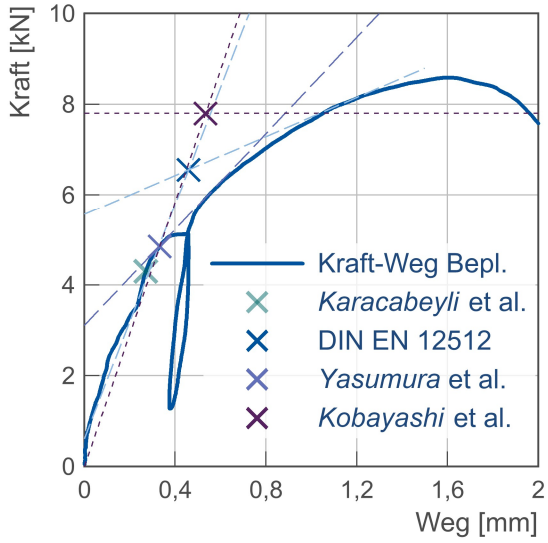


Seifigkeiten

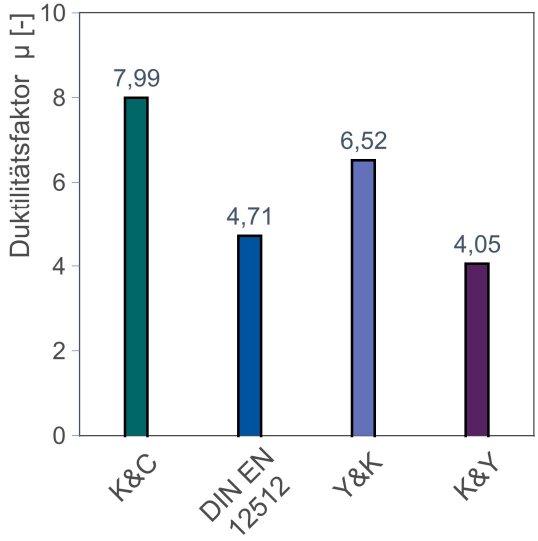




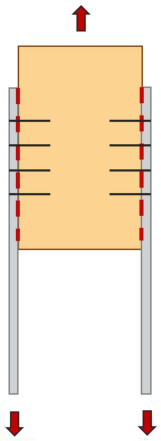
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 3-ST-GFB12,5-st1,80-65-m-2

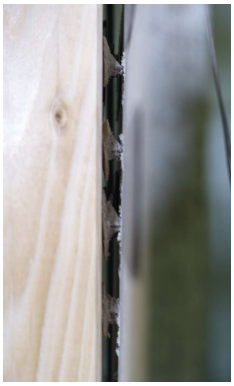


Datum:	16.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	43,0 %RH
Temperatur:	20,9 °C

Maximale Kraft:	9,67 kN	Weg:	2,31 mm
Max. Kraft pro VM:	1,21 kN	V_u :	3,20 mm
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Beplankung		
Bemerkung:	Kleiner Spalt zwischen rechter Beplankung und Rippe (ca. 1 mm) beobachtet; Linke Beplankung bricht nach Klammerversagen der rechten Seite an Gewindestangen		

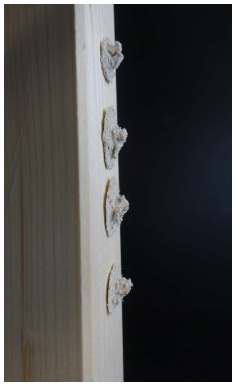
Versagensmodus





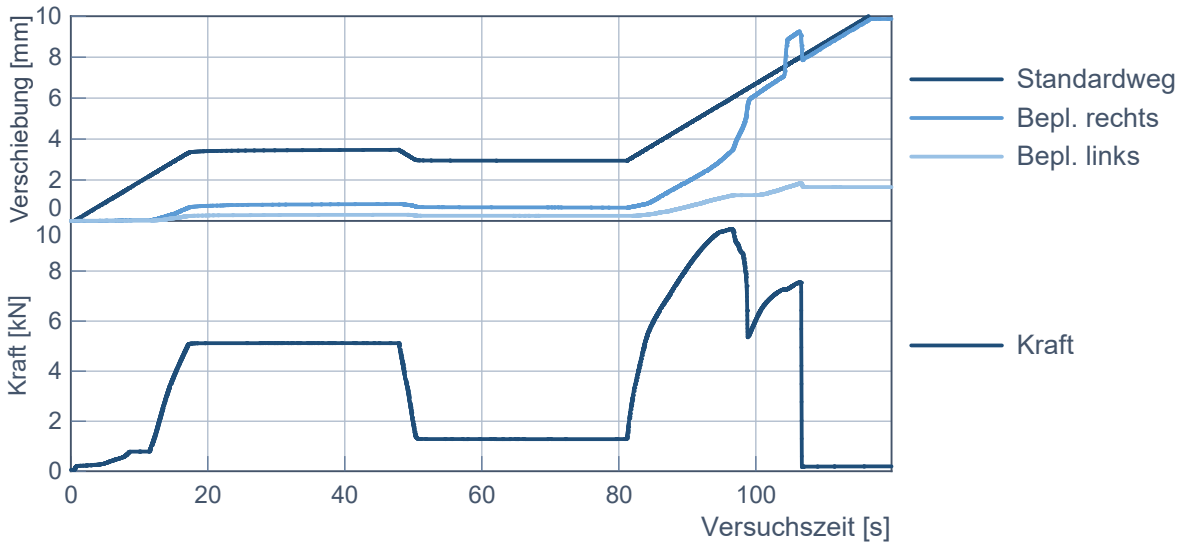
a) in Globalansicht nach Prüfende



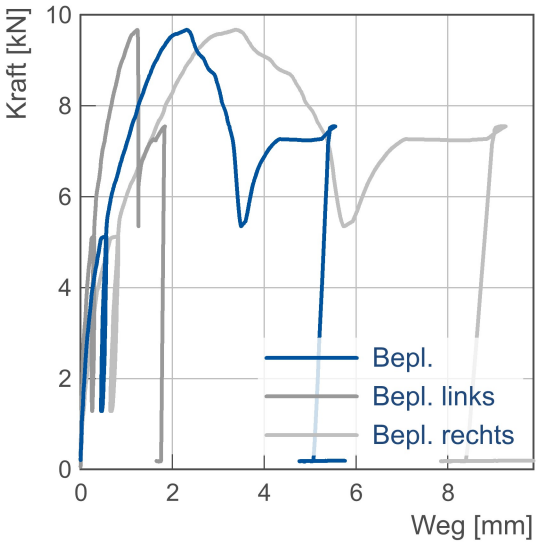


b) in Detailansicht

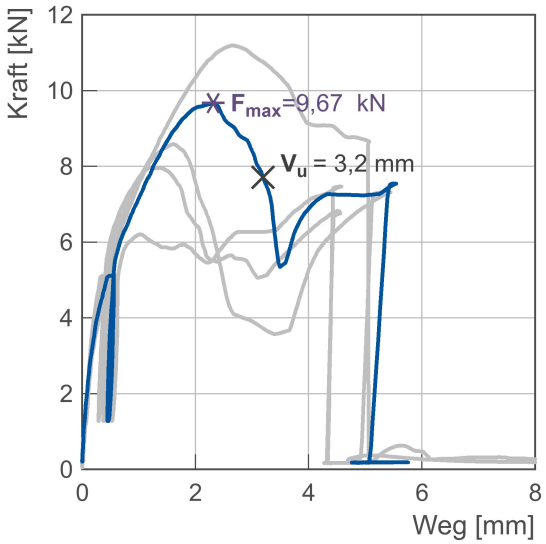
Zeitverläufe



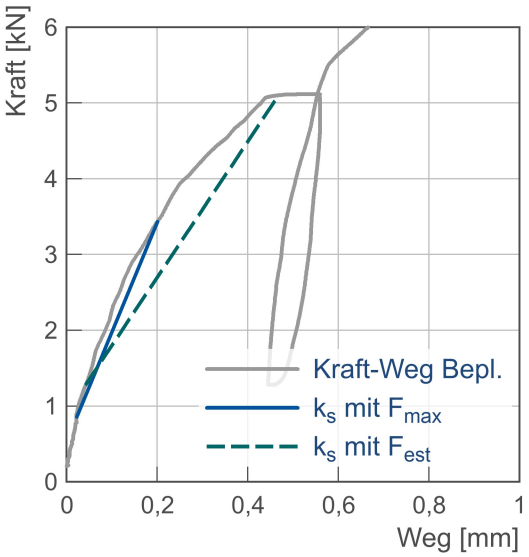
Last-Verformung

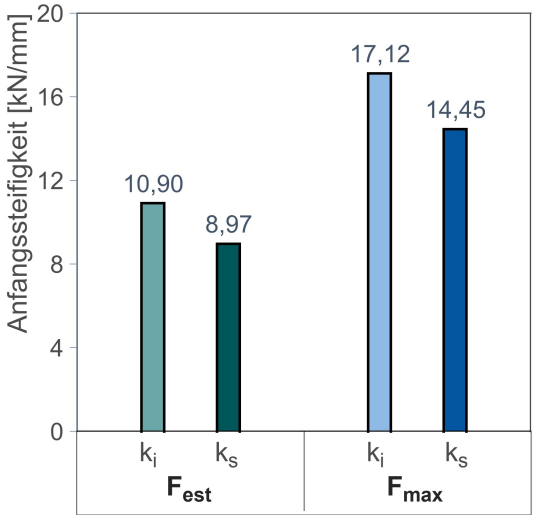


Vergleich innerhalb eines Typs

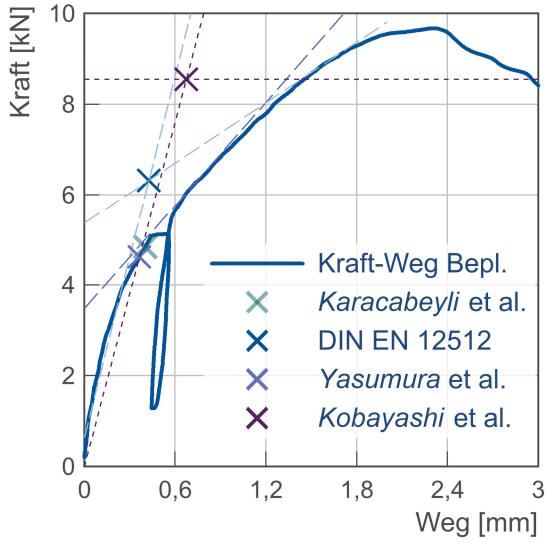


Anfangssteifigkeiten nach EN 26891

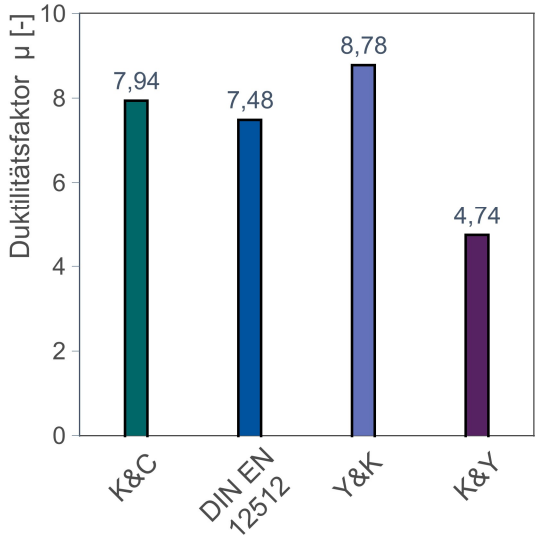




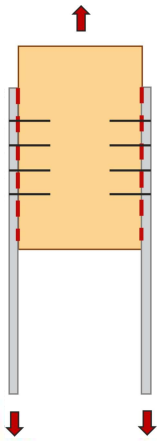
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



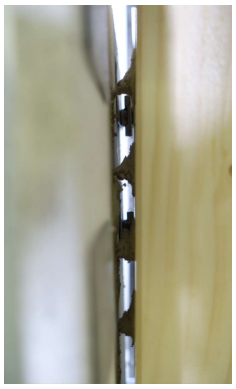
Versuch: 3-ST-GFB12,5-st1,80-65-m-3



Datum:	17.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	41,0 %RH
Temperatur:	21,2 °C

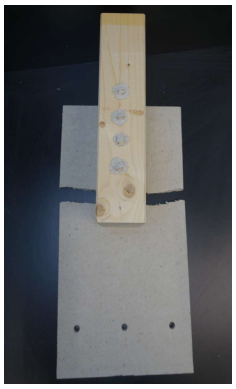
Maximale Kraft:	11,19 kN	Weg:	2,66 mm
Max. Kraft pro VM:	1,40 kN	V_u :	4,52 mm
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Beplankung		
Bemerkung:	Rechte Beplankung bricht nach Klammerversagen der linken Seite auf Höhe der untersten Klammer horizontal durch		

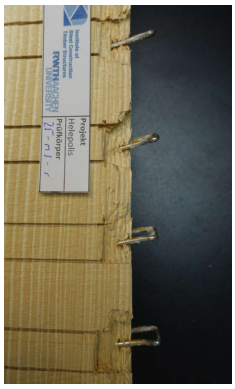
Versagensmodus





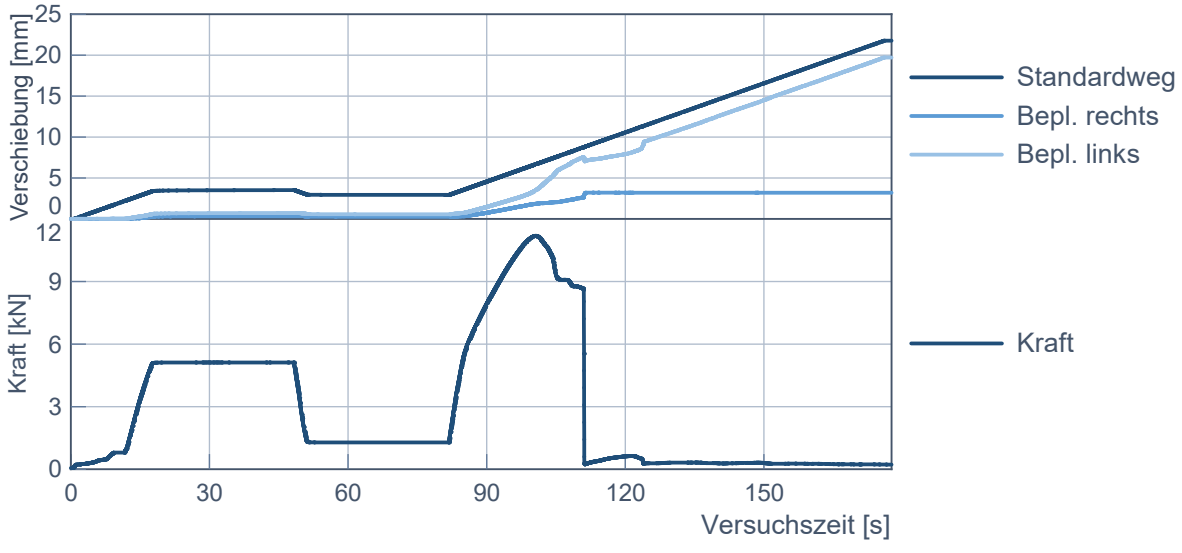
a) in Globalansicht nach Prüfende



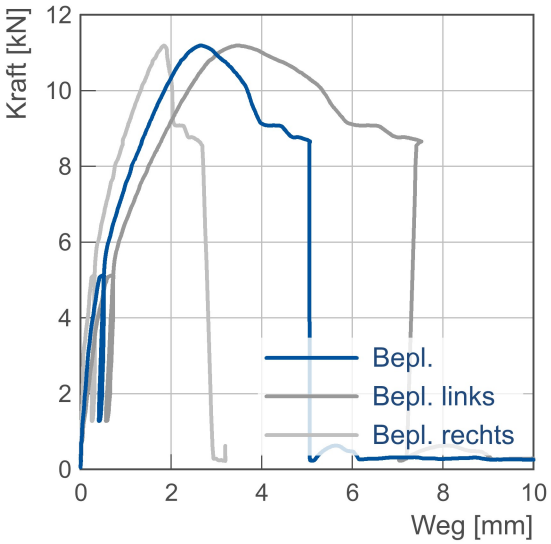


b) in Detailansicht

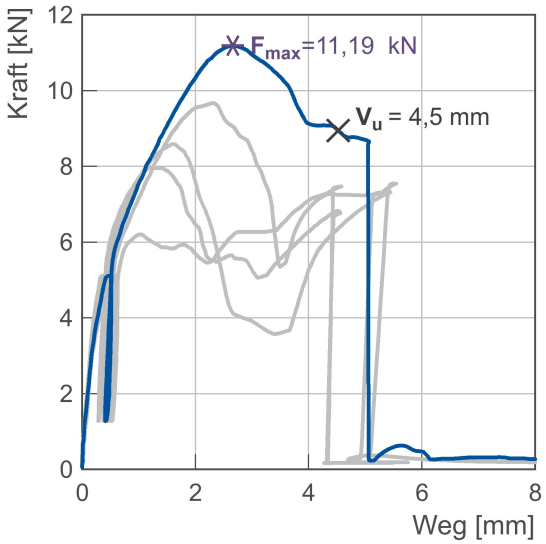
Zeitverläufe



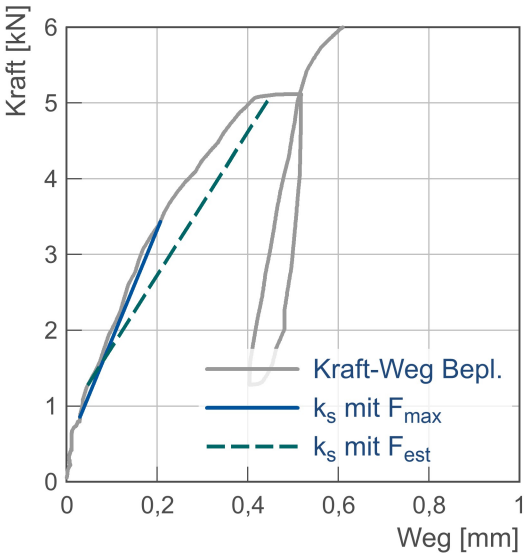
Last-Verformung

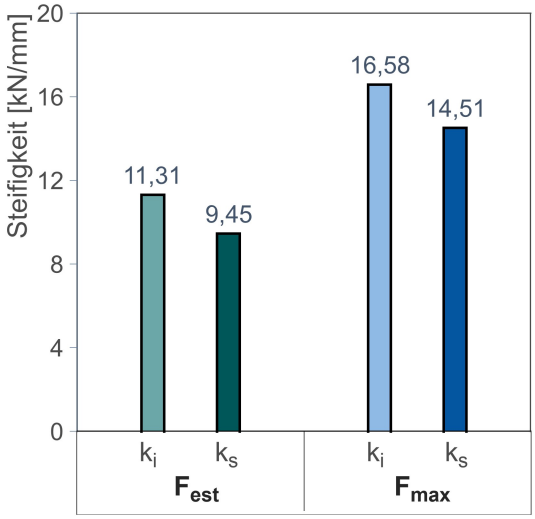


Vergleich innerhalb eines Typs

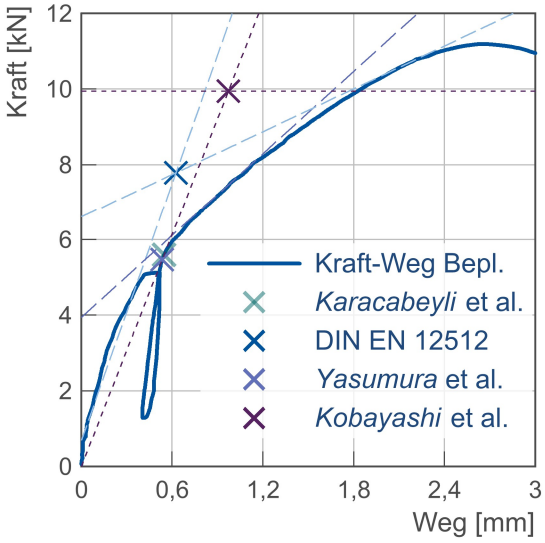


Seifigkeiten

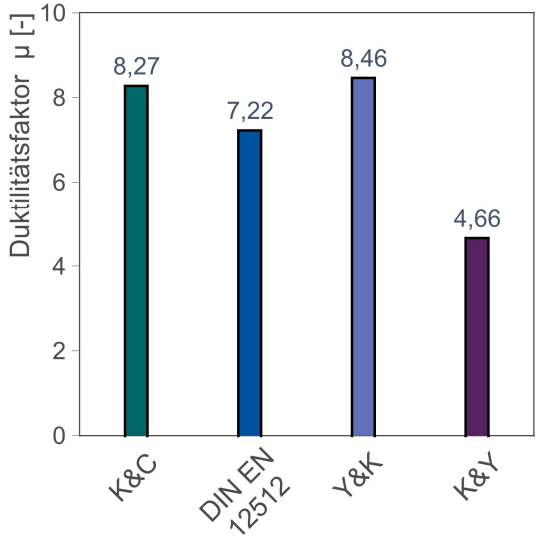




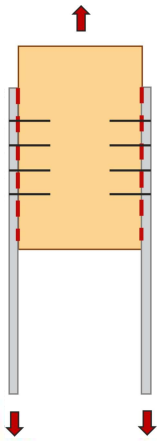
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 3-ST-GFB12,5-st1,80-65-m-4



Datum:	17.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	41,0 %RH
Temperatur:	21,2 °C

Maximale Kraft:	7,97 kN	Weg:	1,21 mm
Max. Kraft pro VM:	1,00 kN	V_u :	2,06 mm
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Beplankung		
Bemerkung:	Minimaler Abstand zwischen linker Beplankung und Rippe beobachtet; Rechte Beplankung bricht nach Klammerversagen der linken Seite auf Höhe der untersten Klammer horizontal		

Versagensmodus

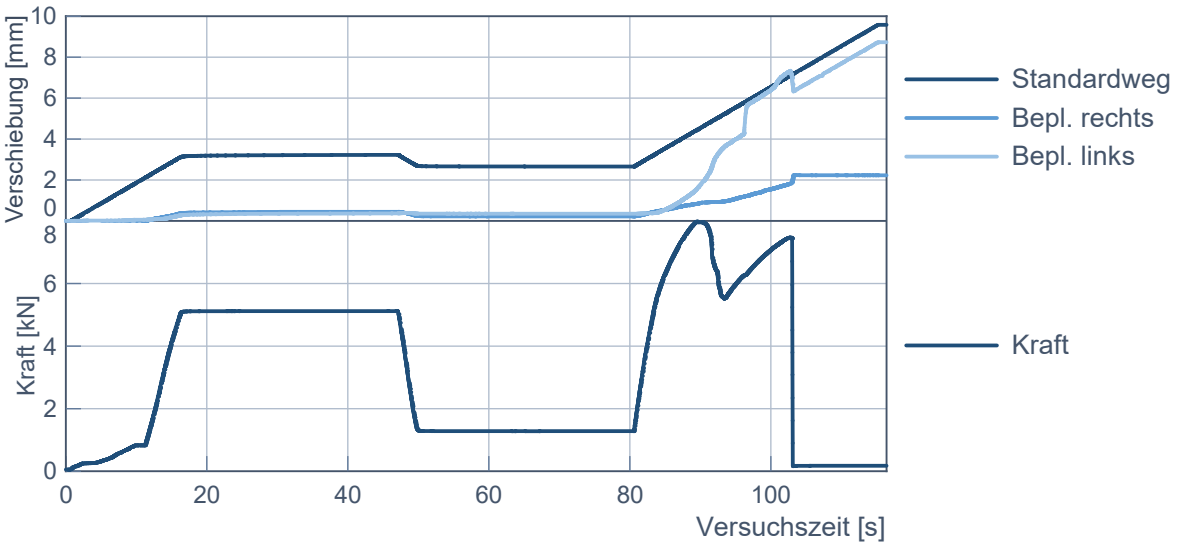


a) in Globalansicht nach Prüfende

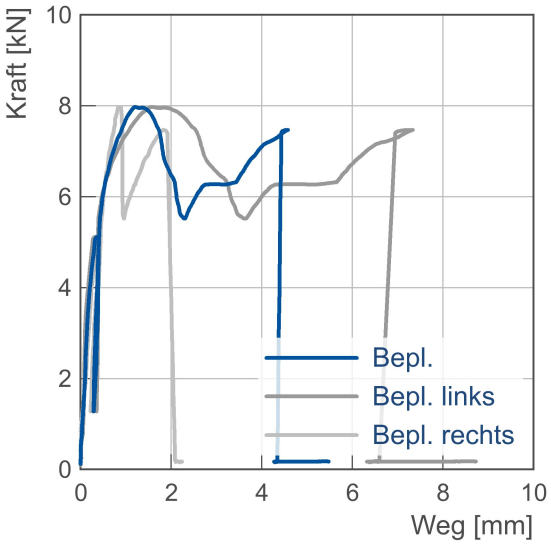


b) in Detailansicht

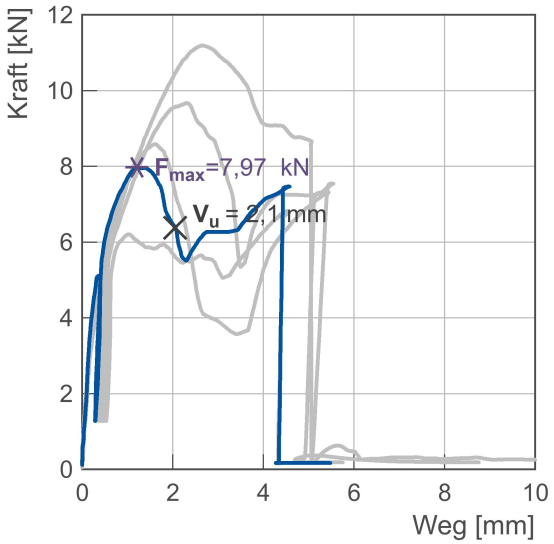
Zeitverläufe



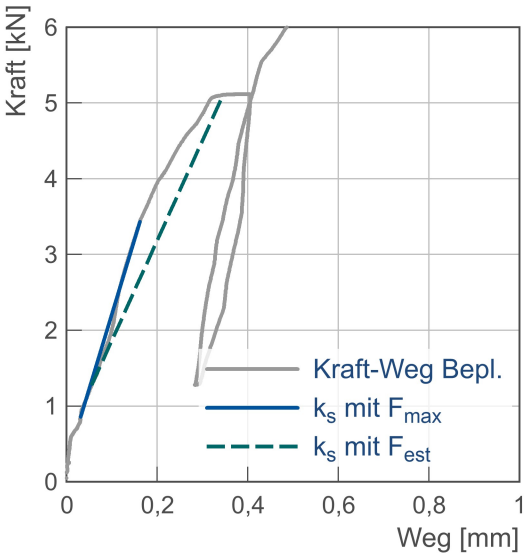
Last-Verformung

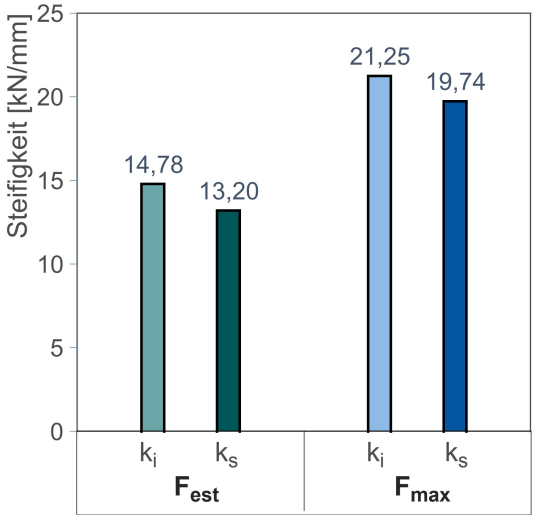


Vergleich innerhalb eines Typs

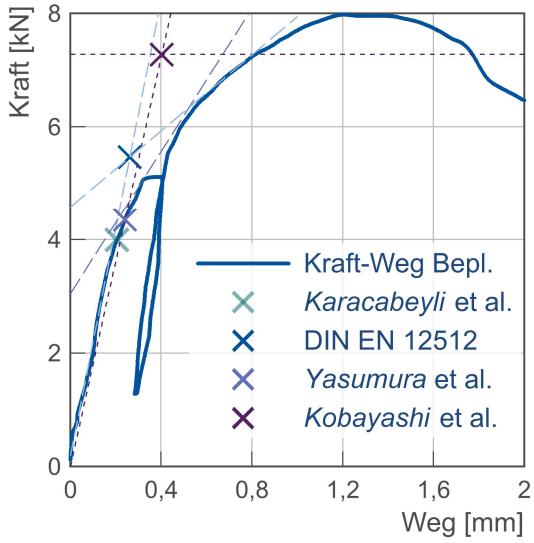


Seifigkeiten

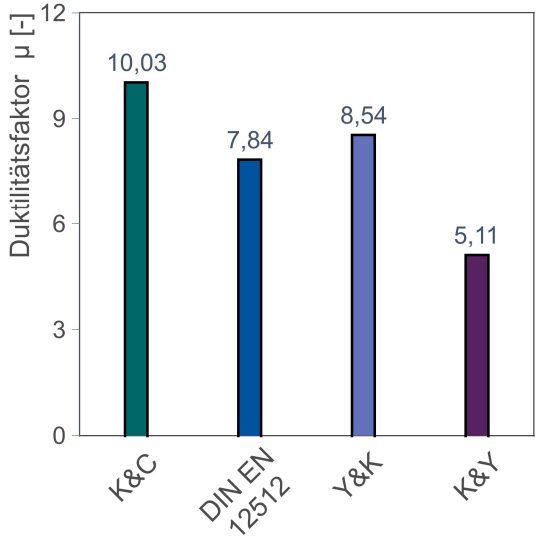




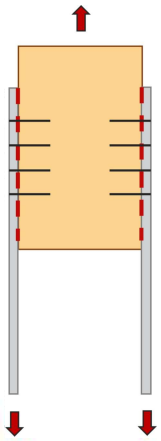
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 3-ST-GFB12,5-st1,80-65-m-5



Datum:	17.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	41,0 %RH
Temperatur:	21,2 °C

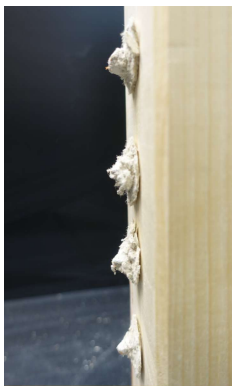
Maximale Kraft:	6,82 kN	Weg:	4,52 mm
Max. Kraft pro VM:	0,85 kN	V_u :	4,52 mm
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Beplankung		
Bemerkung:	kleiner Abstand zwischen linker Beplankung und Rippe (1 mm) beobachtet; Rechte Beplankung bricht nach Klammerversagen links auf Höhe der untersten Klammer horizontal durch		

Versagensmodus





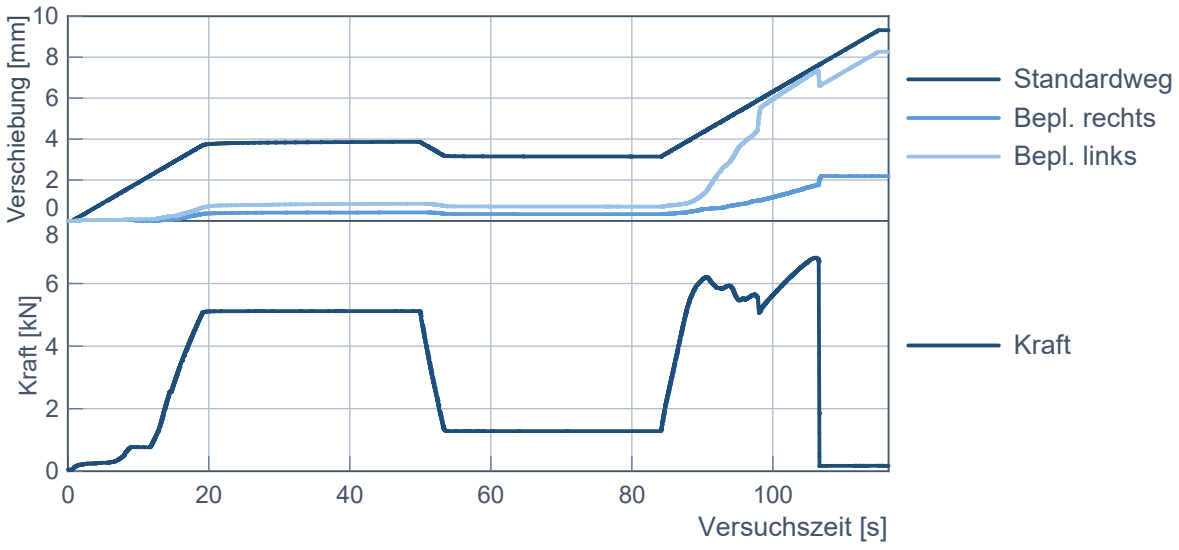
a) in Globalansicht nach Prüfende



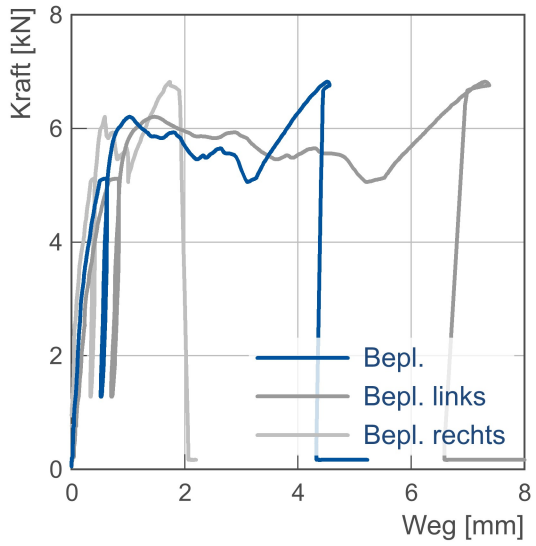


b) in Detailansicht

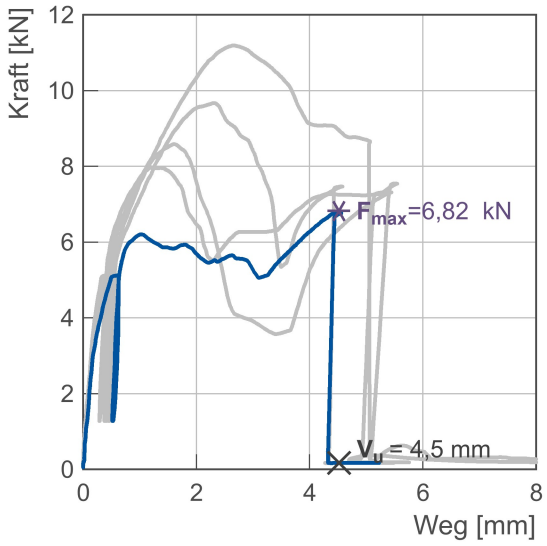
Zeitverläufe



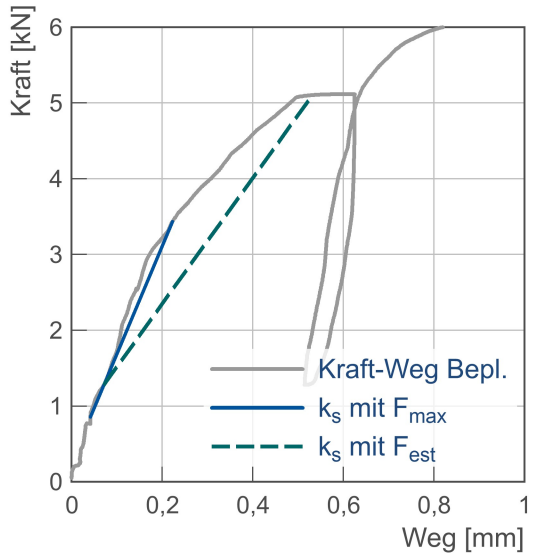
Last-Verformung

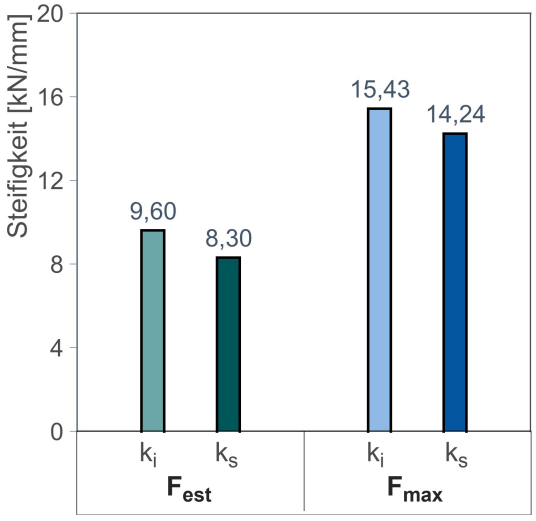


Vergleich innerhalb eines Typs

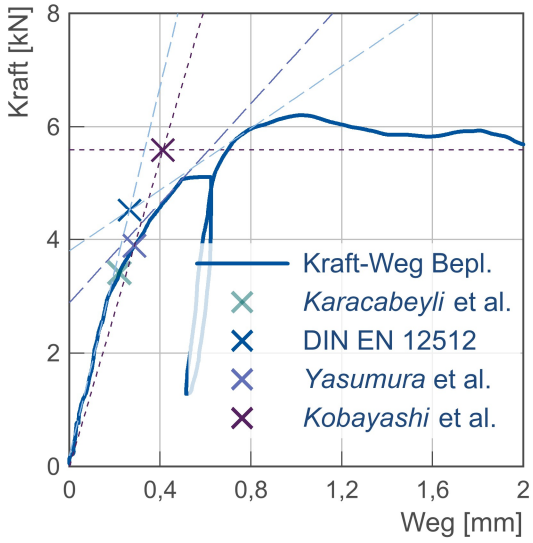


Seifigkeiten

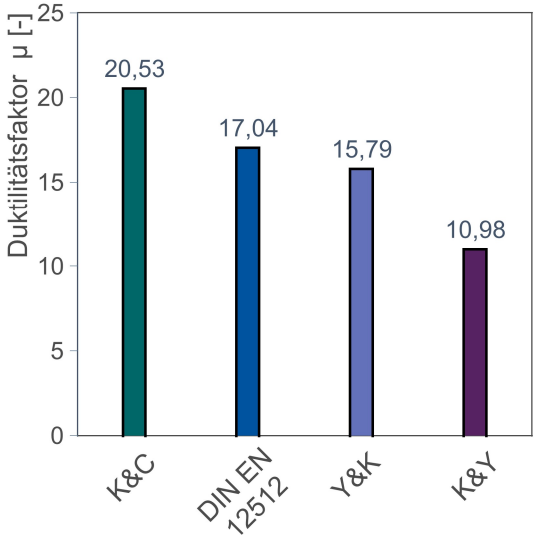




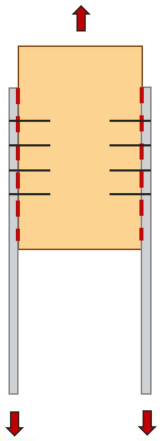
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



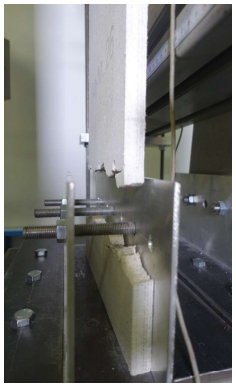
Versuch: 4-ST-GFB18-1,80-65-m-1

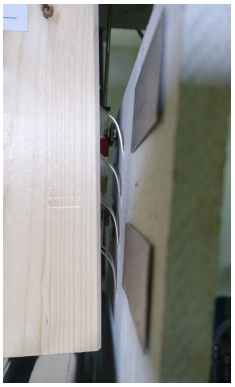


Datum:	16.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	43 %RH
Temperatur:	20,9 °C

Maximale Kraft:	17,31 kN	Weg:	3,72 mm
Max. Kraft pro VM:	2,16 kN	V_u :	3,85 mm
Versagen:	Linke Beplankung bricht horizontal an Gewindestangen durch		
Bemerkung:	Rechte Seite versagt durch Herausziehen der Klammern		

Versagensmodus





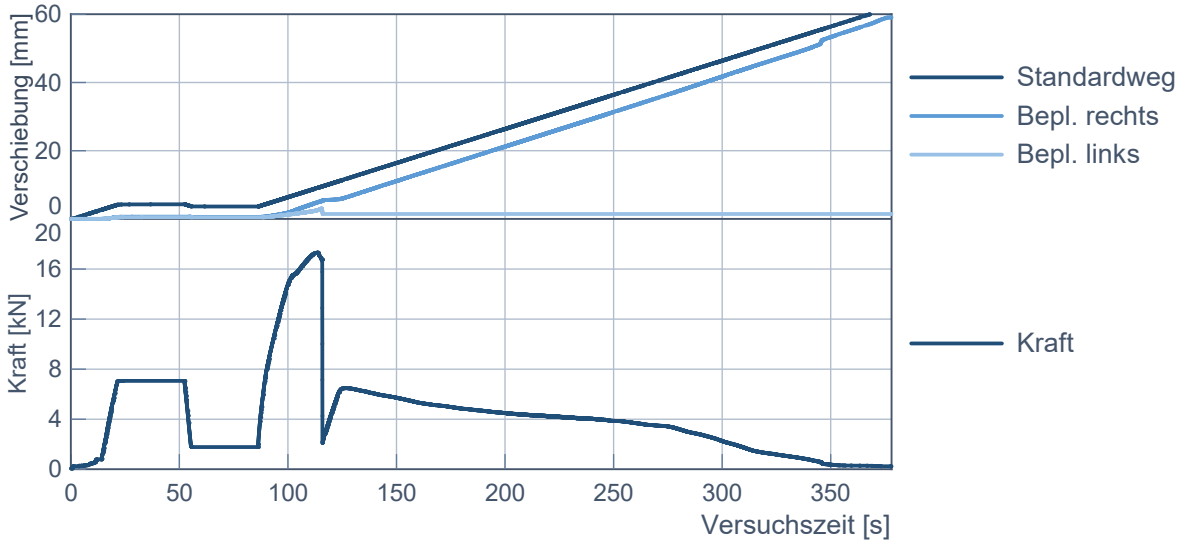
a) in Globalansicht nach Prüfende



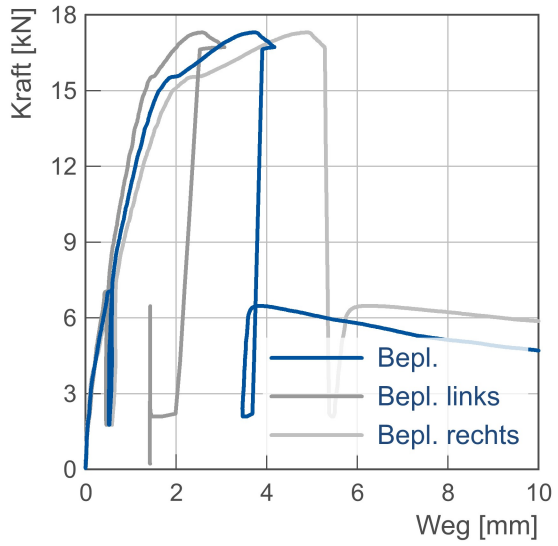


b) in Detailansicht

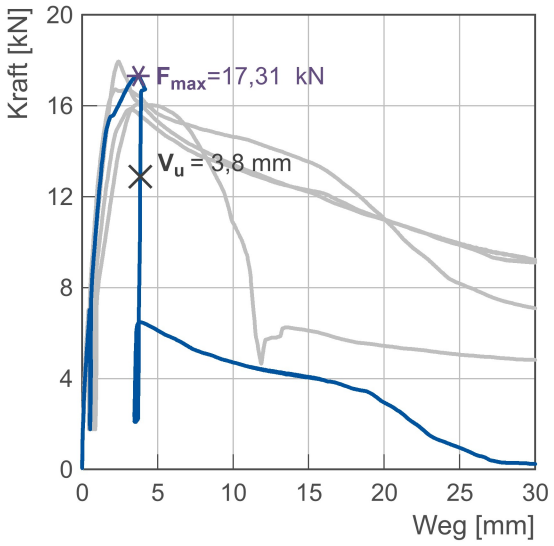
Zeitverläufe



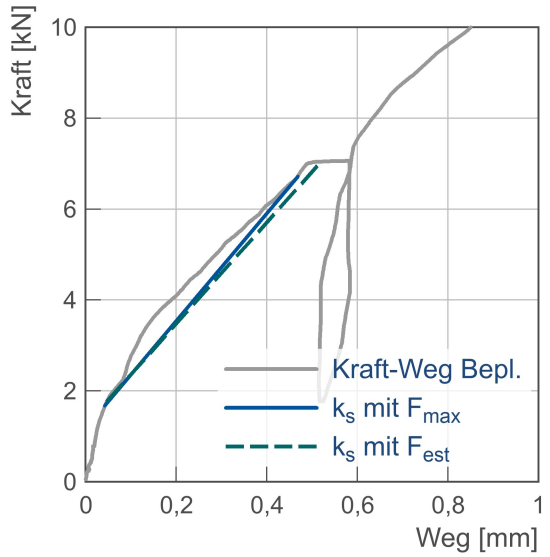
Last-Verformung

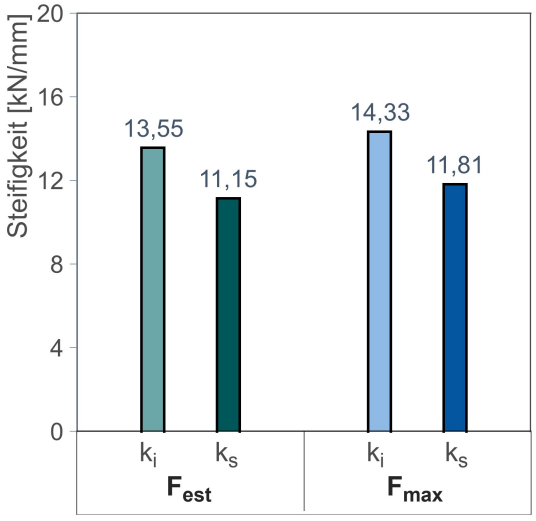


Vergleich innerhalb eines Typs

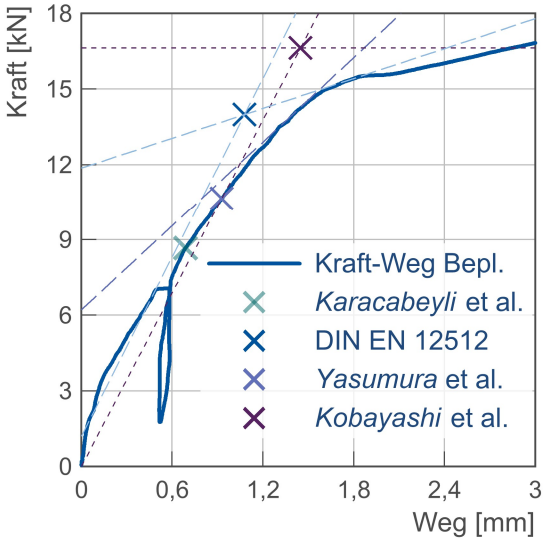


Seifigkeiten

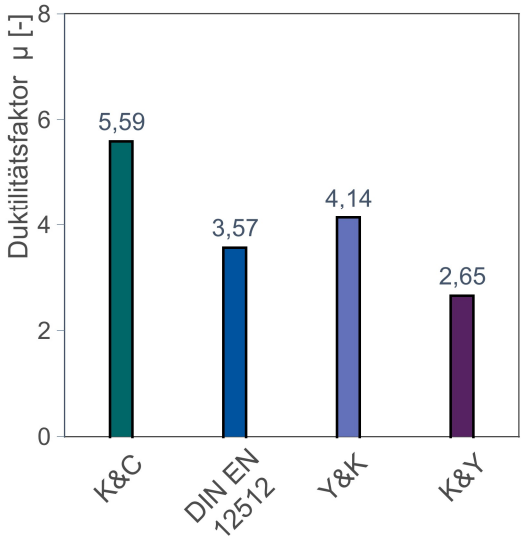




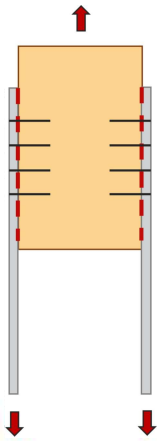
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



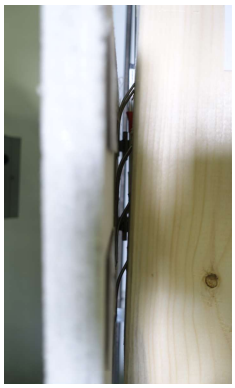
Versuch: 4-ST-GFB18-1,80-65-m-2

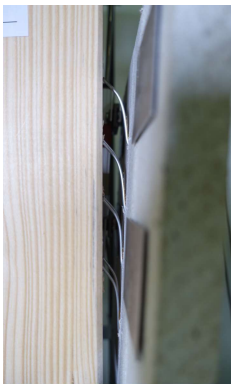


Datum:	16.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	43 %RH
Temperatur:	20,9 °C

Maximale Kraft:	15,86 kN	Weg:	3,19 mm
Max. Kraft pro VM:	1,98 kN	V_u :	12,50 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus





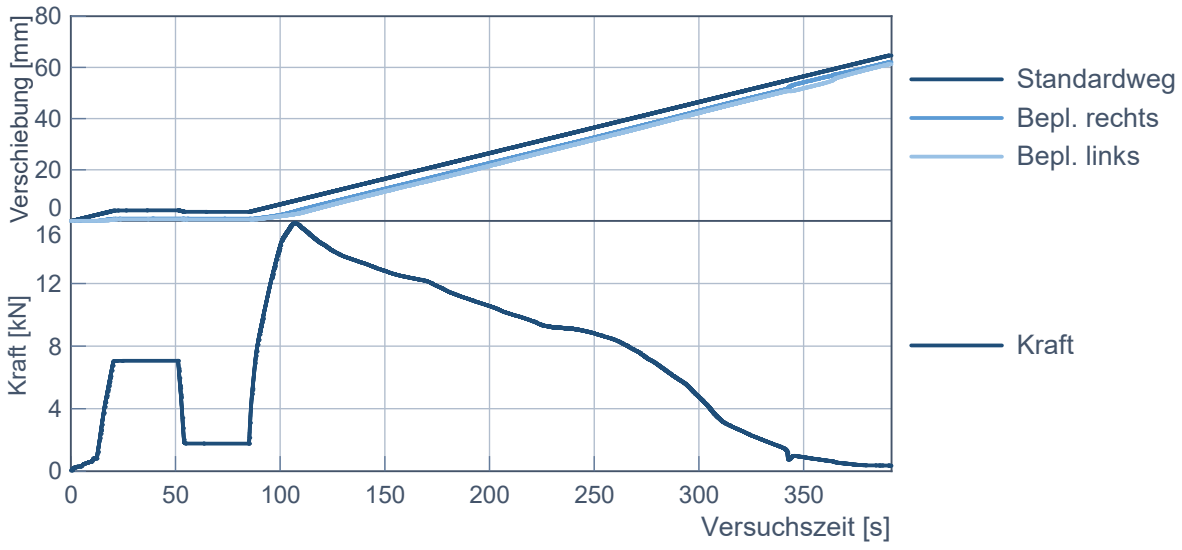
a) in Globalansicht nach Prüfende



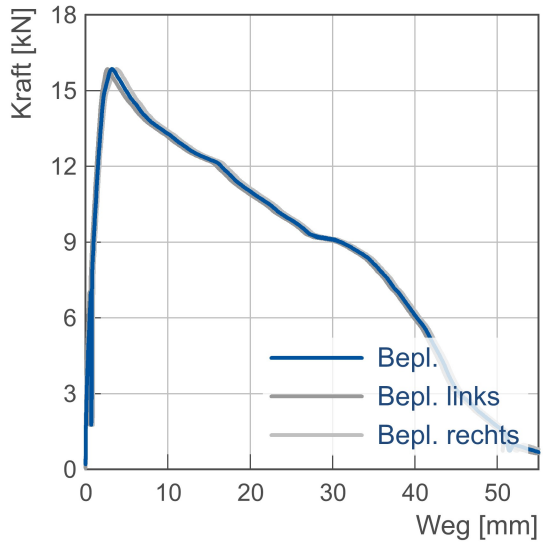


b) in Detailansicht

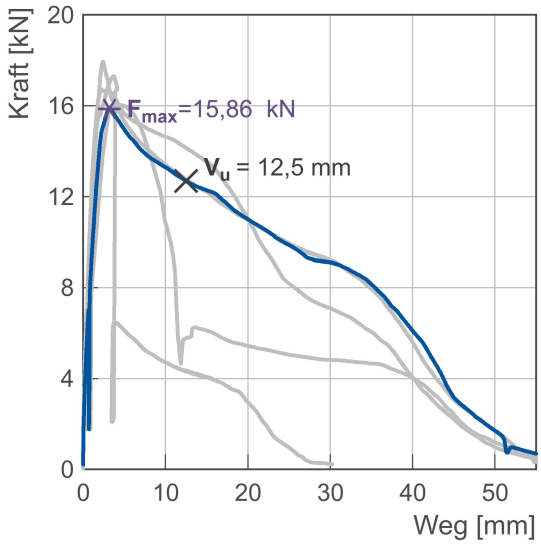
Zeitverläufe



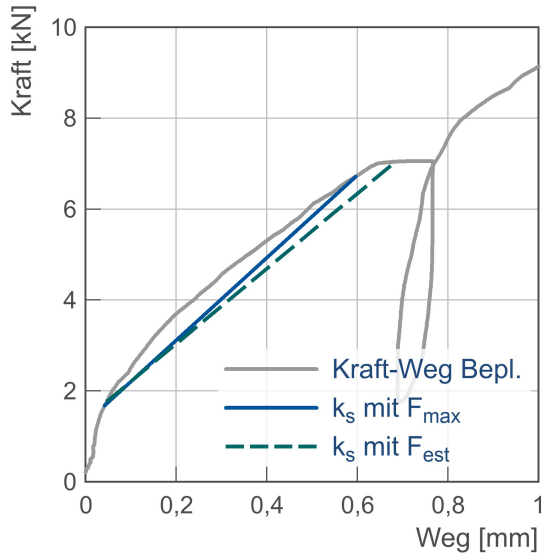
Last-Verformung

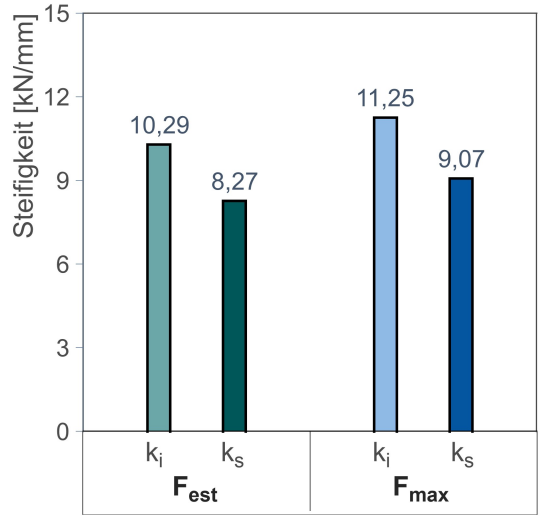


Vergleich innerhalb eines Typs

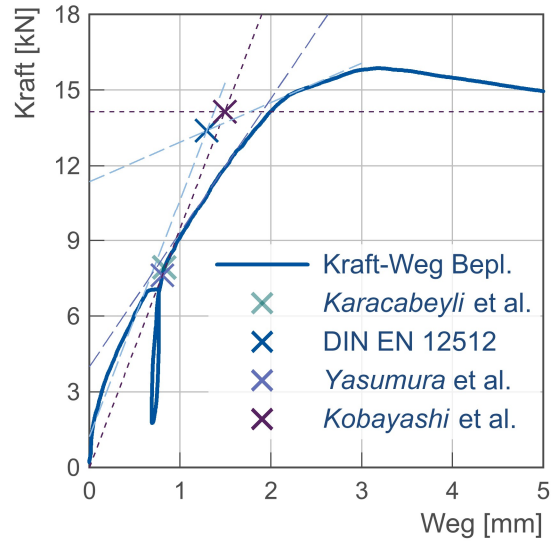


Seifigkeiten

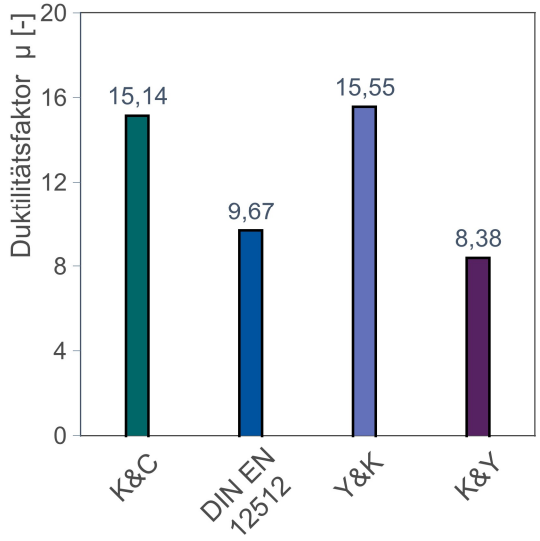




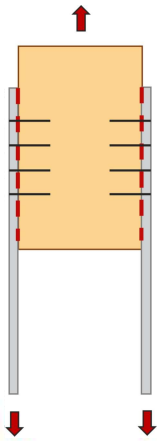
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 4-ST-GFB18-1,80-65-m-3



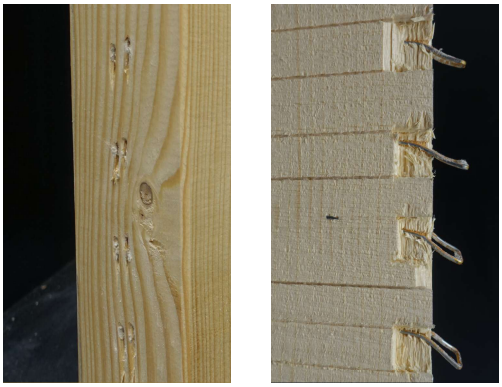
Datum:	16.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	43 %RH
Temperatur:	20,9 °C

Maximale Kraft:	16,06 kN	Weg:	3,64 mm
Max. Kraft pro VM:	2,01 kN	V_u :	8,90 mm
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Beplankung		
Bemerkung:	Linke Seite versagt später durch Herausziehen der Klammern		

Versagensmodus

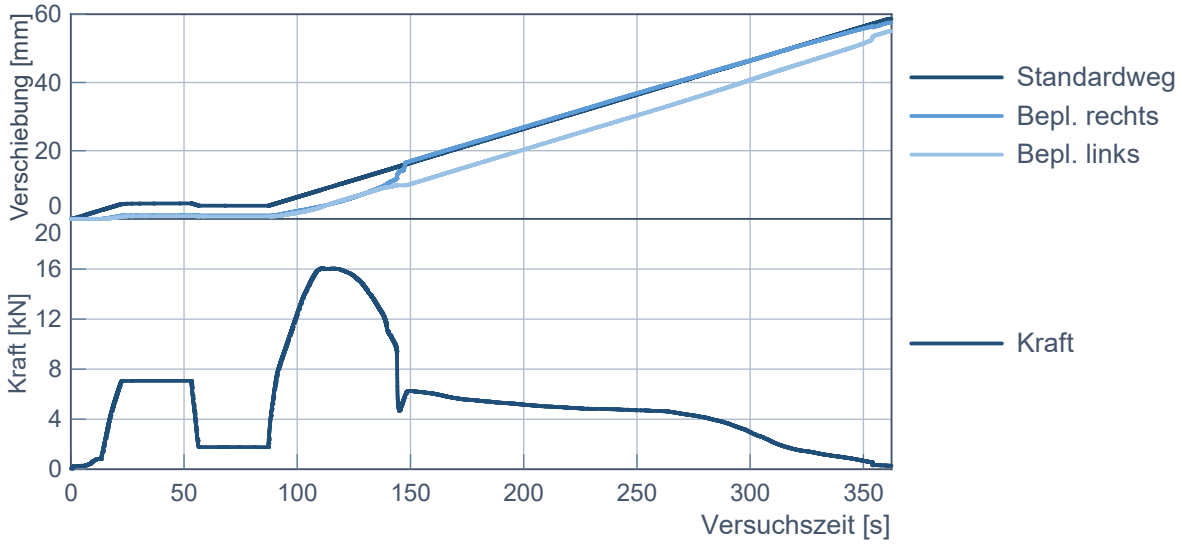


a) in Globalansicht nach Prüfende

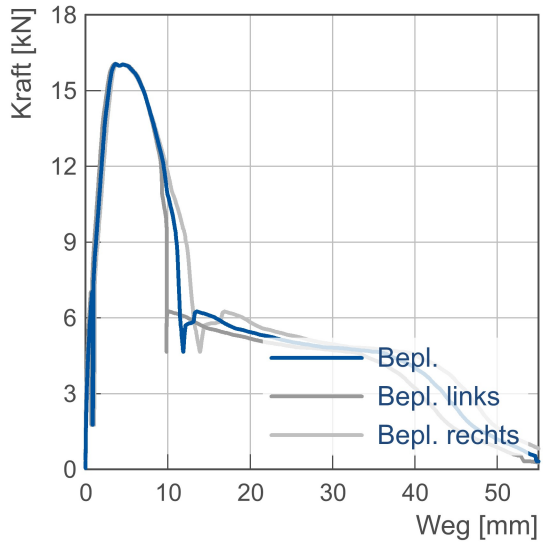


b) in Detailansicht

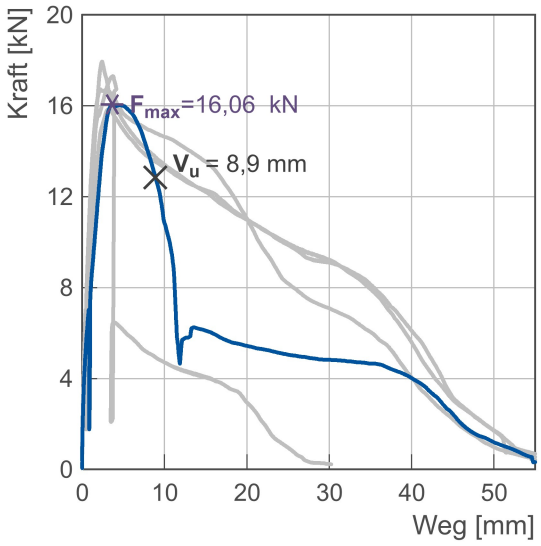
Zeitverläufe



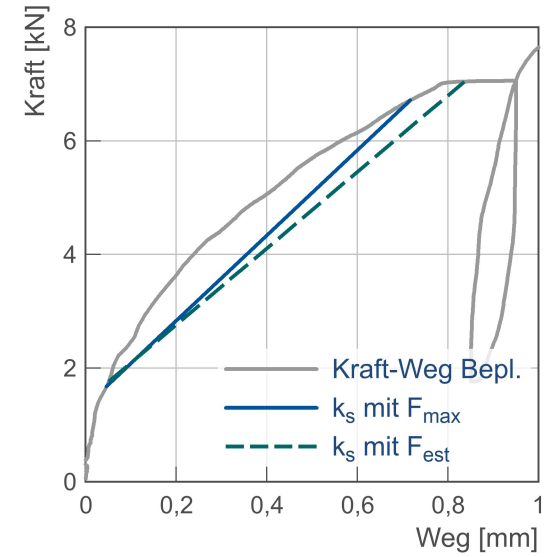
Last-Verformung

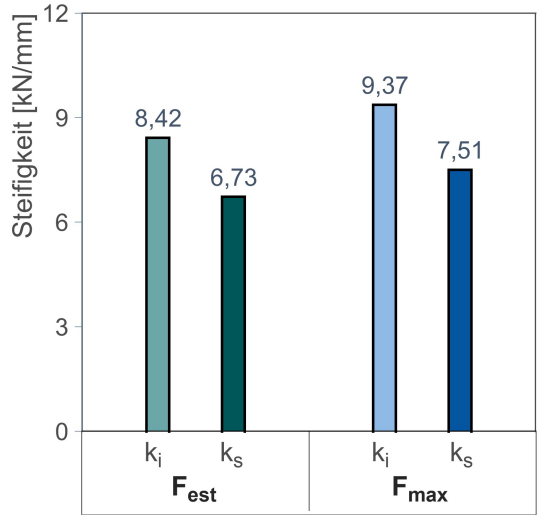


Vergleich innerhalb eines Typs

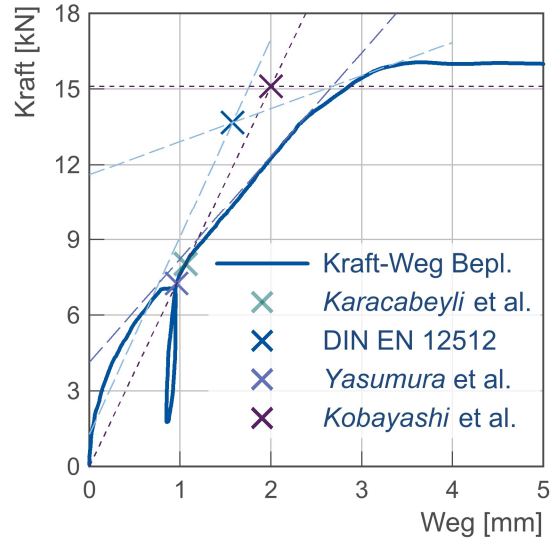


Seifigkeiten

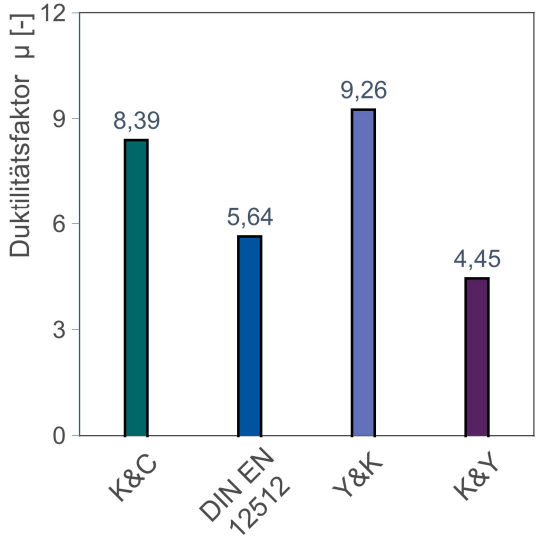




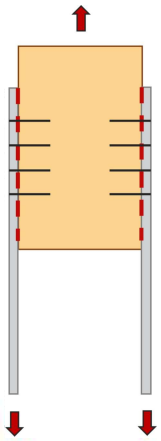
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 4-ST-GFB18-1,80-65-m-4



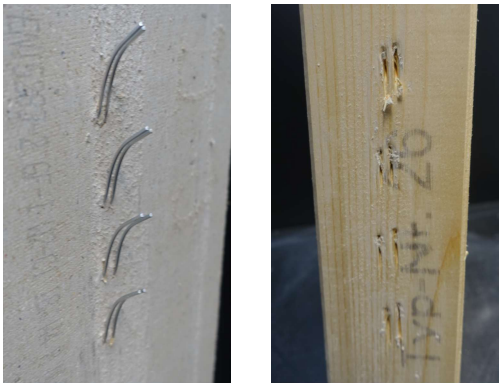
Datum:	16.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	43 %RH
Temperatur:	20,9 °C

Maximale Kraft:	17,94 kN	Weg:	2,40 mm
Max. Kraft pro VM:	2,24 kN	V_u :	7,02 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

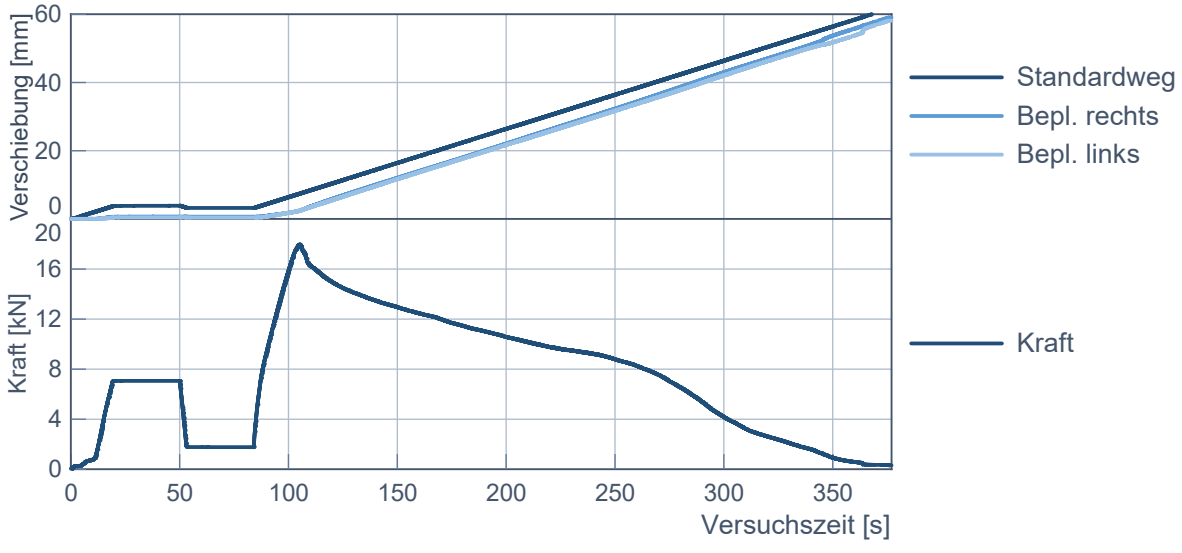


a) in Globalansicht nach Prüfende

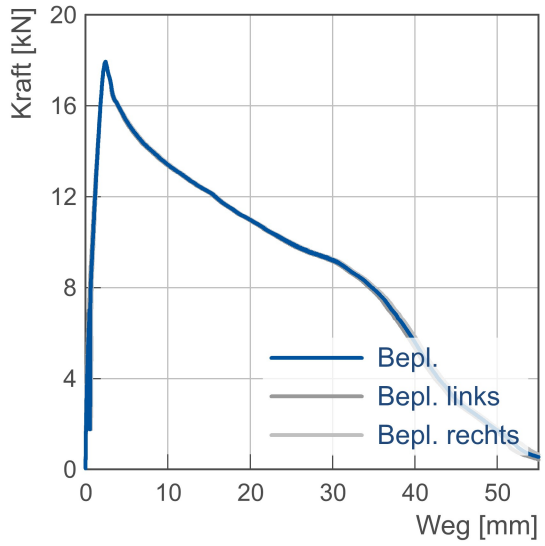


b) in Detailansicht

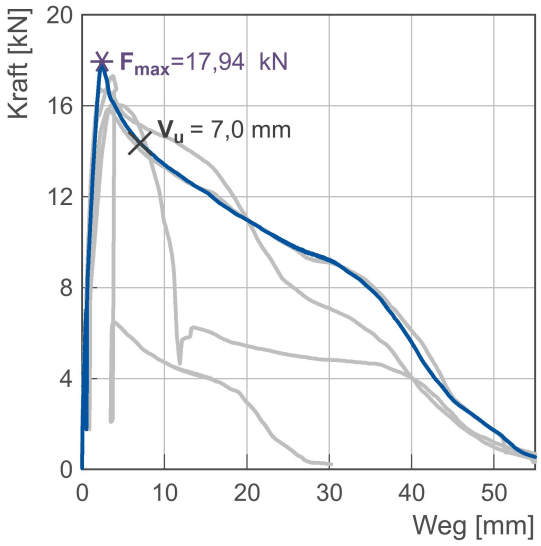
Zeitverläufe



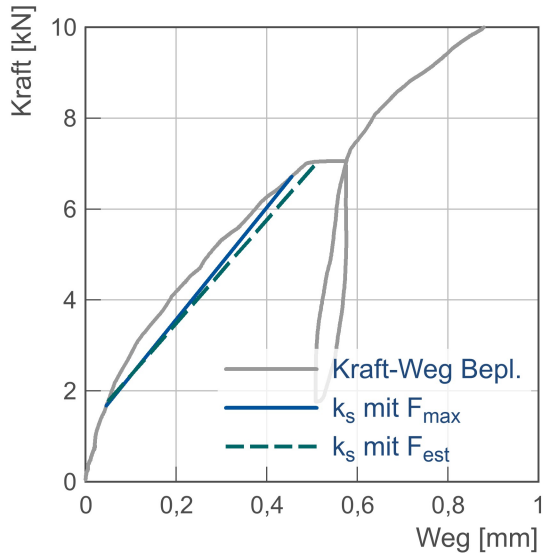
Last-Verformung

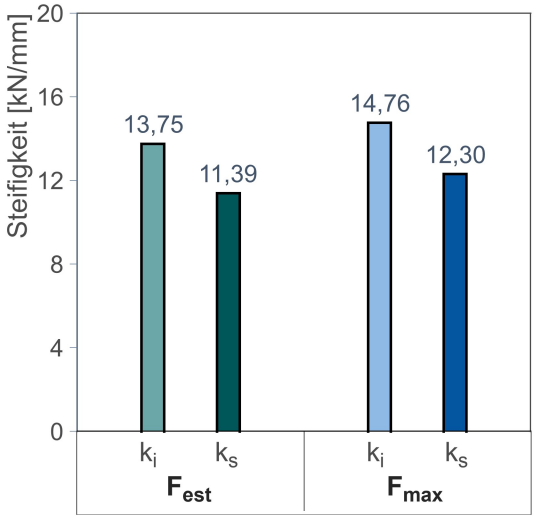


Vergleich innerhalb eines Typs

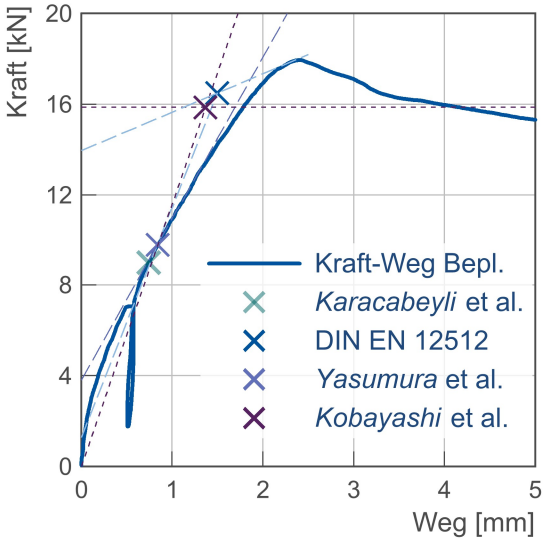


Seifigkeiten

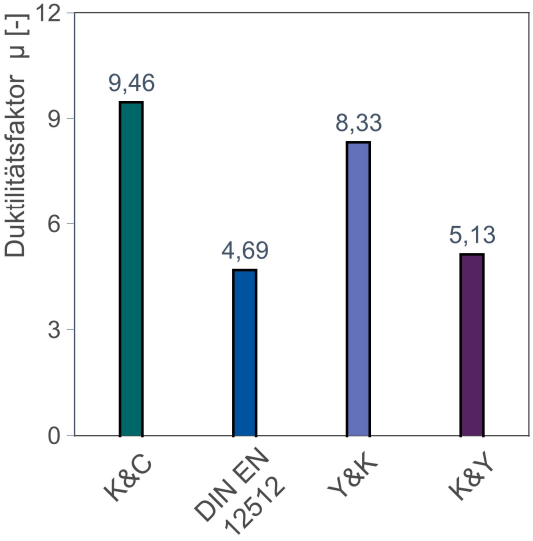




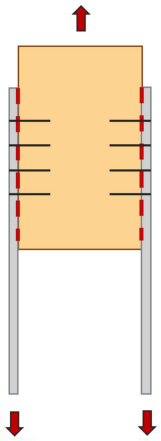
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 4-ST-GFB18-1,80-65-m-5



Datum:	16.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	43 %RH
Temperatur:	20,9 °C

Maximale Kraft:	16,72 kN	Weg:	2,20 mm
Max. Kraft pro VM:	2,09 kN	V_u :	15,55 mm
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens & vereinzelt Herausziehen		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

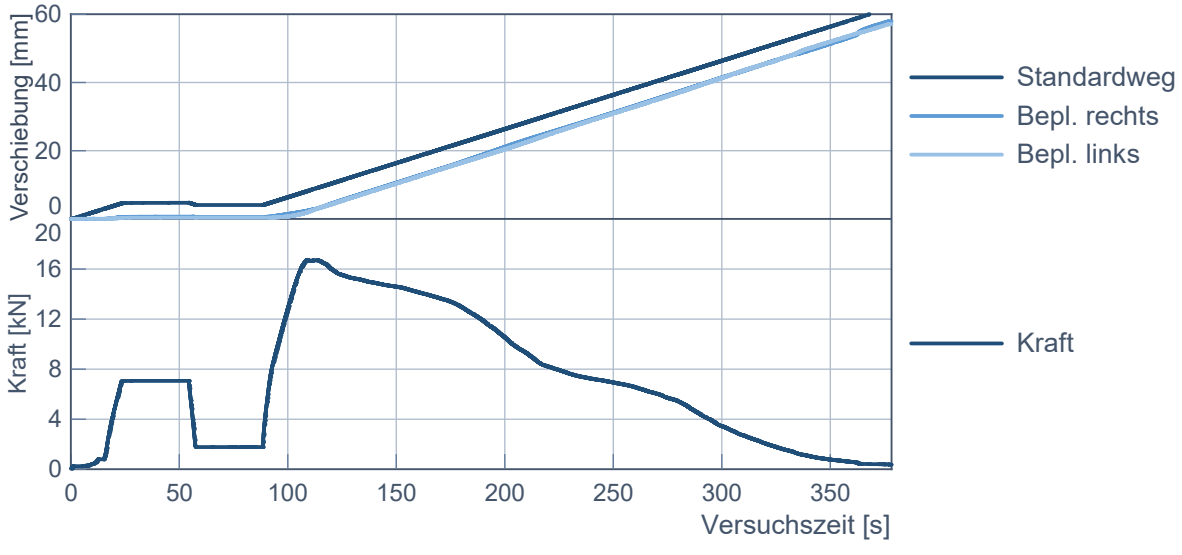


a) in Globalansicht nach Prüfende

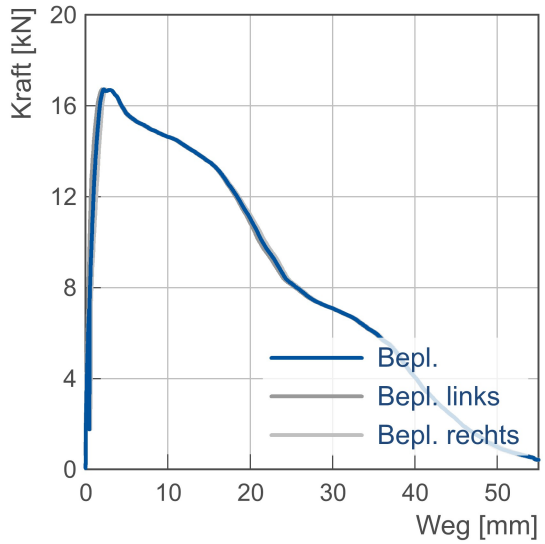


b) in Detailansicht

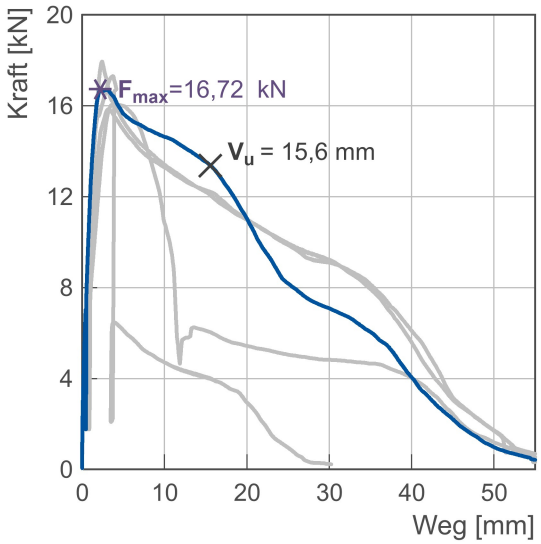
Zeitverläufe



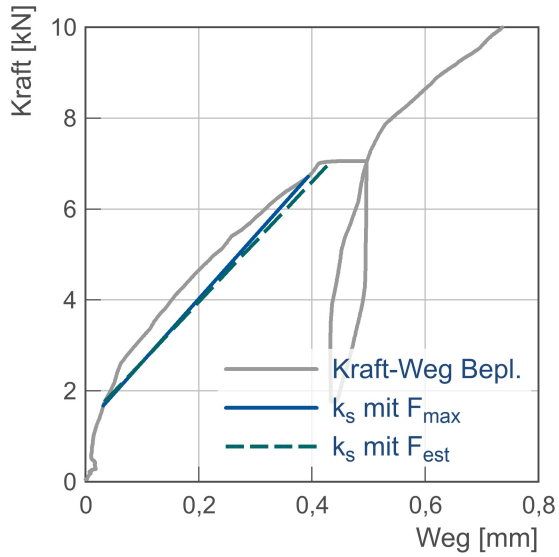
Last-Verformung

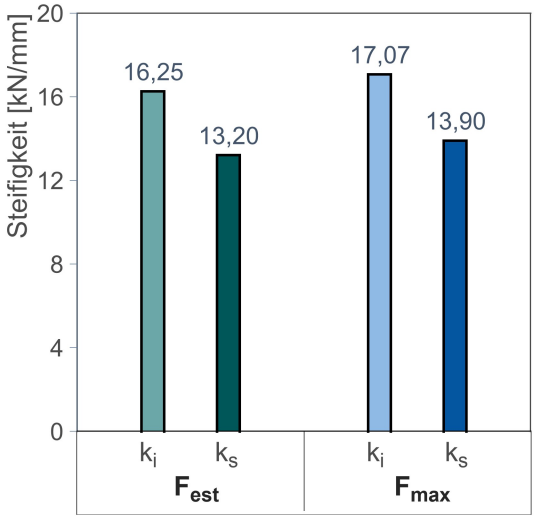


Vergleich innerhalb eines Typs

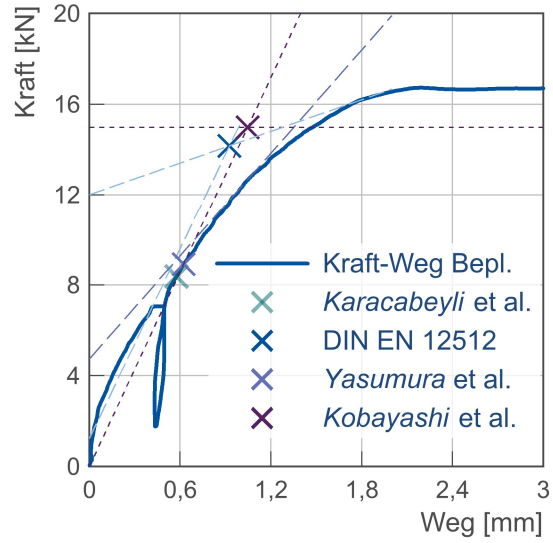


Seifigkeiten

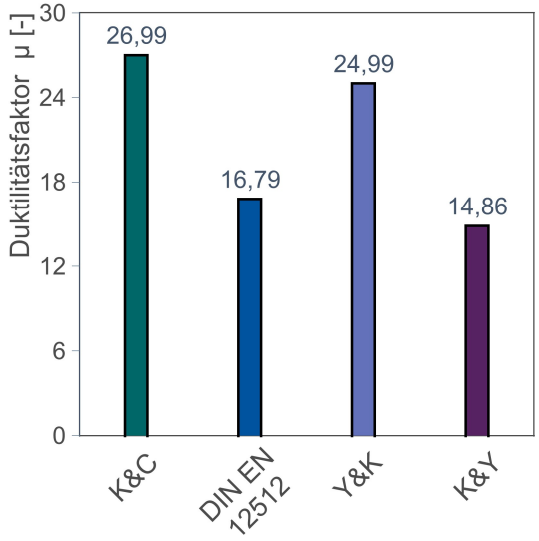




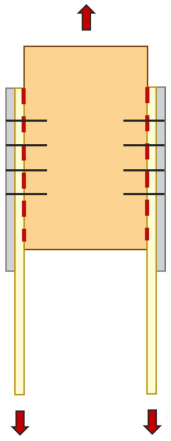
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 5-ST-OSB15-GFB12,5-st1,80-65-m-1



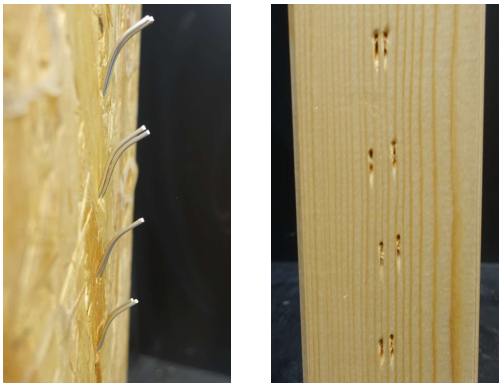
Datum:	18.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	36,0 %RH
Temperatur:	23,9 °C

Maximale Kraft:	10,47 kN	Weg:	8,43 mm
Max. Kraft pro VM:	1,31 kN	V_u :	28,50 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

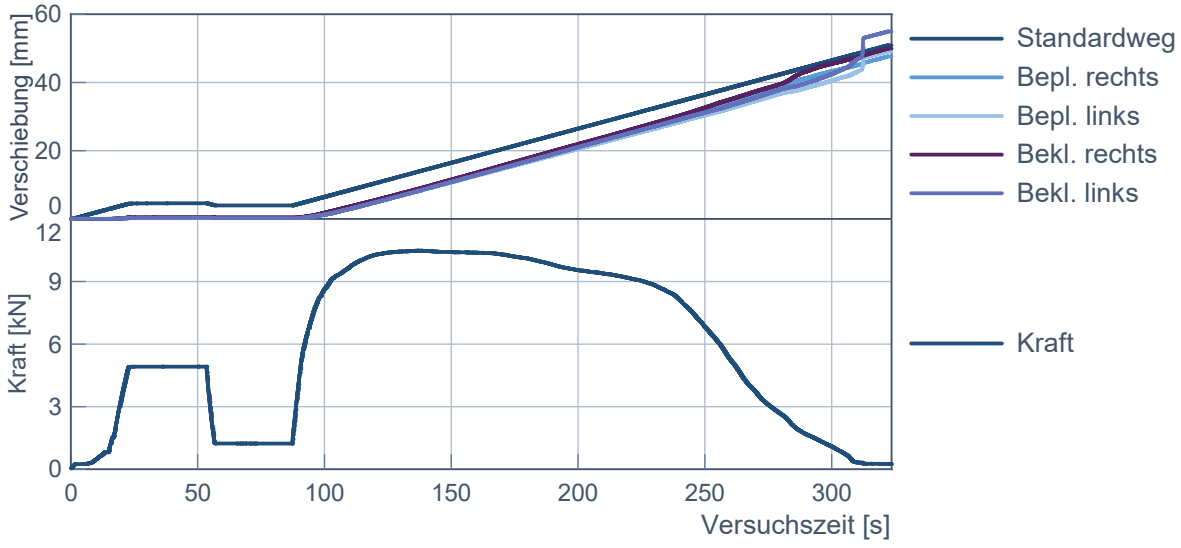


a) in Globalansicht nach Prüfende

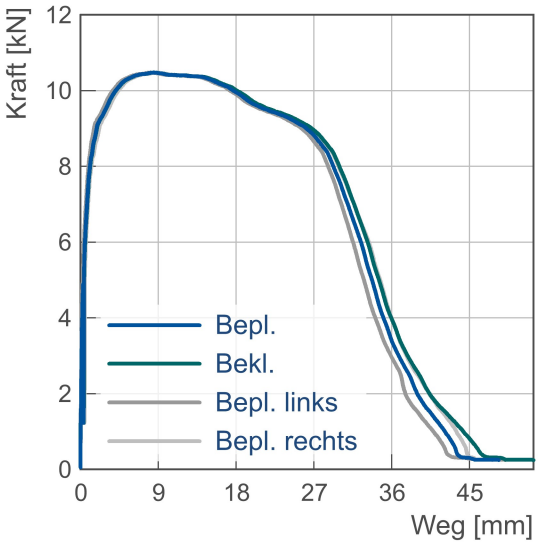


b) in Detailansicht

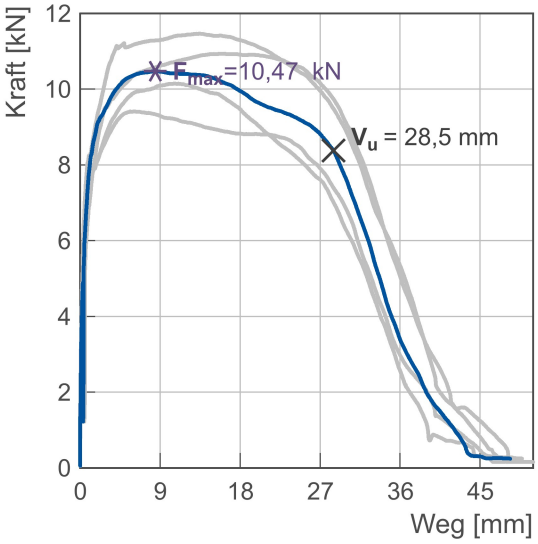
Zeitverläufe



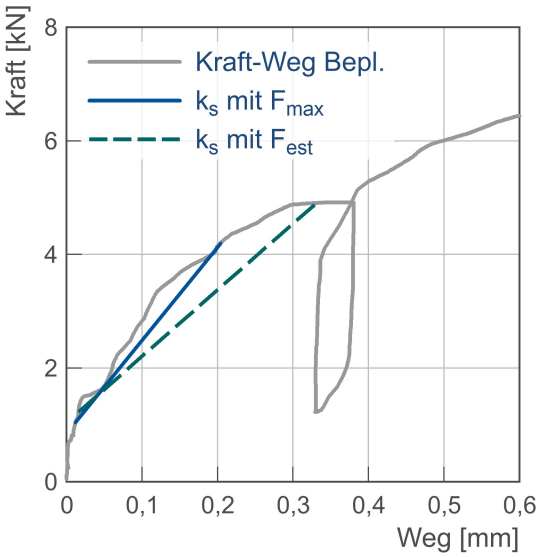
Last-Verformung

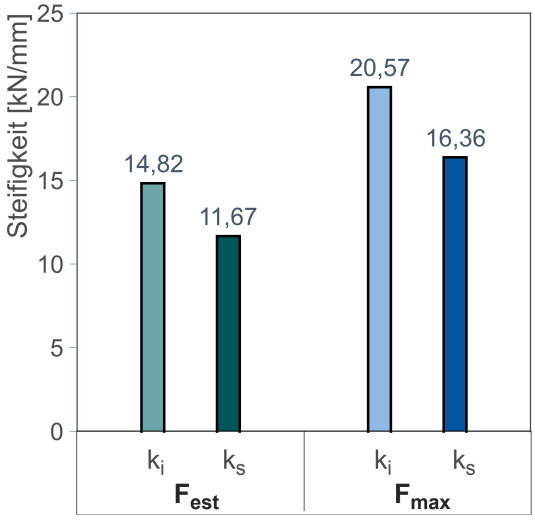


Vergleich innerhalb eines Typs

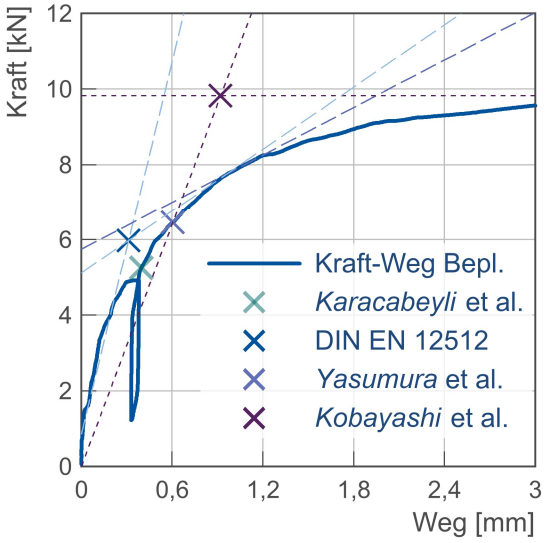


Seifigkeiten

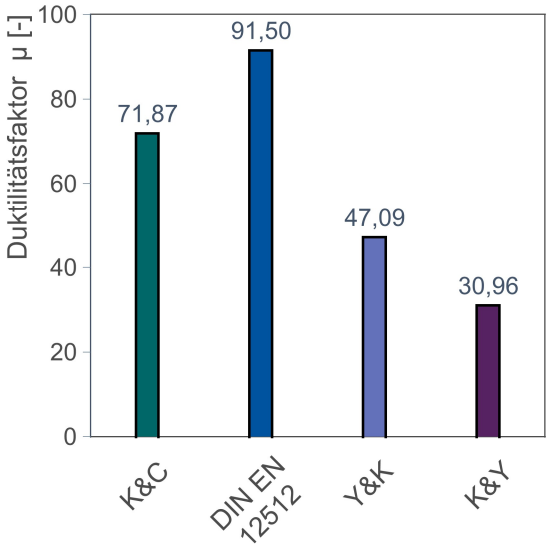




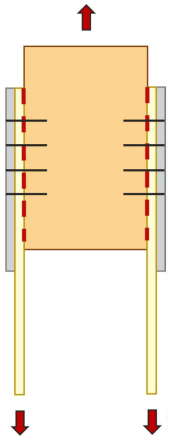
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



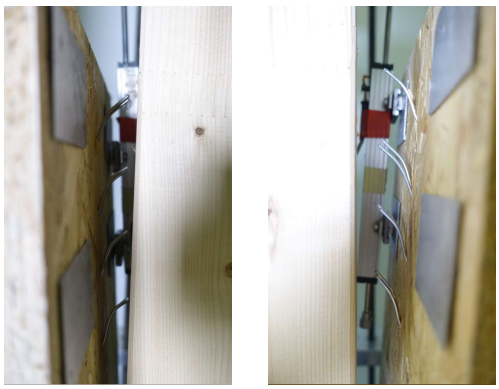
Versuch: 5-ST-OSB15-GFB12,5-st1,80-65-m-2



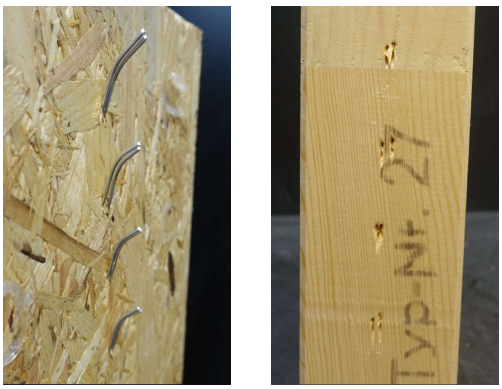
Datum:	18.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	36,0 %RH
Temperatur:	23,9 °C

Maximale Kraft:	10,15 kN	Weg:	10,69 mm
Max. Kraft pro VM:	1,27 kN	V_u :	24,74 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

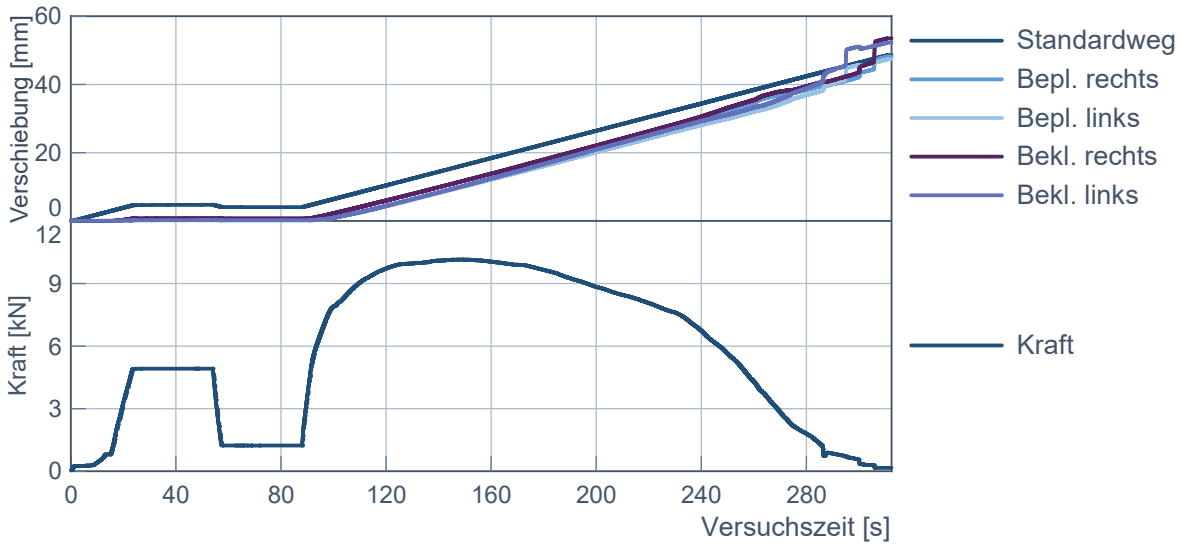


a) in Globalansicht nach Prüfende

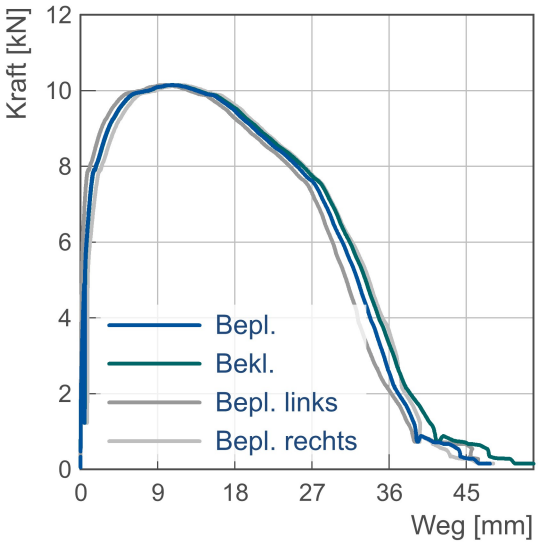


b) in Detailansicht

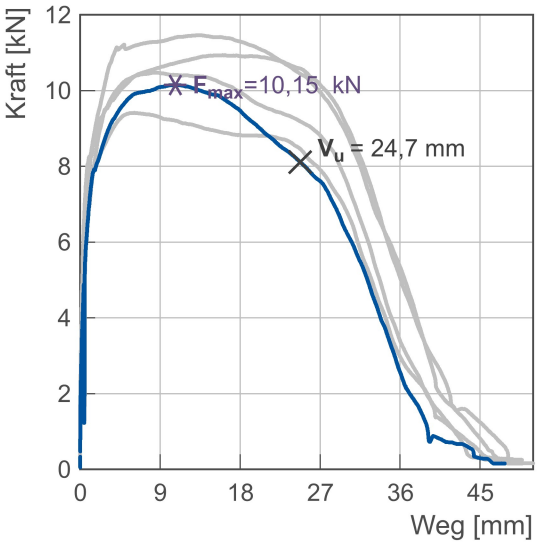
Zeitverläufe



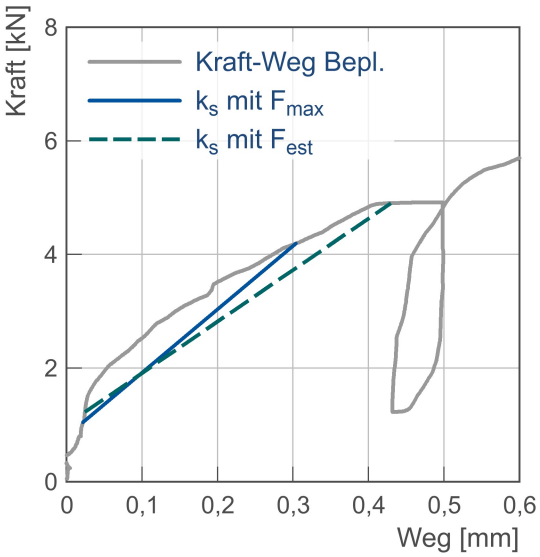
Last-Verformung

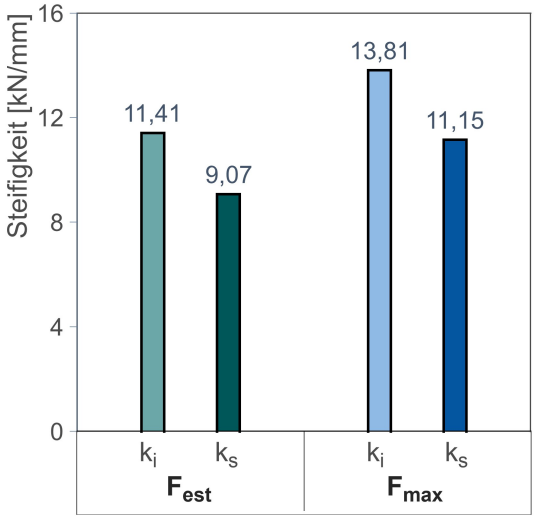


Vergleich innerhalb eines Typs

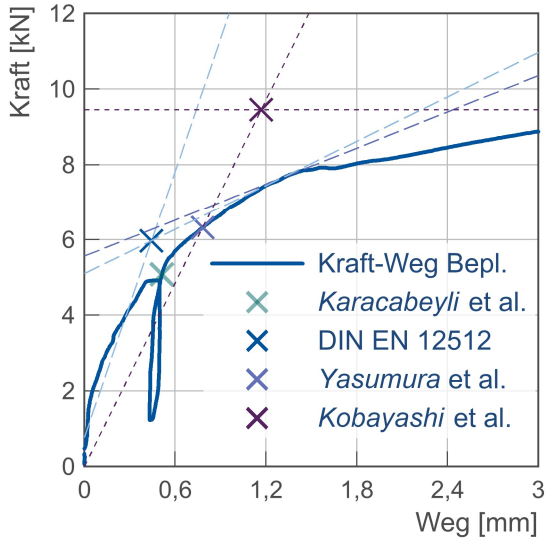


Seifigkeiten

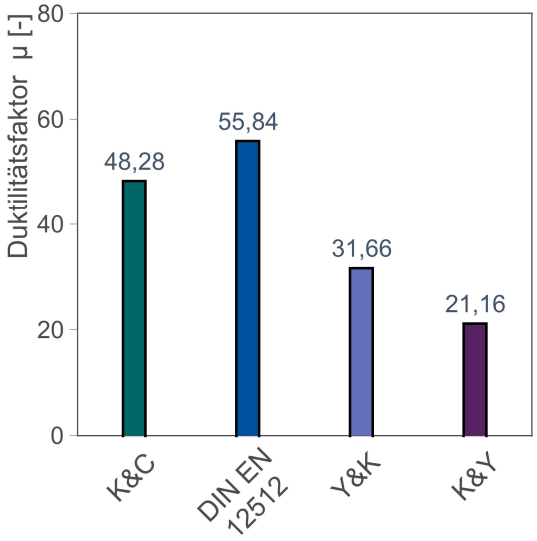




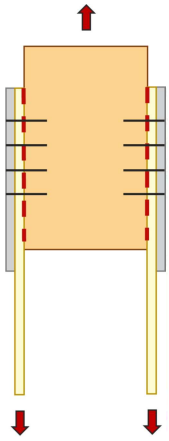
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 5-ST-OSB15-GFB12,5-st1,80-65-m-3



Datum:	18.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	36,0 %RH
Temperatur:	23,9 °C

Maximale Kraft:	11,46 kN	Weg:	13,51 mm
Max. Kraft pro VM:	1,43 kN	V_u :	29,27 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

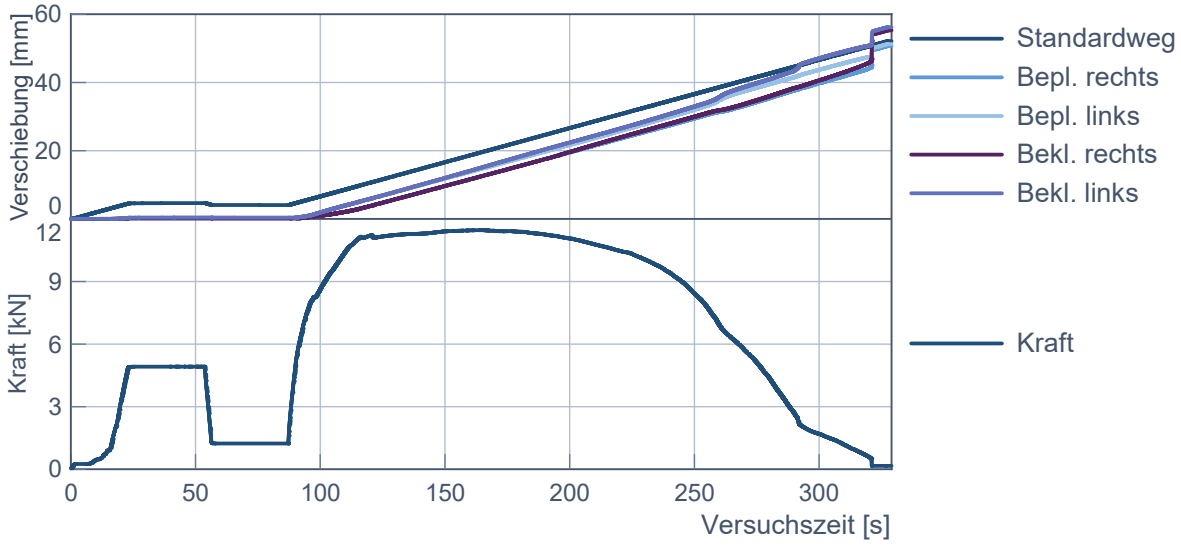


a) in Globalansicht nach Prüfende

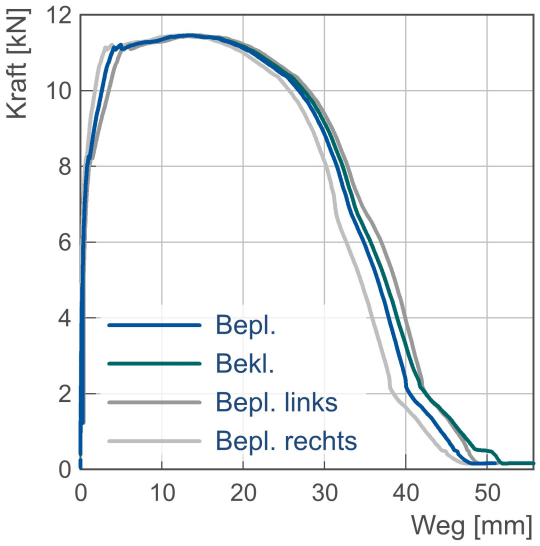


b) in Detailansicht

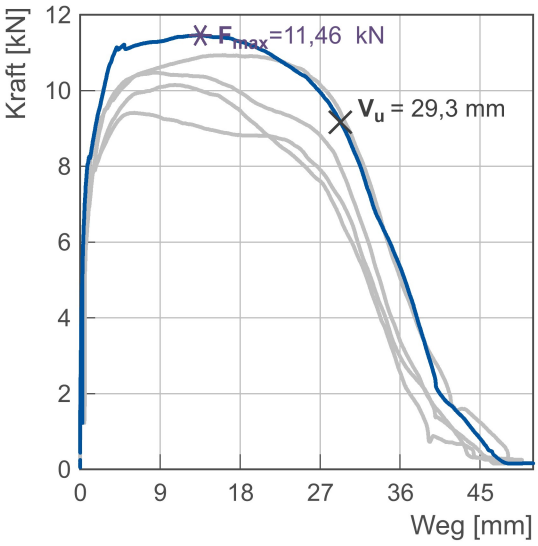
Zeitverläufe



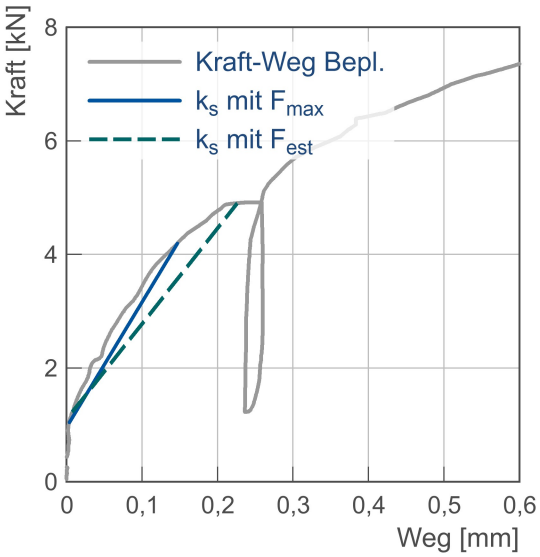
Last-Verformung

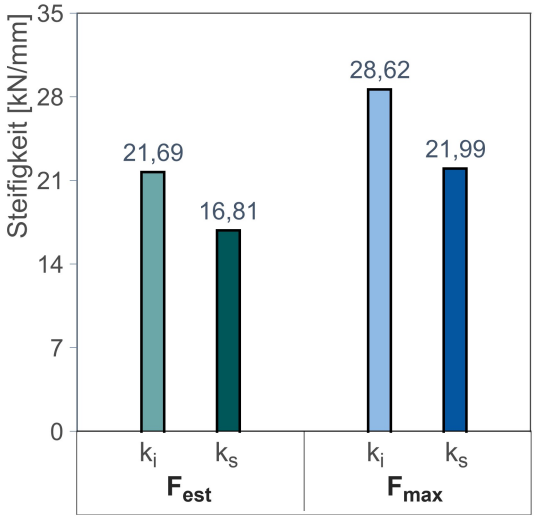


Vergleich innerhalb eines Typs

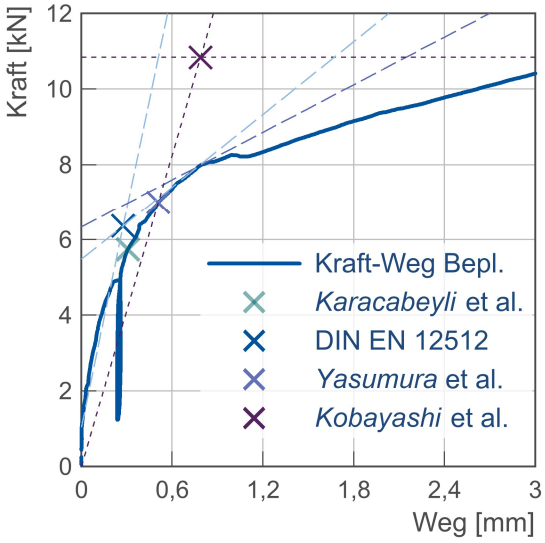


Seifigkeiten

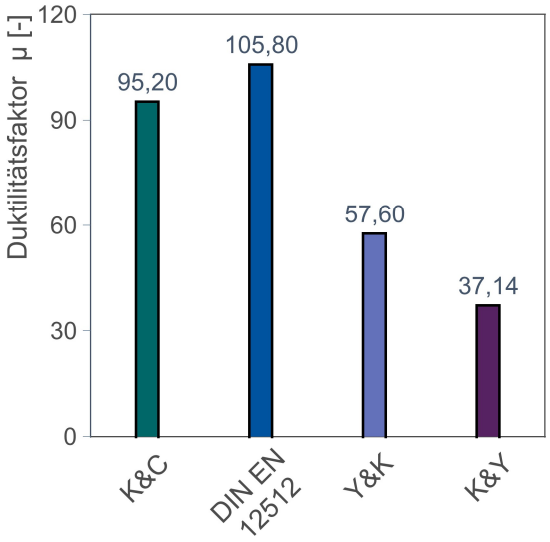




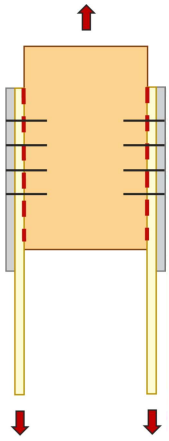
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 5-ST-OSB15-GFB12,5-st1,80-65-m-4



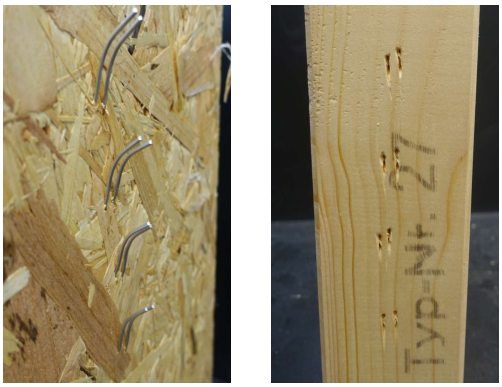
Datum:	18.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	36,0 %RH
Temperatur:	23,9 °C

Maximale Kraft:	9,41 kN	Weg:	6,12 mm
Max. Kraft pro VM:	1,18 kN	V_u :	28,14 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

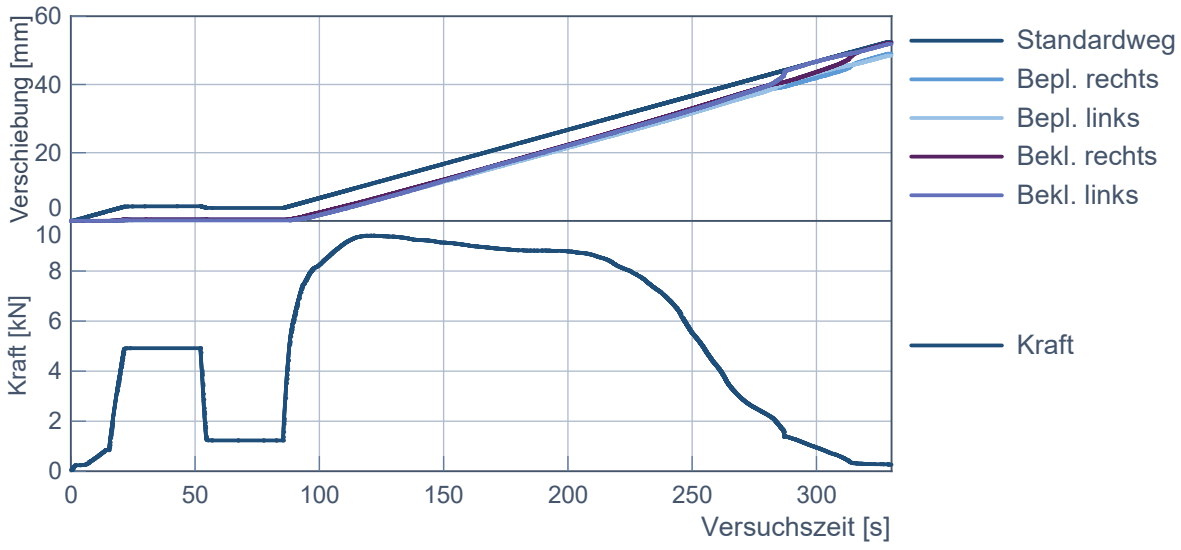


a) in Globalansicht nach Prüfende

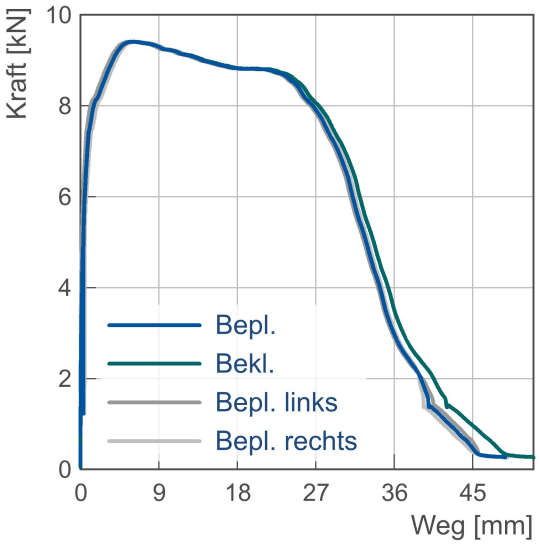


b) in Detailansicht

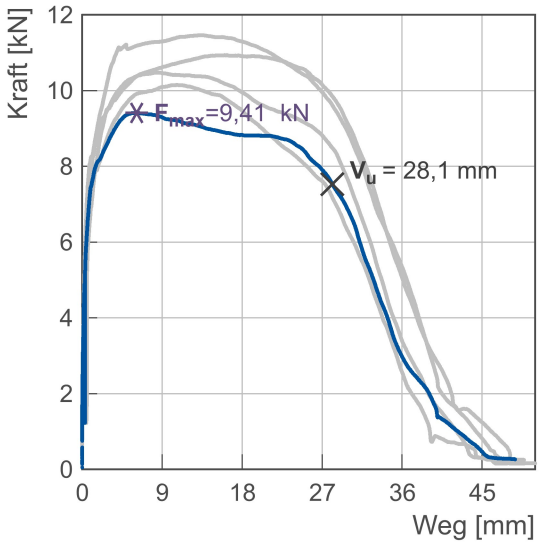
Zeitverläufe



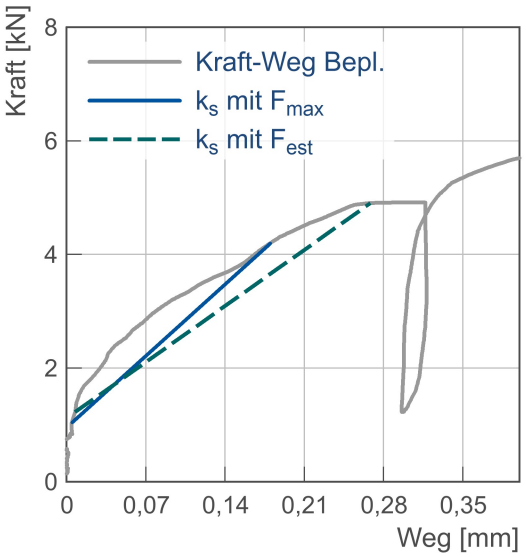
Last-Verformung

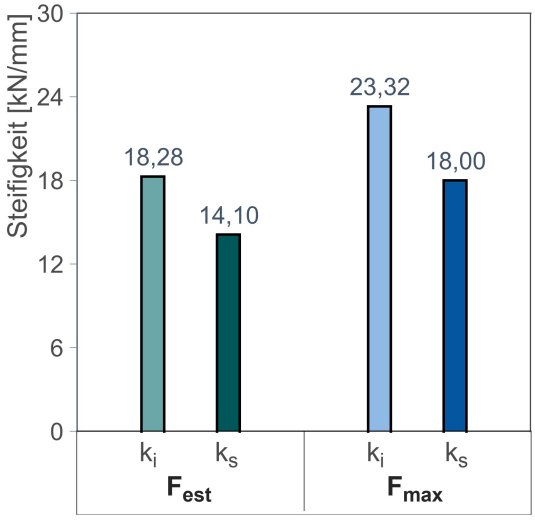


Vergleich innerhalb eines Typs

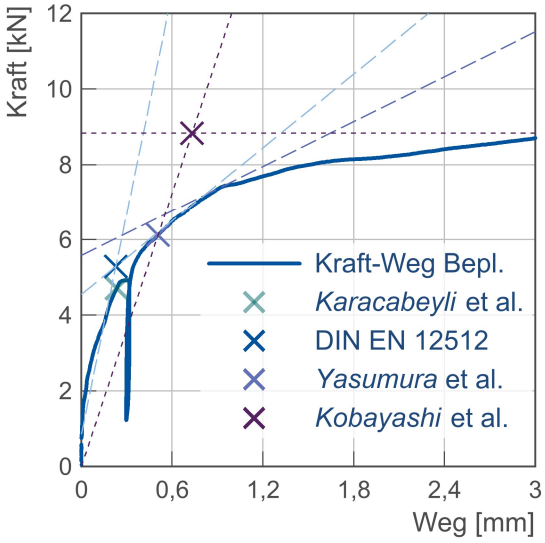


Seifigkeiten

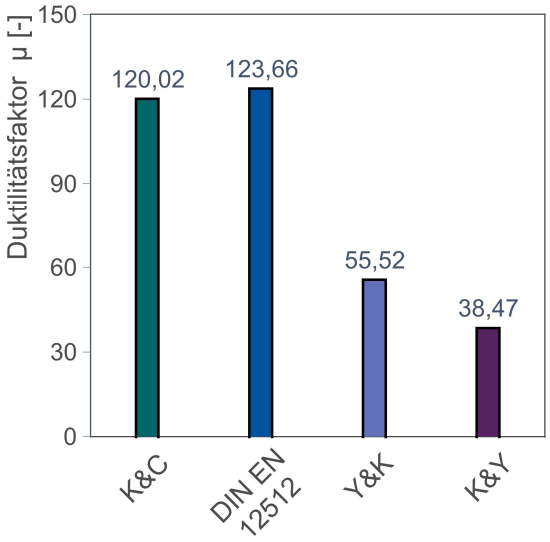




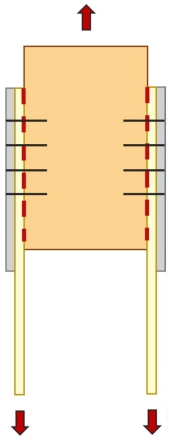
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



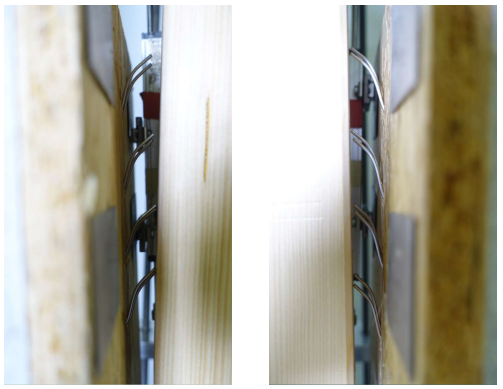
Versuch: 5-ST-OSB15-GFB12,5-st1,80-65-m-5



Datum:	19.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	36,0 %RH
Temperatur:	23,9 °C

Maximale Kraft:	10,93 kN	Weg:	16,00 mm
Max. Kraft pro VM:	1,37 kN	V_u :	30,65 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	Löcher in linker Beplankung nachgebohrt		

Versagensmodus

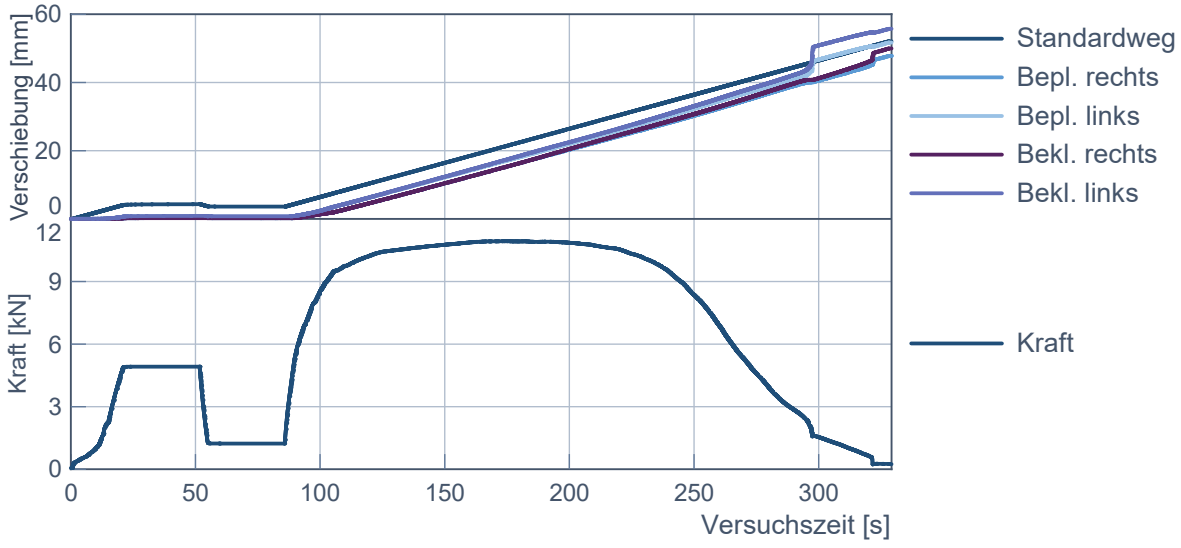


a) in Globalansicht nach Prüfende

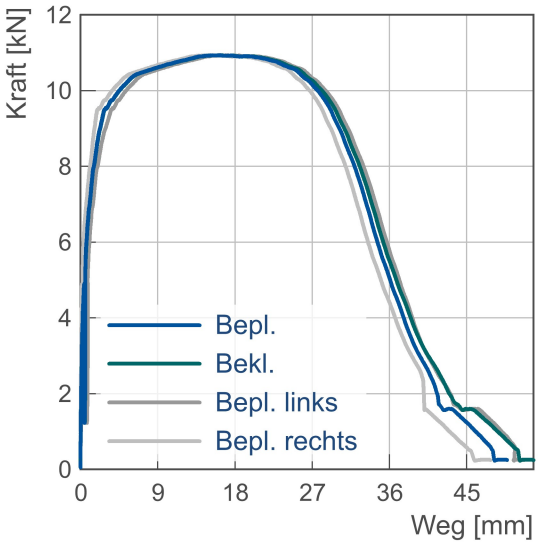


b) in Detailansicht

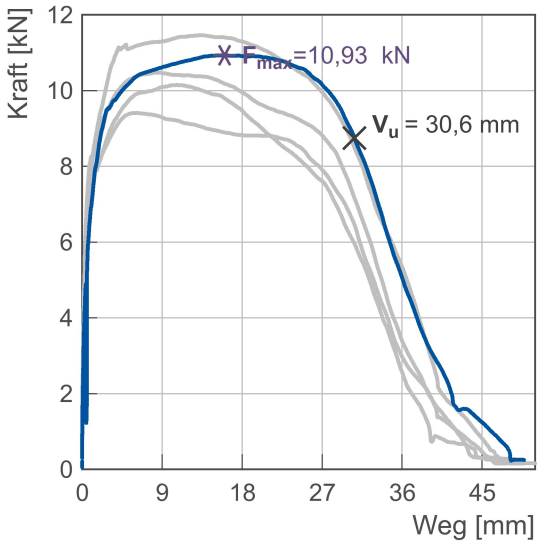
Zeitverläufe



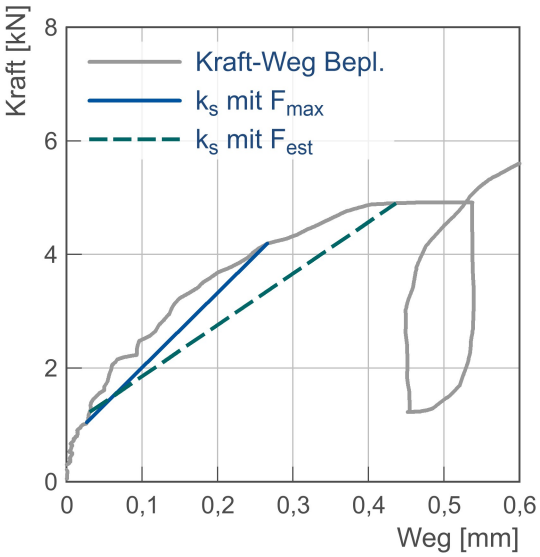
Last-Verformung

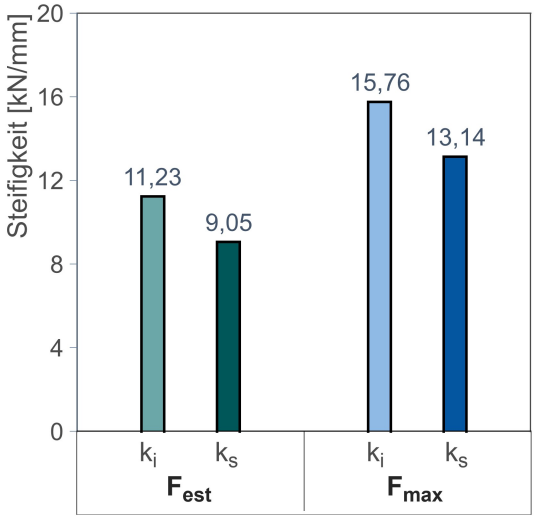


Vergleich innerhalb eines Typs

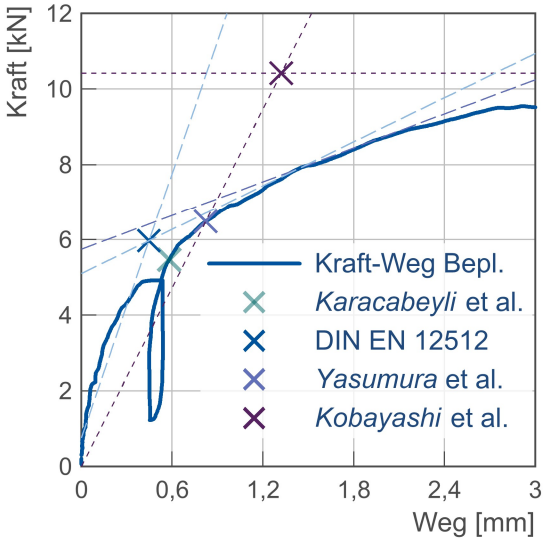


Seifigkeiten

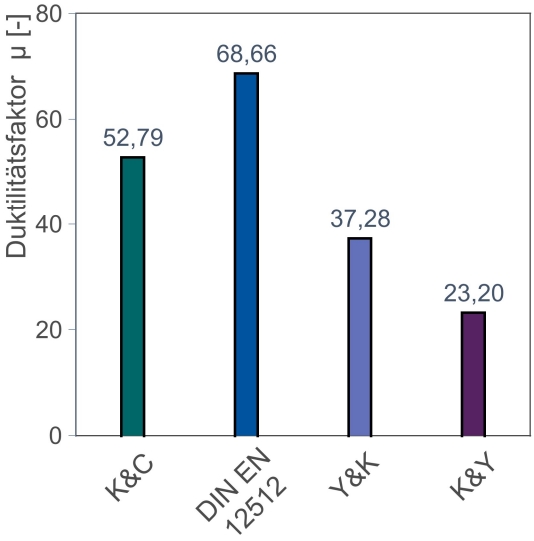




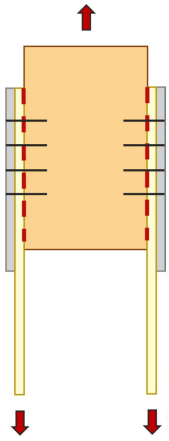
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



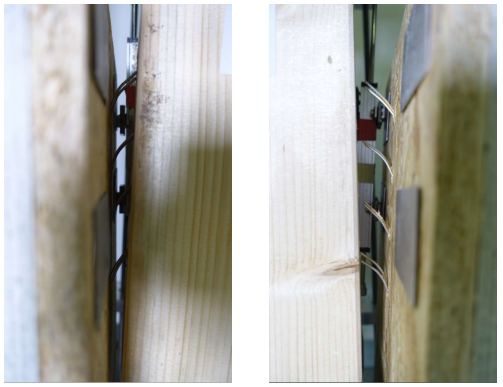
Versuch: 6-ST-OSB15-GFB18-st1,80-65-m-1



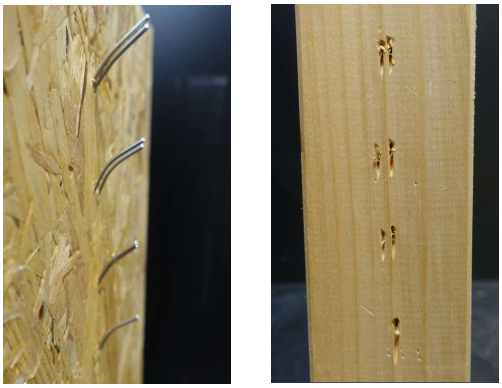
Datum:	17.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	41,0 %RH
Temperatur:	21,2 °C

Maximale Kraft:	7,28 kN	Weg:	5,02 mm
Max. Kraft pro VM:	0,91 kN	V_u :	15,96 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

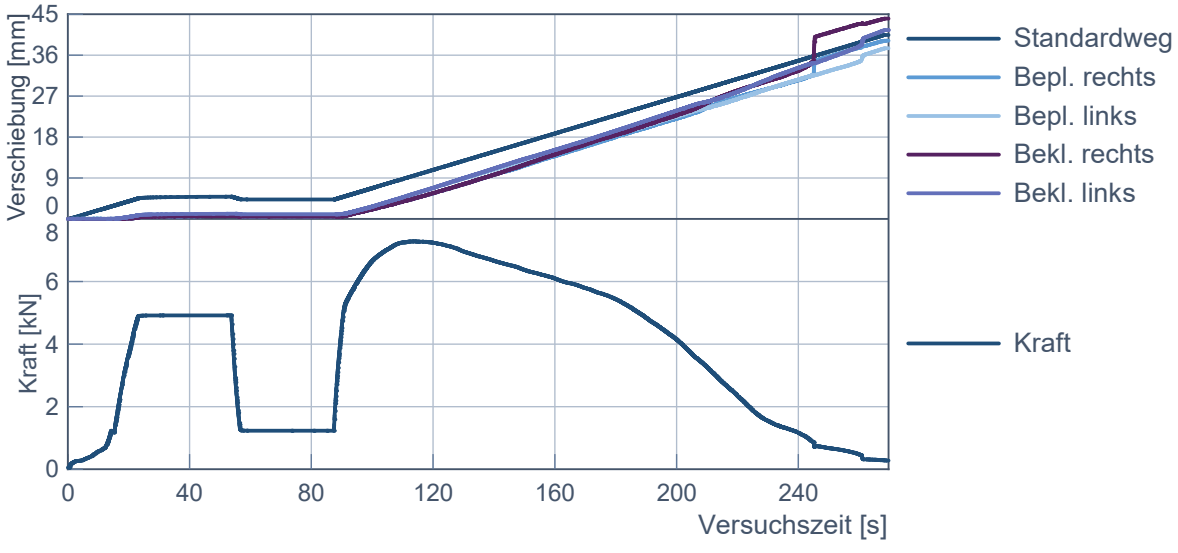


a) in Globalansicht nach Prüfende

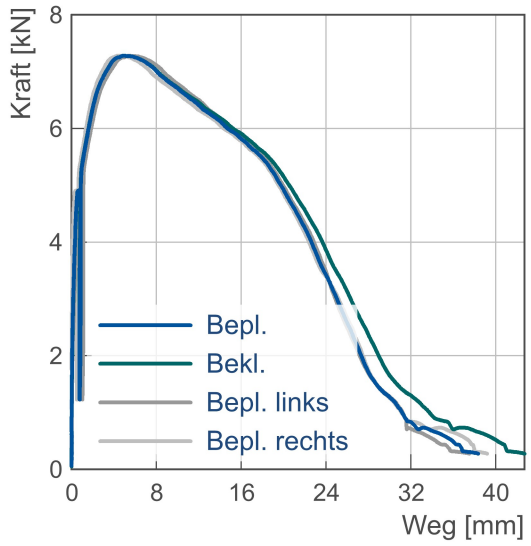


b) in Detailansicht

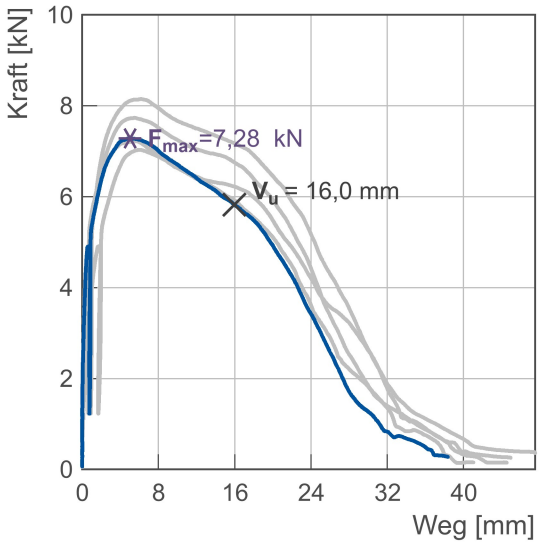
Zeitverläufe



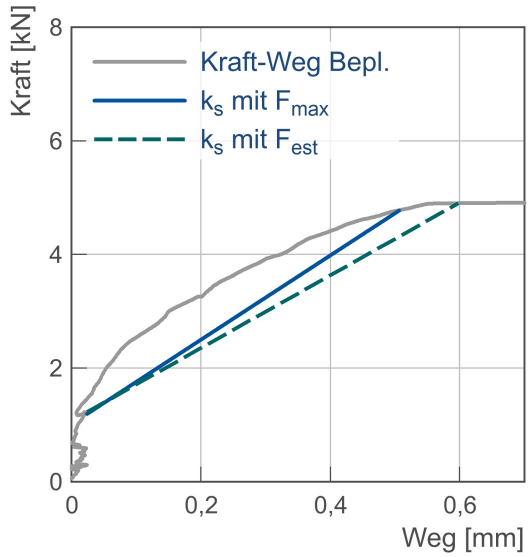
Last-Verformung

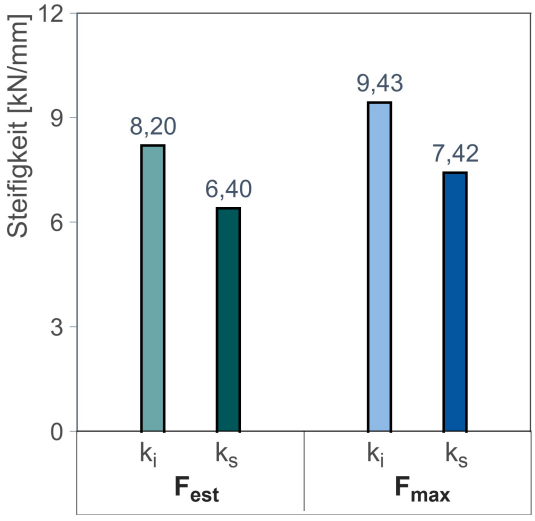


Vergleich innerhalb eines Typs

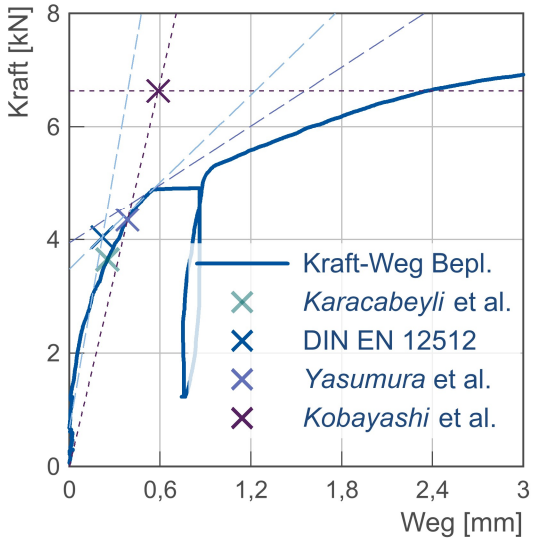


Seifigkeiten

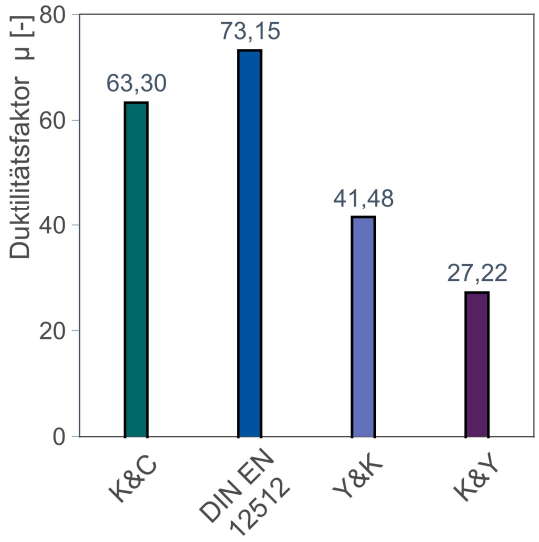




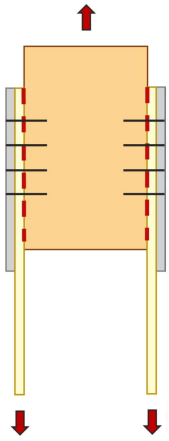
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 6-ST-OSB15-GFB18-st1,80-65-m-2



Datum:	17.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	41,0 %RH
Temperatur:	21,2 °C

Maximale Kraft:	7,74 kN	Weg:	5,49 mm
Max. Kraft pro VM:	0,97 kN	V_u :	18,90 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

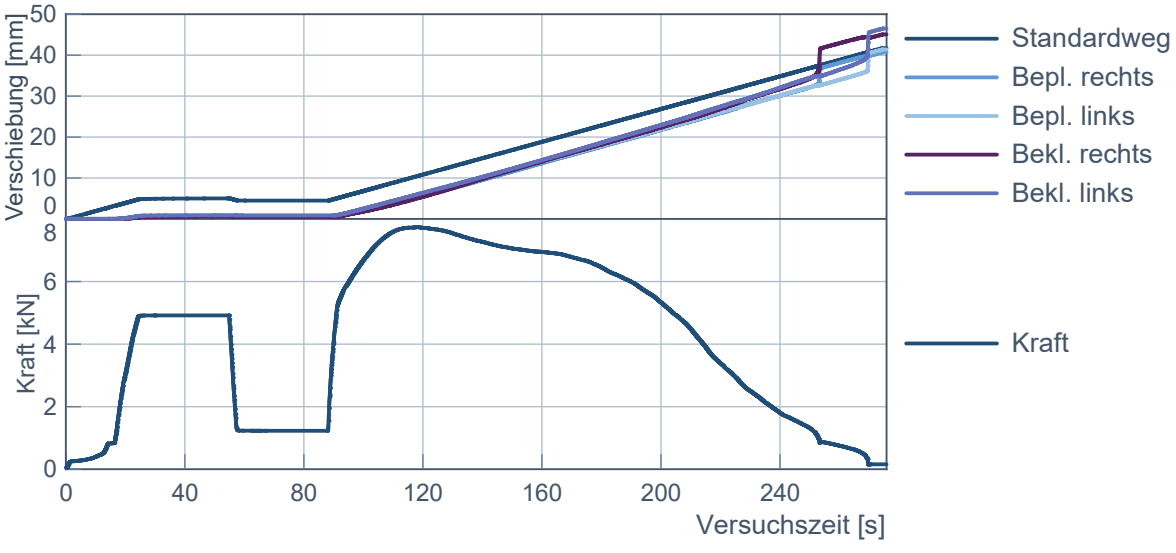


a) in Globalansicht nach Prüfende

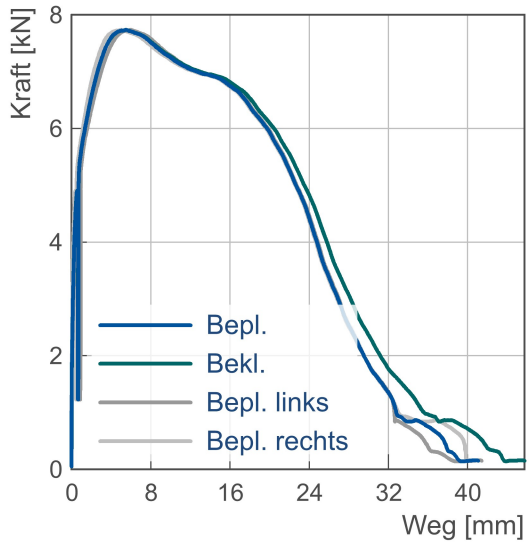


b) in Detailansicht

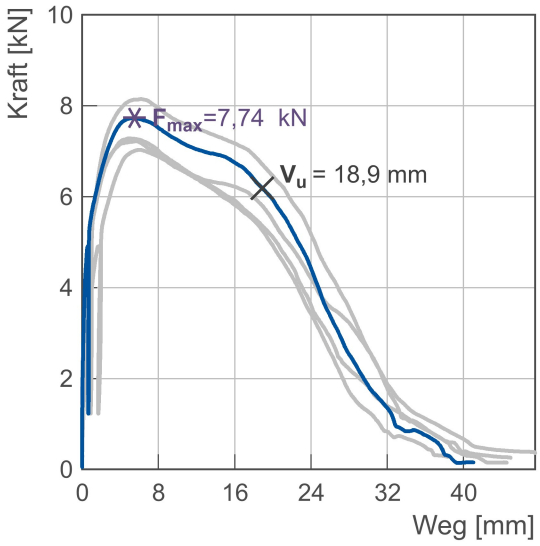
Zeitverläufe



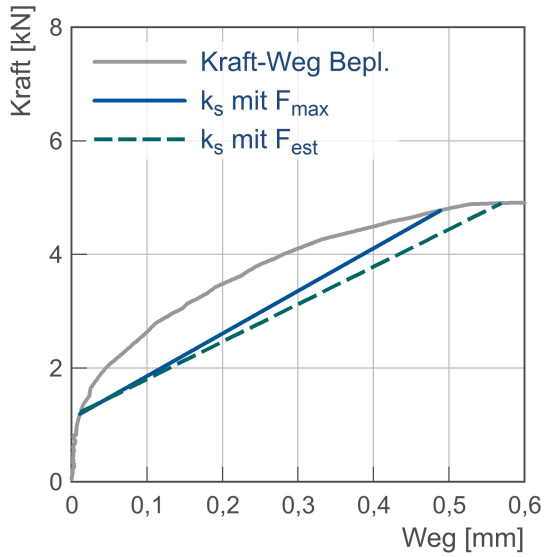
Last-Verformung

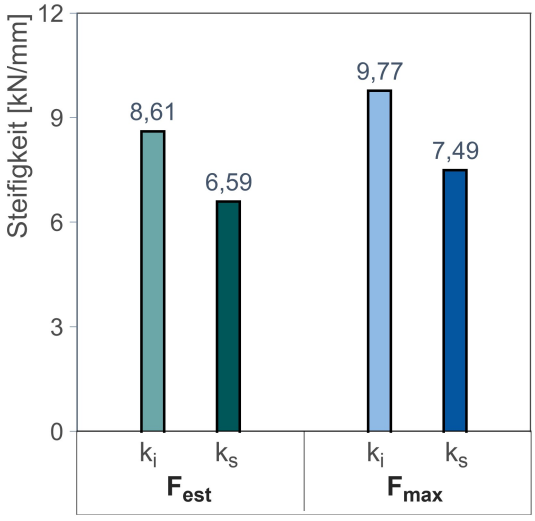


Vergleich innerhalb eines Typs

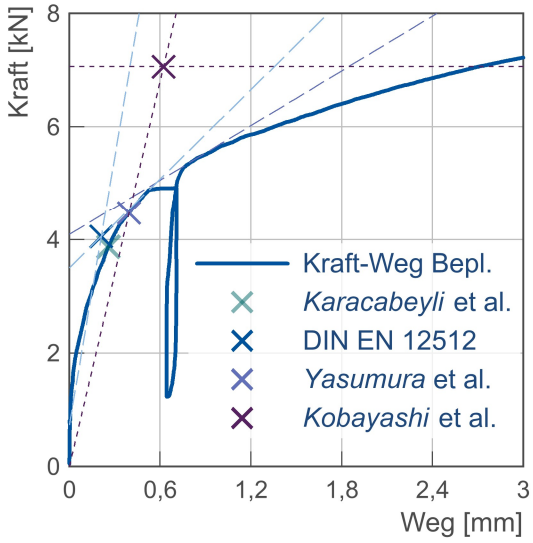


Seifigkeiten

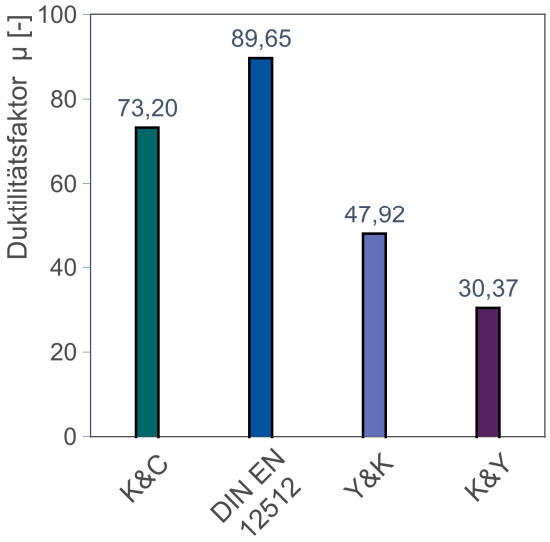




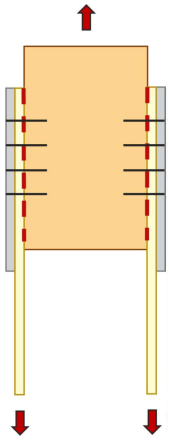
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 6-ST-OSB15-GFB18-st1,80-65-m-3



Datum:	17.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	38,0 %RH
Temperatur:	20,6 °C

Maximale Kraft:	7,03 kN	Weg:	6,00 mm
Max. Kraft pro VM:	0,88 kN	V_u :	17,56 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	Kleinen Spalt (ca. 1 mm) zwischen Rippe und Beplankung beobachtet		

Versagensmodus

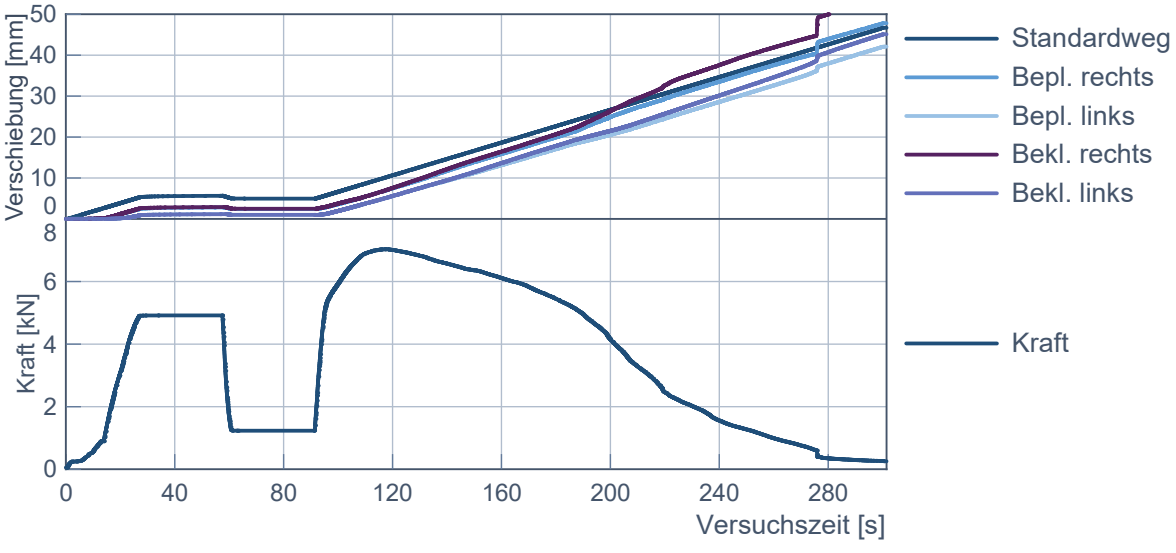


a) in Globalansicht nach Prüfende

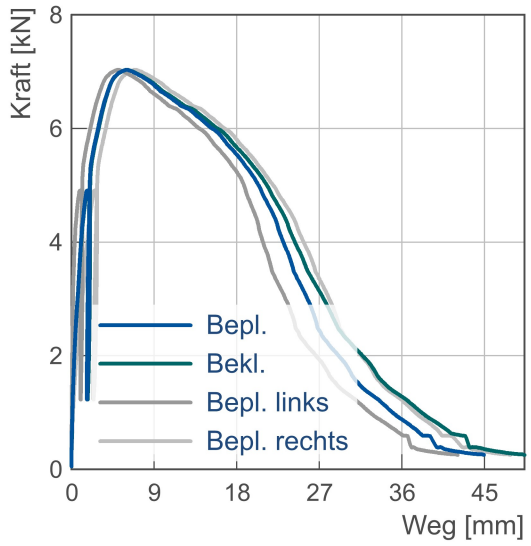


b) in Detailansicht

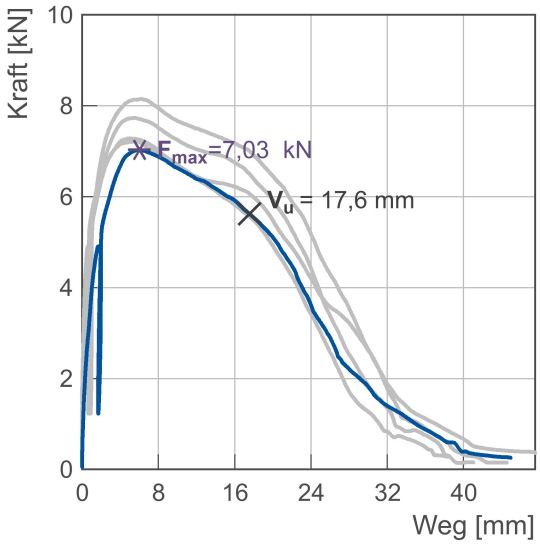
Zeitverläufe



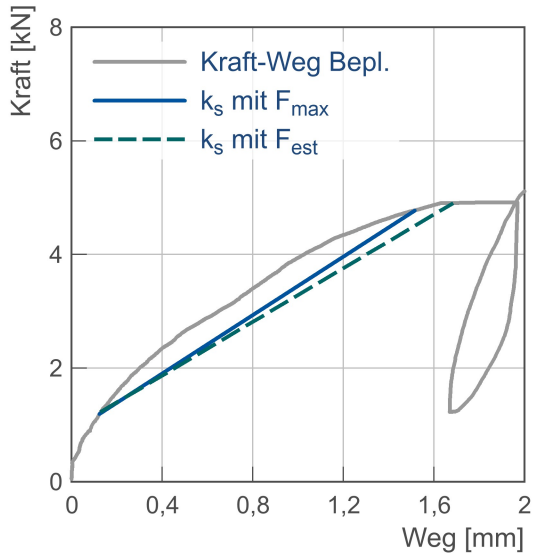
Last-Verformung

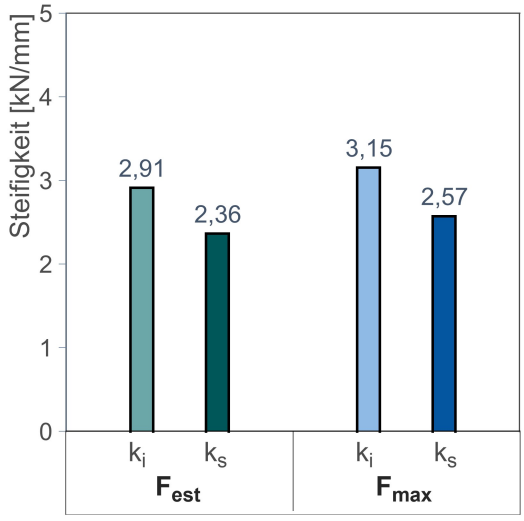


Vergleich innerhalb eines Typs

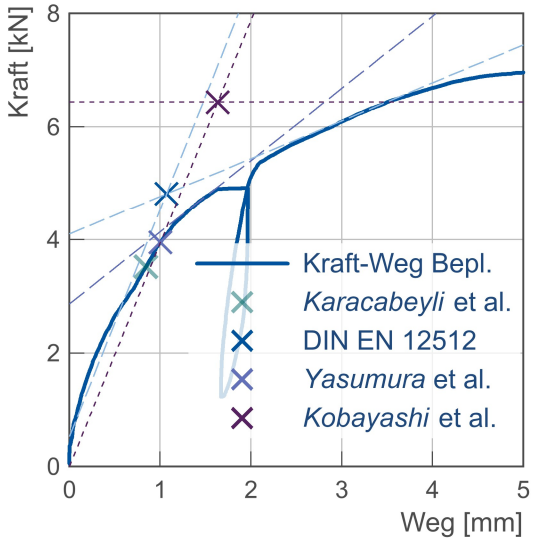


Seifigkeiten

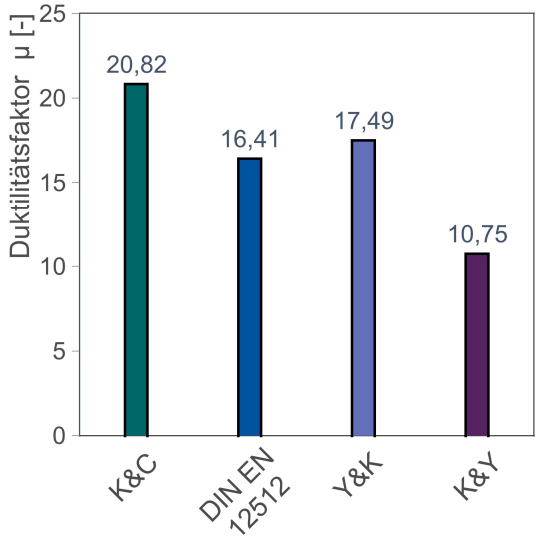




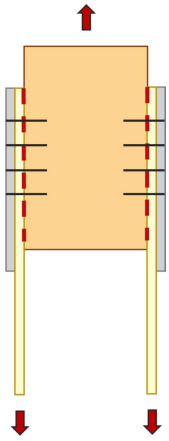
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



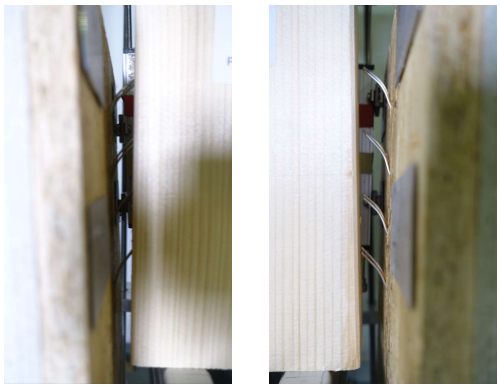
Versuch: 6-ST-OSB15-GFB18-st1,80-65-m-4



Datum:	18.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	36,0 %RH
Temperatur:	23,9 °C

Maximale Kraft:	7,22 kN	Weg:	5,67 mm
Max. Kraft pro VM:	0,90 kN	V_u :	18,99 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

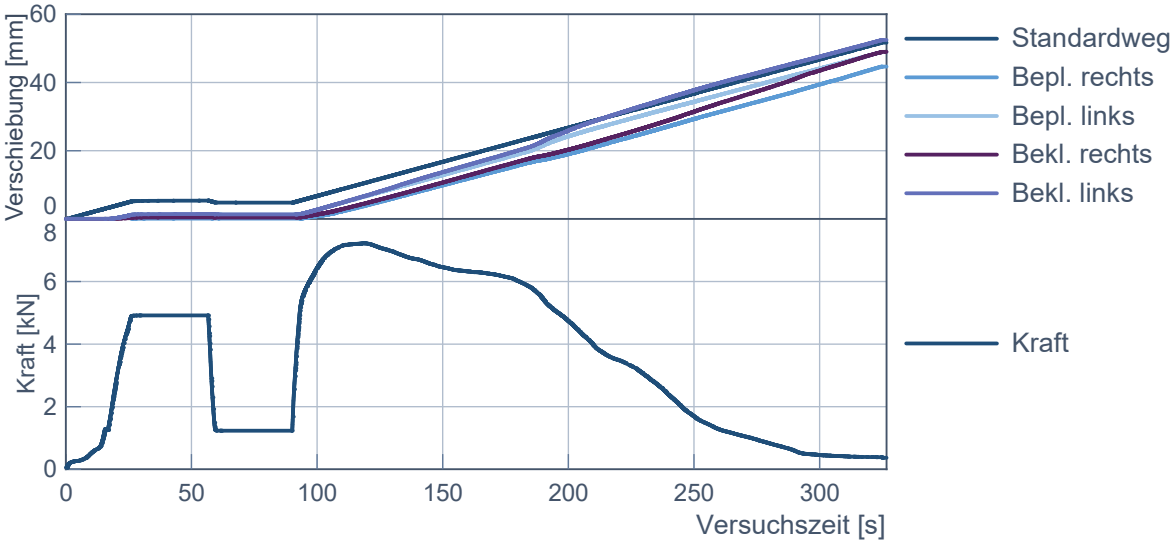


a) in Globalansicht nach Prüfende

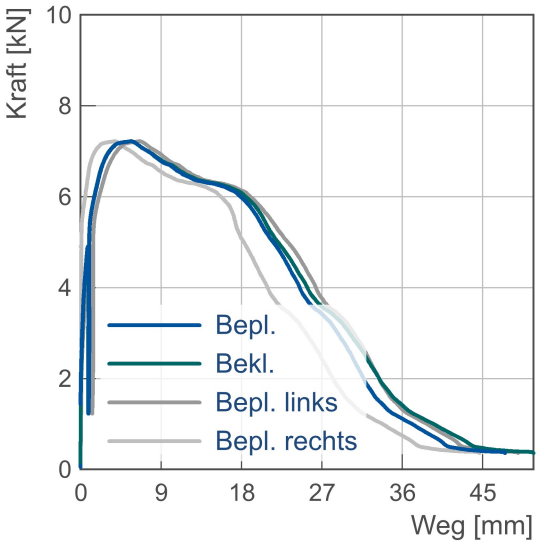


b) in Detailansicht

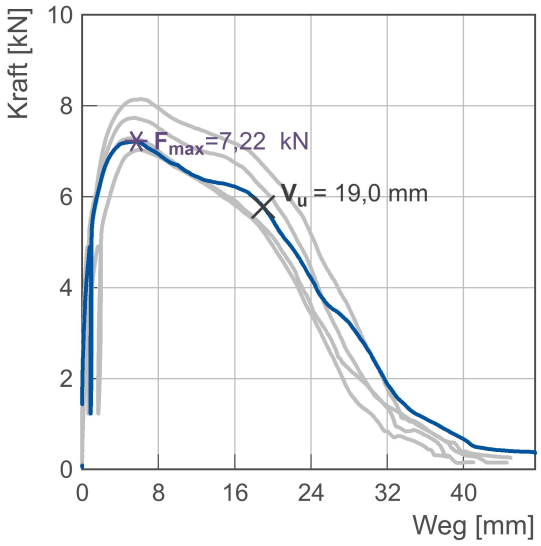
Zeitverläufe



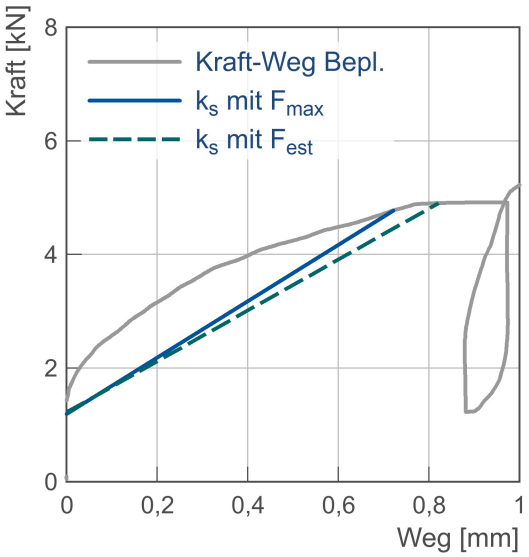
Last-Verformung

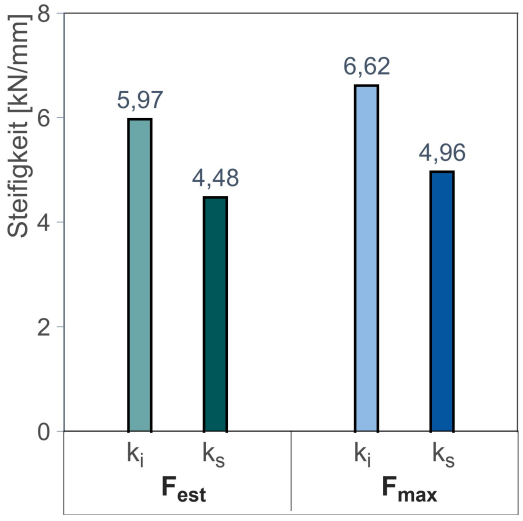


Vergleich innerhalb eines Typs

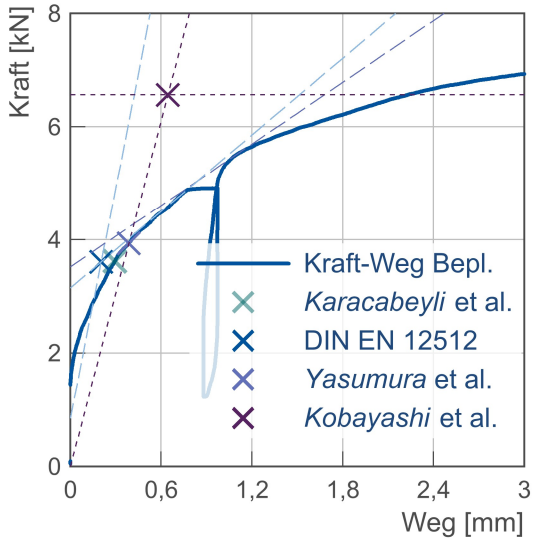


Seifigkeiten

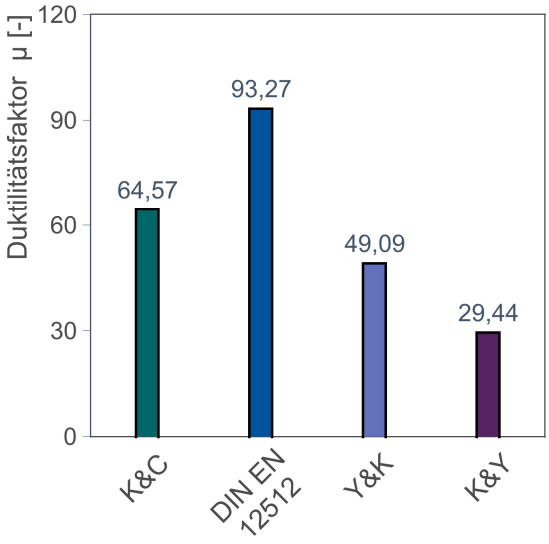




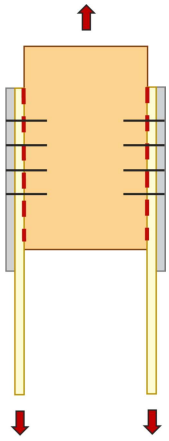
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



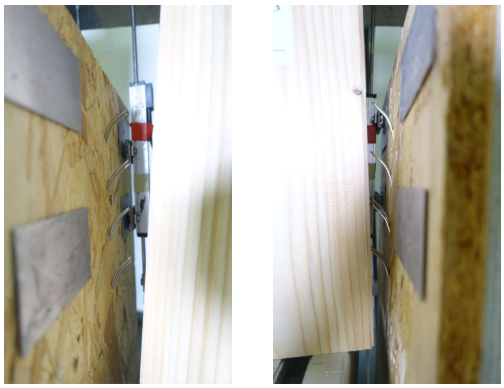
Versuch: 6-ST-OSB15-GFB18-st1,80-65-m-5



Datum:	18.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	36,0 %RH
Temperatur:	23,9 °C

Maximale Kraft:	8,15 kN	Weg:	6,21 mm
Max. Kraft pro VM:	1,02 kN	V_u :	19,72 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

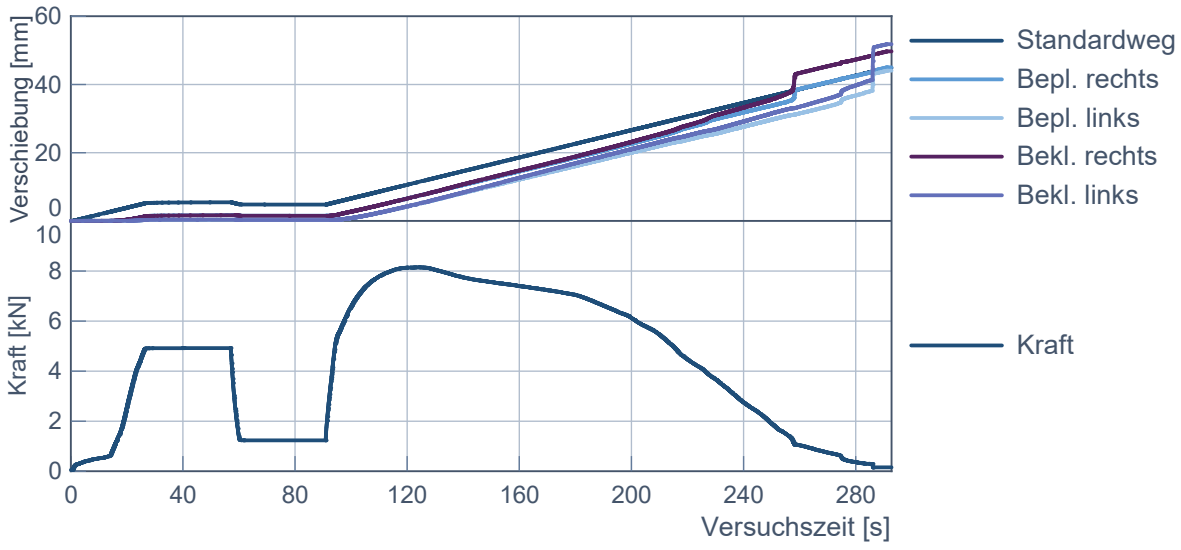


a) in Globalansicht nach Prüfende

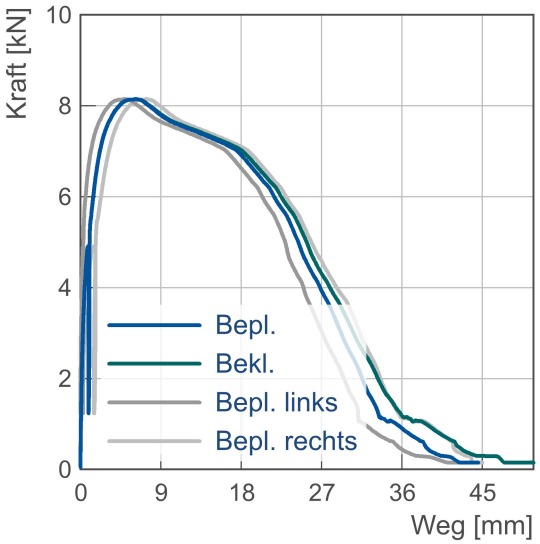


b) in Detailansicht

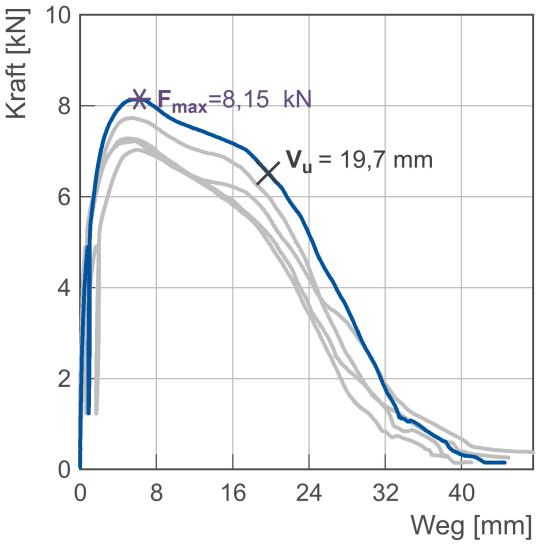
Zeitverläufe



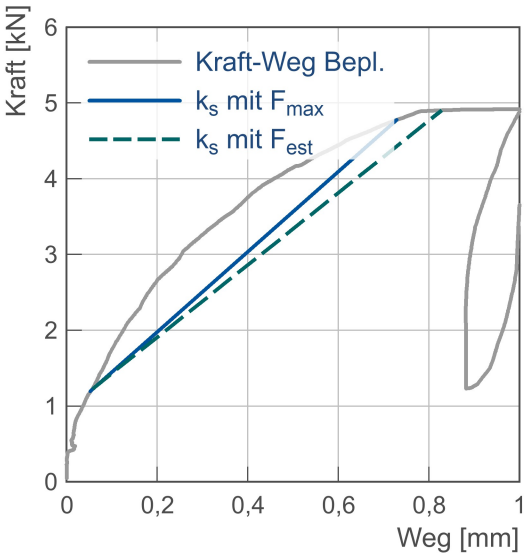
Last-Verformung

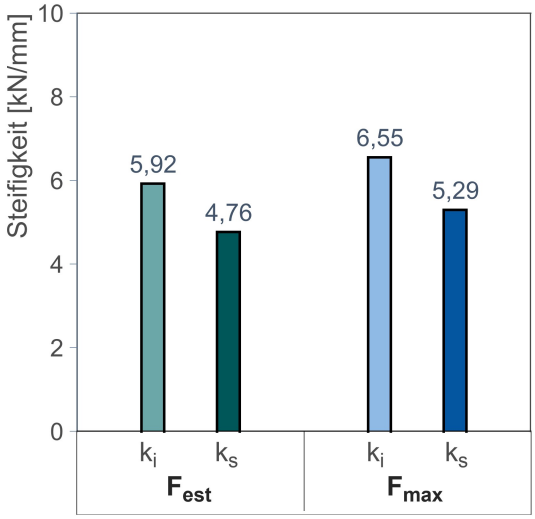


Vergleich innerhalb eines Typs

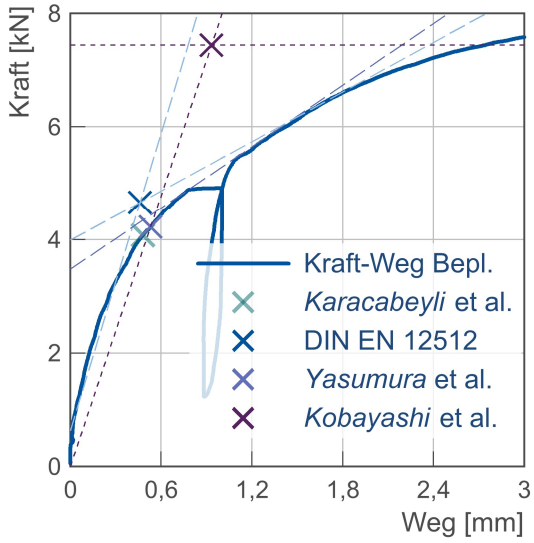


Seifigkeiten

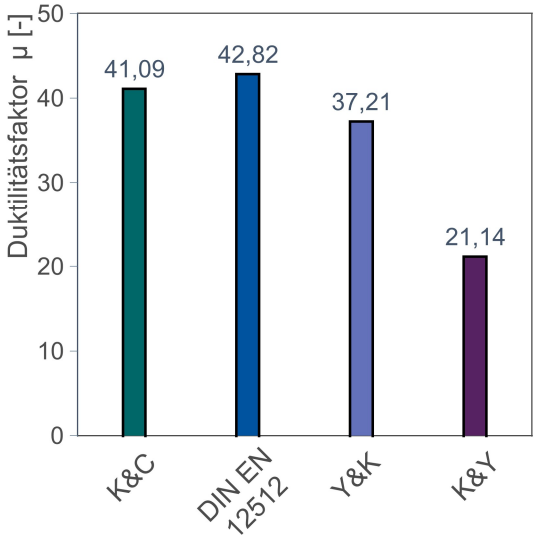




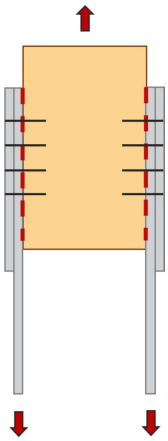
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 7-ST-GFB12,5-GFB12,5-st1,80-65-m-1



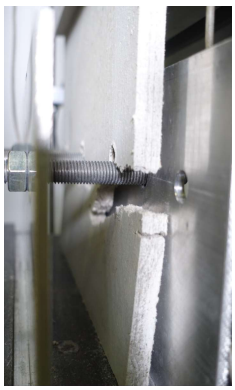
Datum:	20.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	51,0 %RH
Temperatur:	24,4 °C

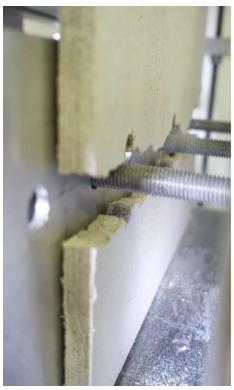
Maximale Kraft:	13,06 kN	Weg:	1,54 mm
Max. Kraft pro VM:	1,63 kN	V_u :	1,54 mm

Versagen: Erst rechte, später linke Beplankung bricht an Gewindestangen

Bemerkung: Kleinen Spalt (1 mm) zwischen Rippe und Beplankung auf rechter Seite hinten beobachtet

Versagensmodus





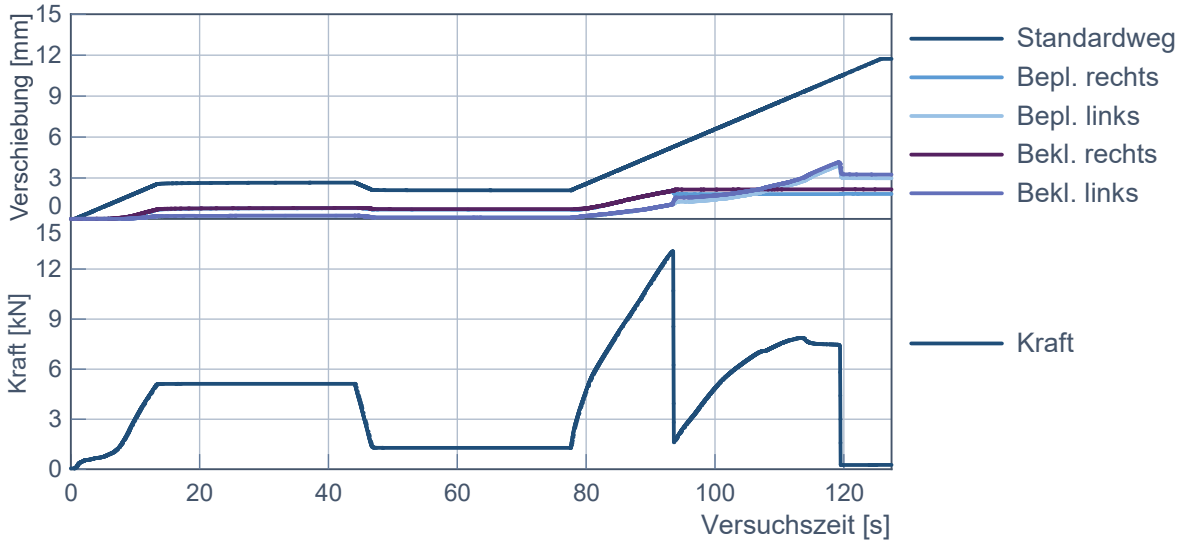
a) in Globalansicht nach Prüfende



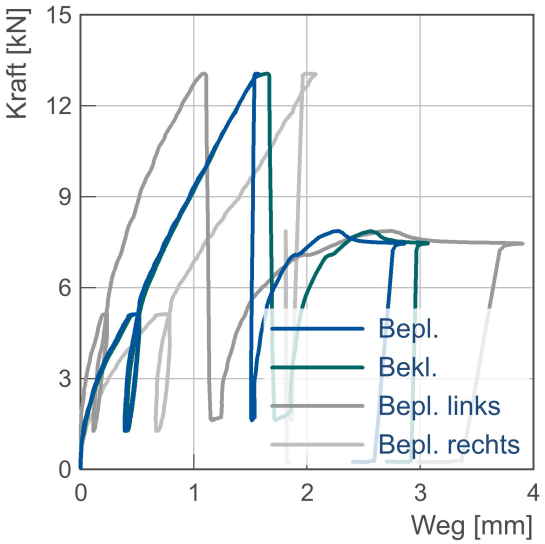


b) in Detailansicht

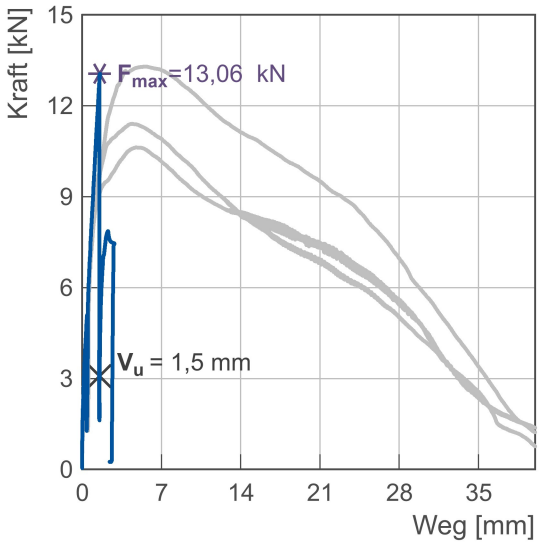
Zeitverläufe



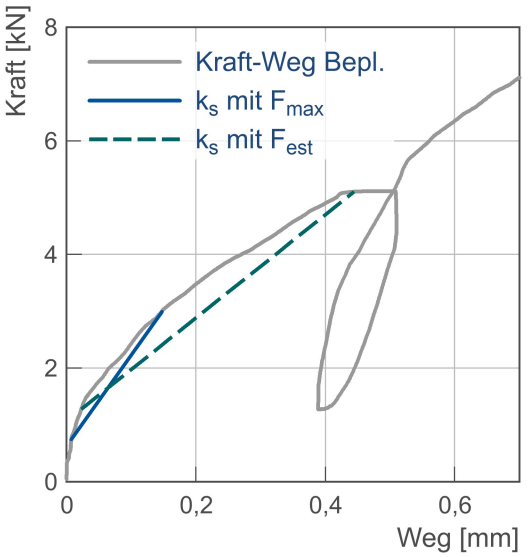
Last-Verformung

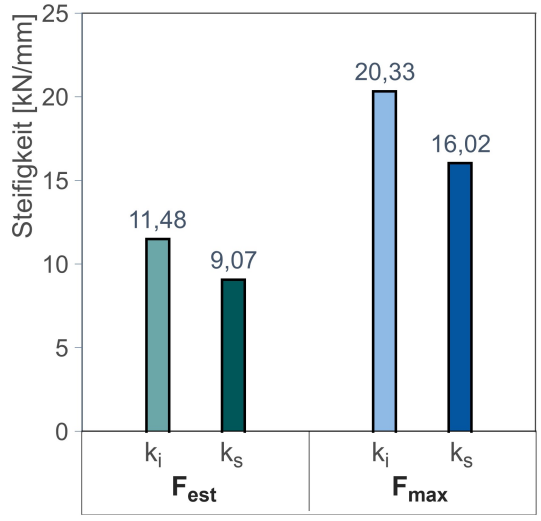


Vergleich innerhalb eines Typs



Seifigkeiten



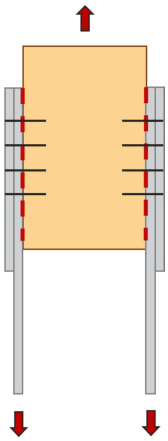


Fließverformungen

Duktilität nach DIN EN 12512

nicht ermittelbar aufgrund von Beplankungsversagen

Versuch: 7-ST-GFB12,5-GFB12,5-st1,80-65-m-2



Datum:	20.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	51,0 %RH
Temperatur:	24,4 °C

Maximale Kraft:	10,62 kN	Weg:	4,83 mm
Max. Kraft pro VM:	1,33 kN	V_u :	13,13 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

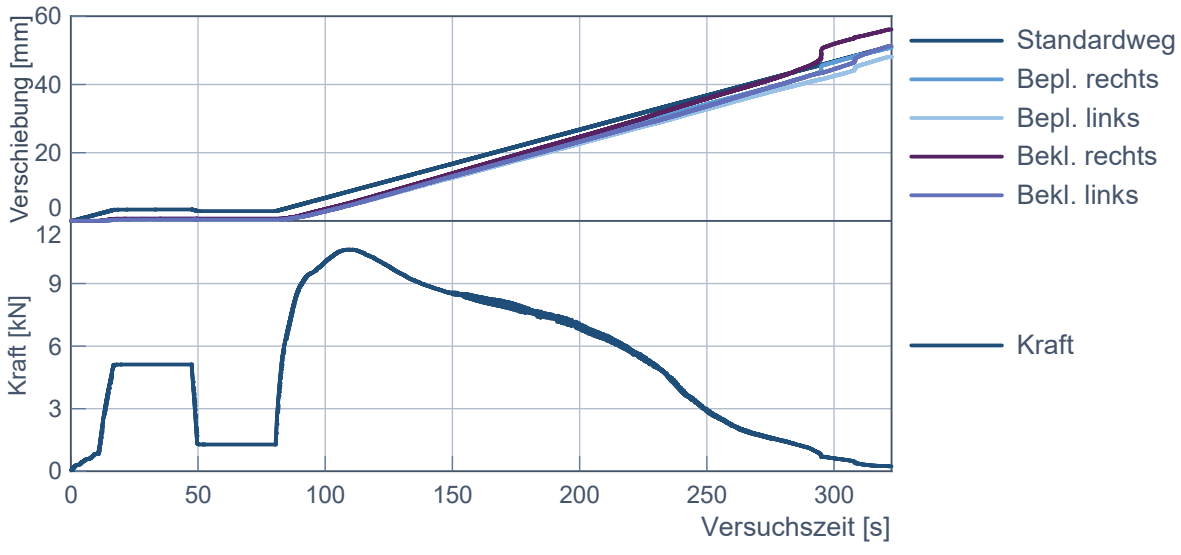


a) in Globalansicht nach Prüfende

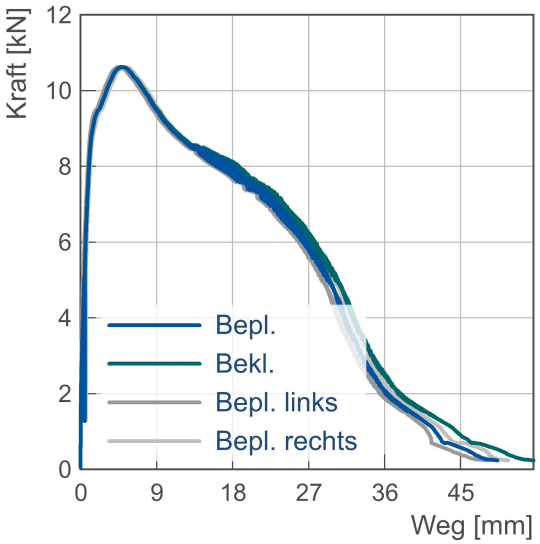


b) in Detailansicht

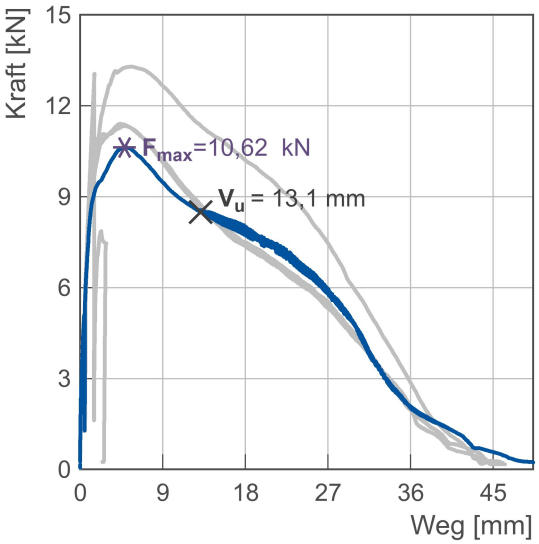
Zeitverläufe



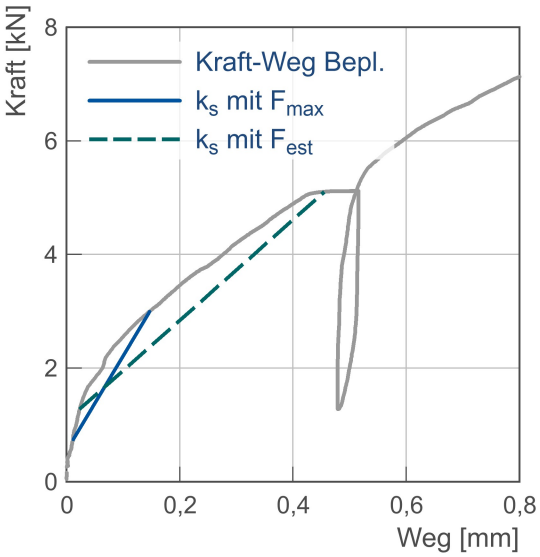
Last-Verformung

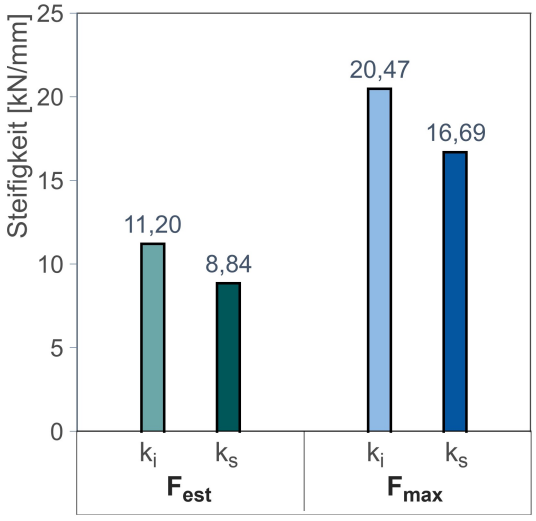


Vergleich innerhalb eines Typs

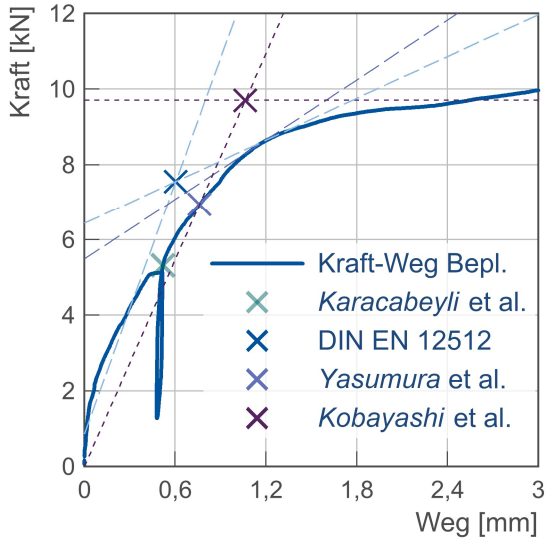


Seifigkeiten

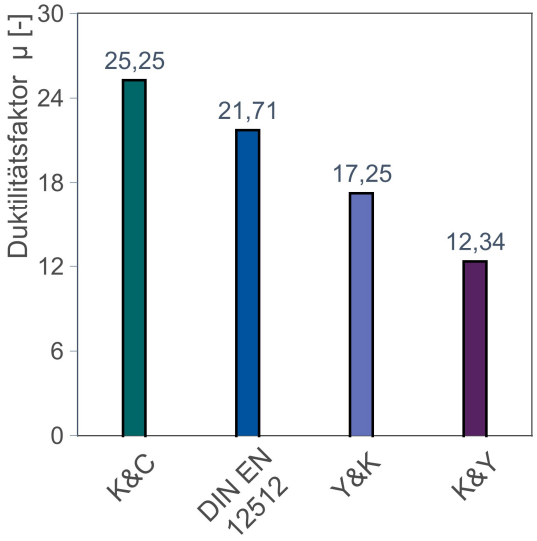




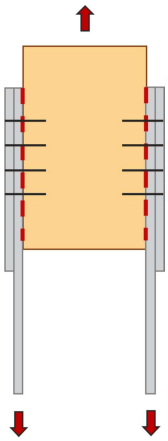
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 7-ST-GFB12,5-GFB12,5-st1,80-65-m-3



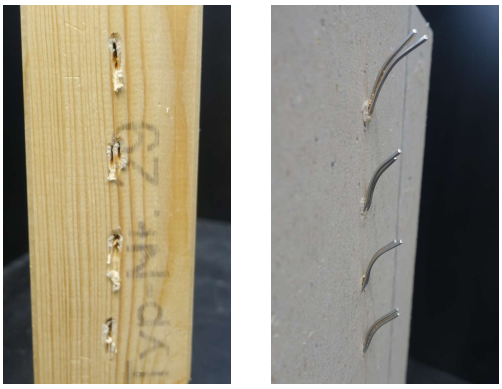
Datum:	20.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	51,0 %RH
Temperatur:	24,4 °C

Maximale Kraft:	13,29 kN	Weg:	5,60 mm
Max. Kraft pro VM:	1,66 kN	V_u :	16,30 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

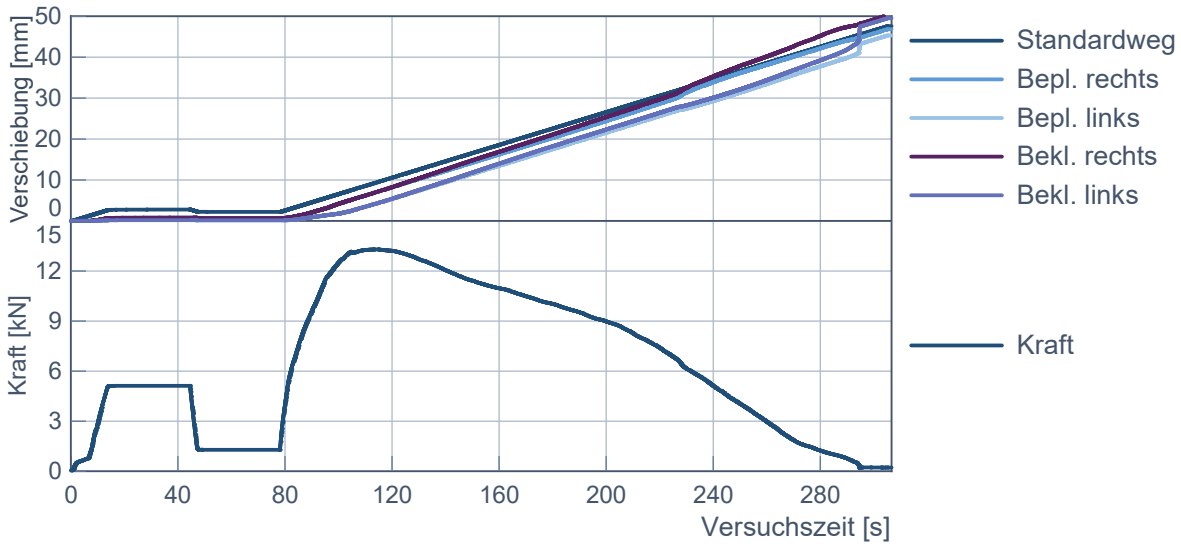


a) in Globalansicht nach Prüfende

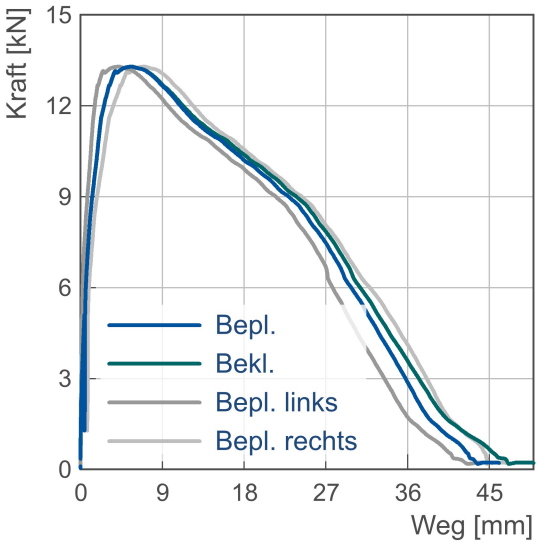


b) in Detailansicht

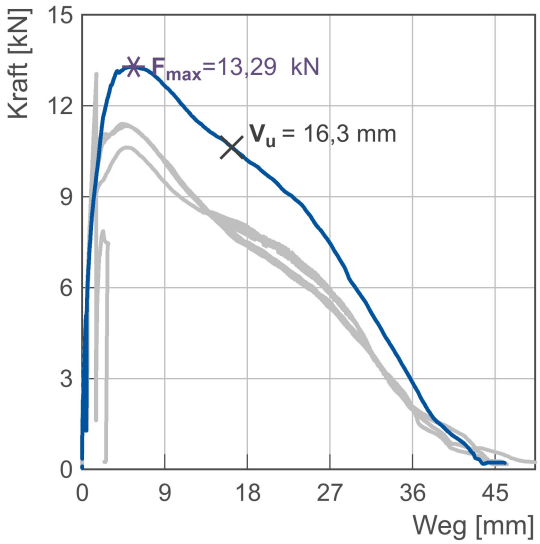
Zeitverläufe



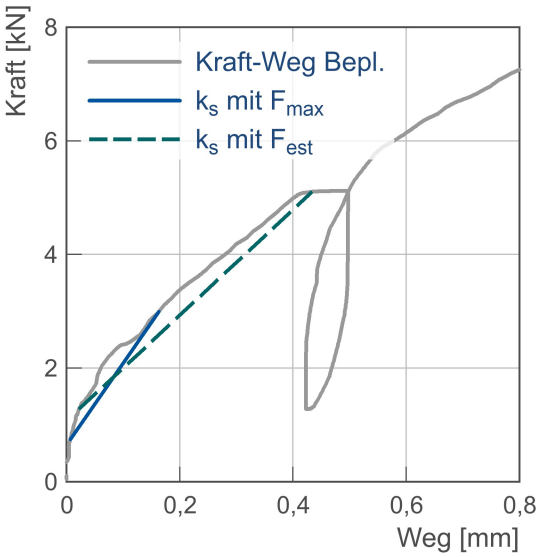
Last-Verformung

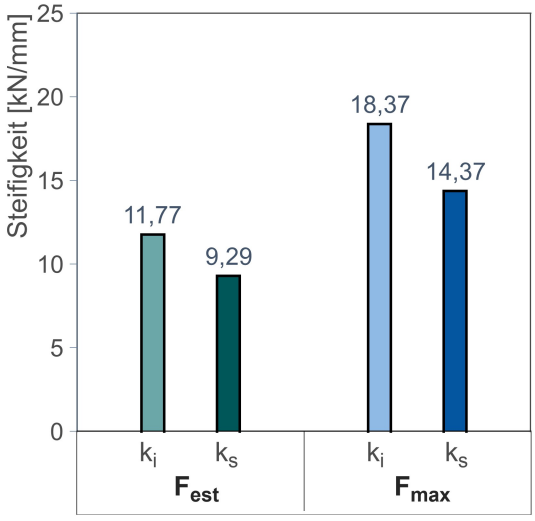


Vergleich innerhalb eines Typs

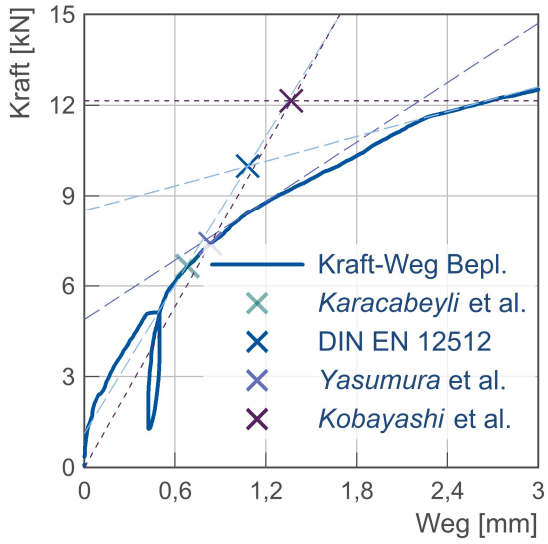


Seifigkeiten

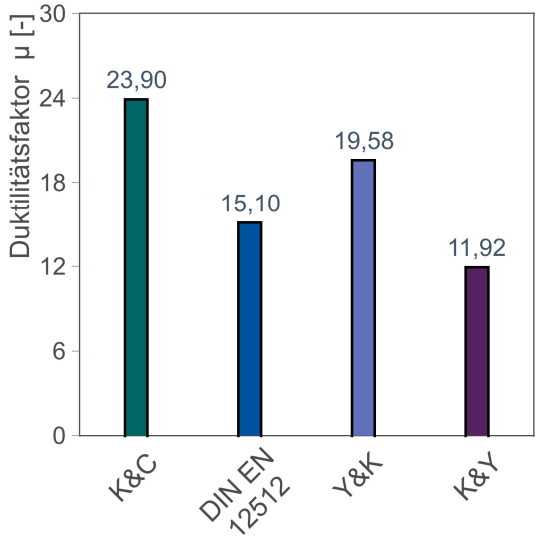




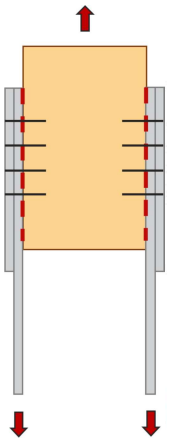
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 7-ST-GFB12,5-GFB12,5-st1,80-65-m-4



Datum:	20.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	52,0 %RH
Temperatur:	24,9 °C

Maximale Kraft:	11,33 kN	Weg:	4,82 mm
Max. Kraft pro VM:	1,42 kN	V_u :	11,77 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

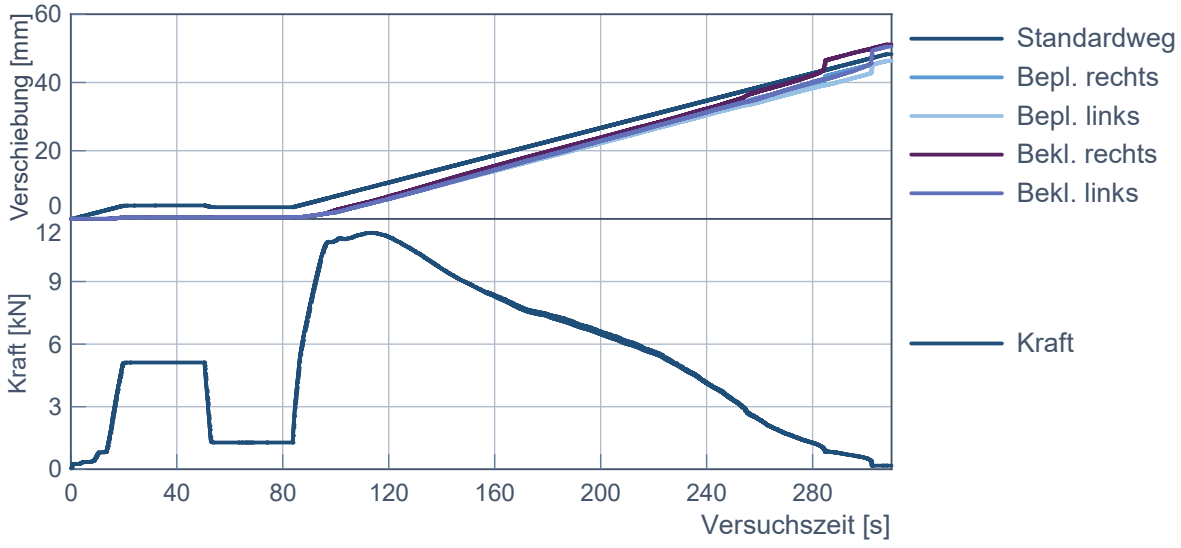


a) in Globalansicht nach Prüfende

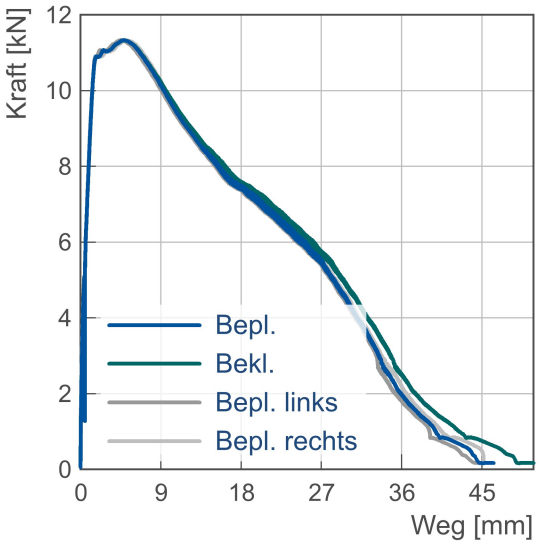


b) in Detailansicht

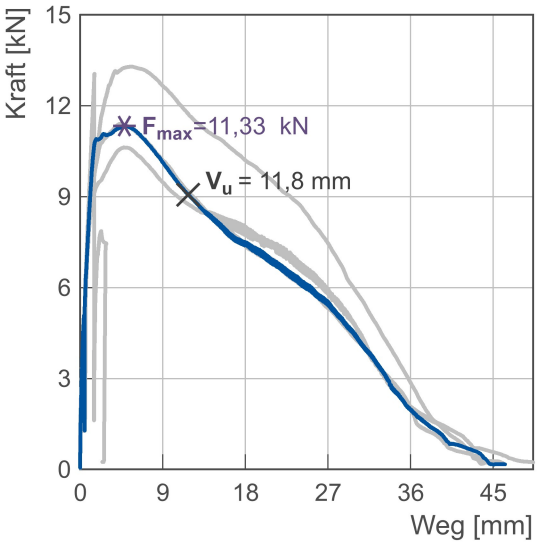
Zeitverläufe



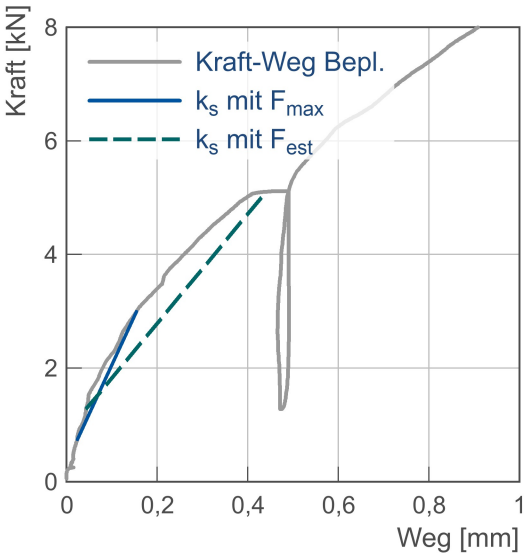
Last-Verformung

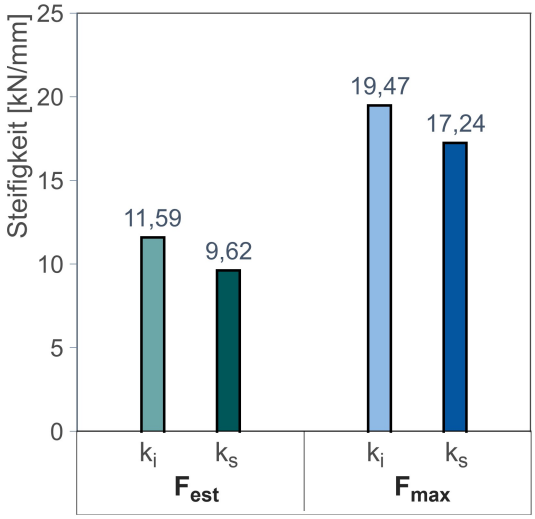


Vergleich innerhalb eines Typs

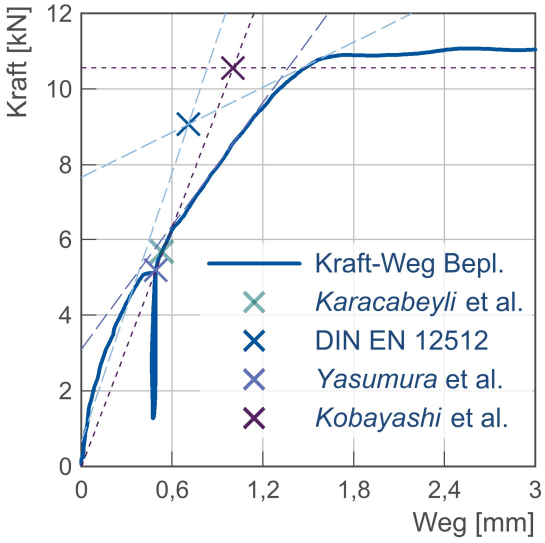


Seifigkeiten

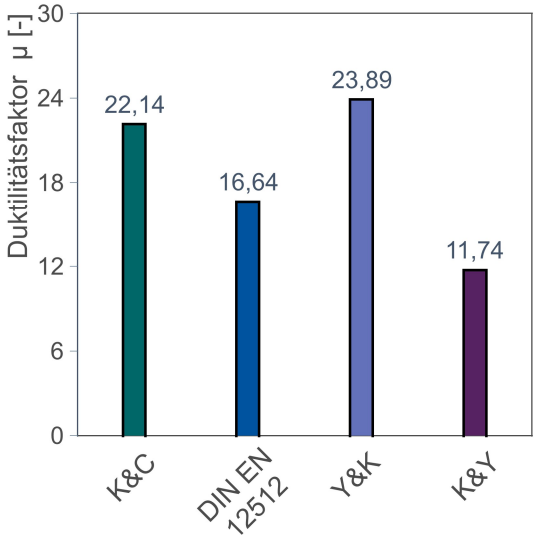




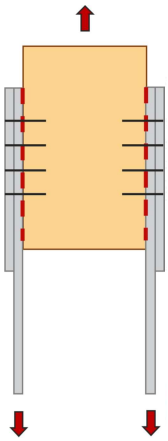
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 7-ST-GFB12,5-GFB12,5-st1,80-65-m-5



Datum:	24.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	46,0 %RH
Temperatur:	23,2 °C

Maximale Kraft:	11,40 kN	Weg:	4,42 mm
Max. Kraft pro VM:	1,43 kN	V_u :	11,93 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

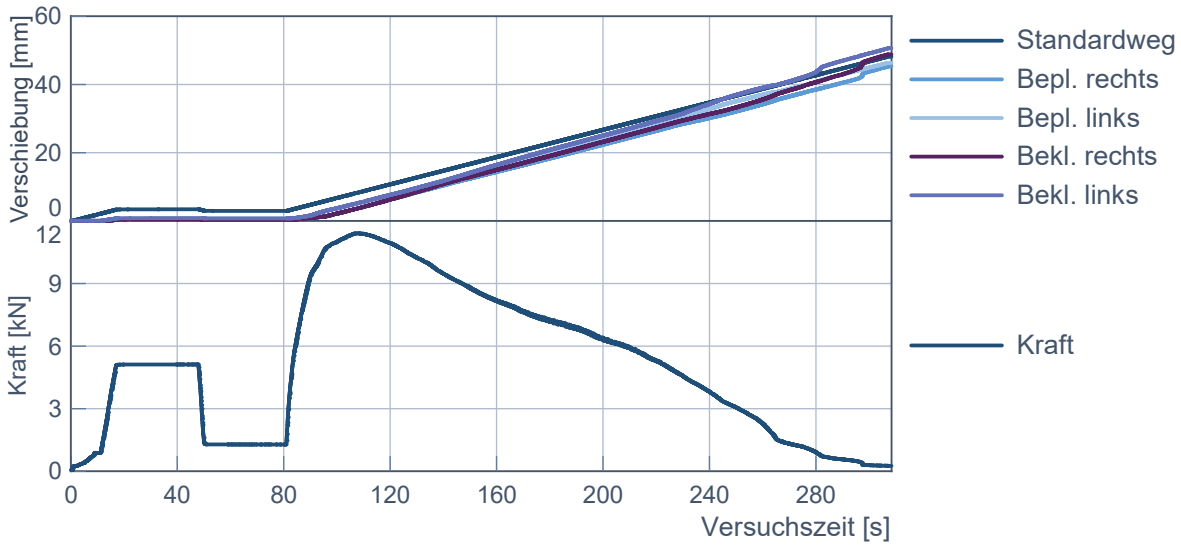


a) in Globalansicht nach Prüfende

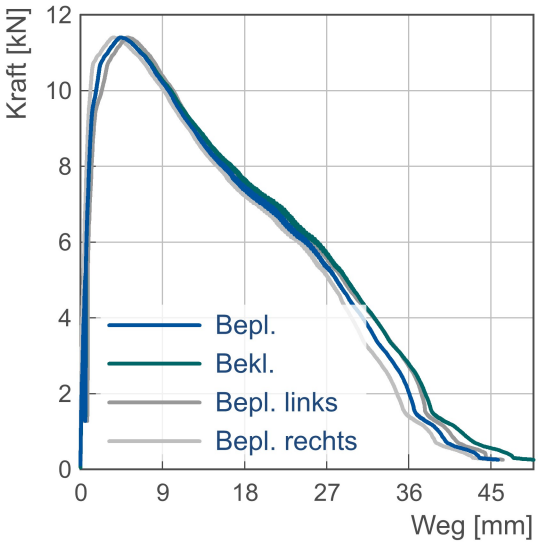


b) in Detailansicht

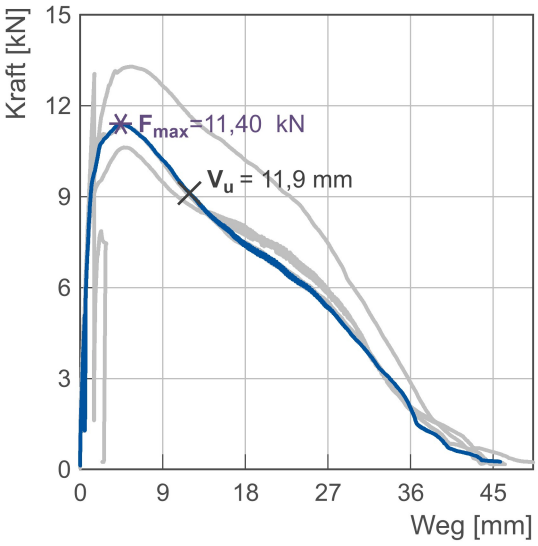
Zeitverläufe



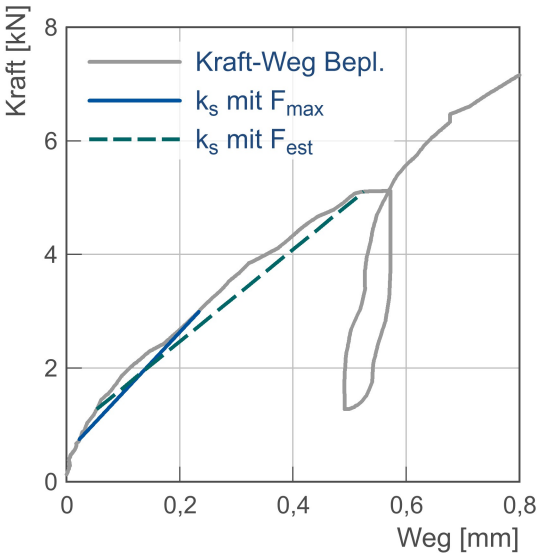
Last-Verformung

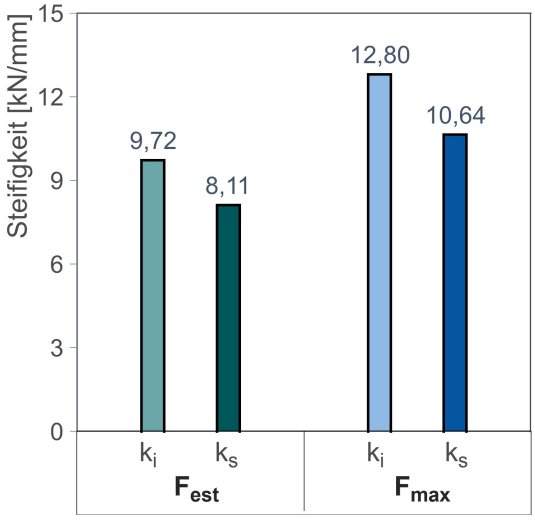


Vergleich innerhalb eines Typs

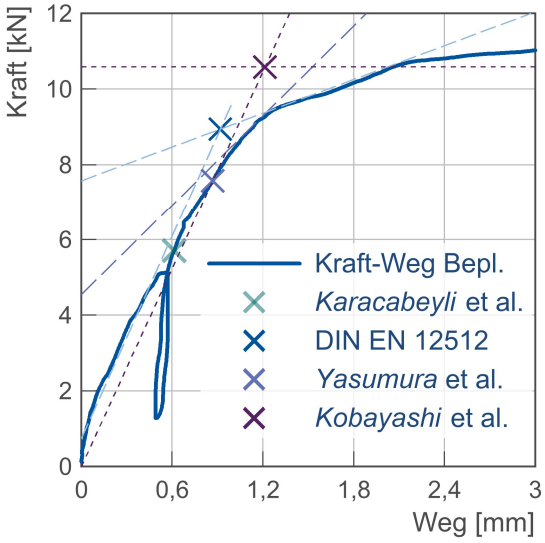


Seifigkeiten

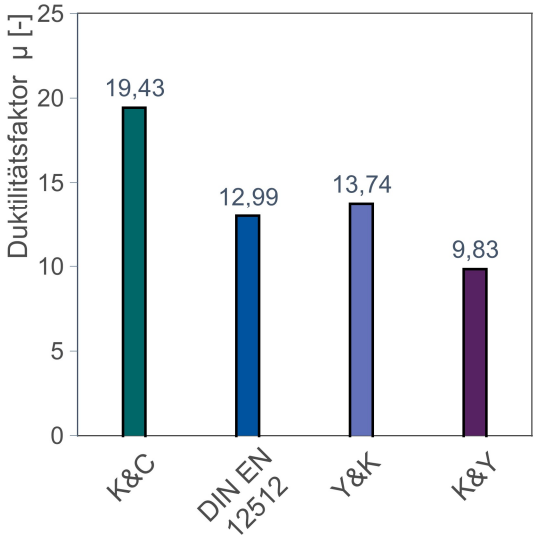




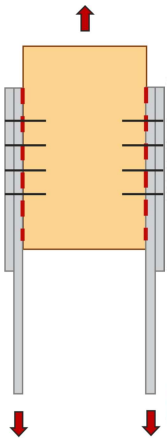
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



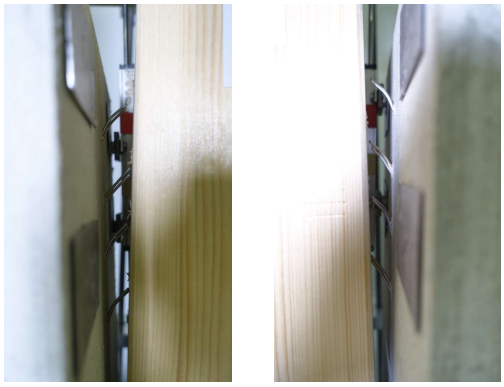
Versuch: 8-ST-GFB18-GFB18-st1,80-65-m-1



Datum:	19.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	37,0 %RH
Temperatur:	23,6 °C

Maximale Kraft:	9,05 kN	Weg:	3,97 mm
Max. Kraft pro VM:	1,13 kN	V_u :	12,09 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

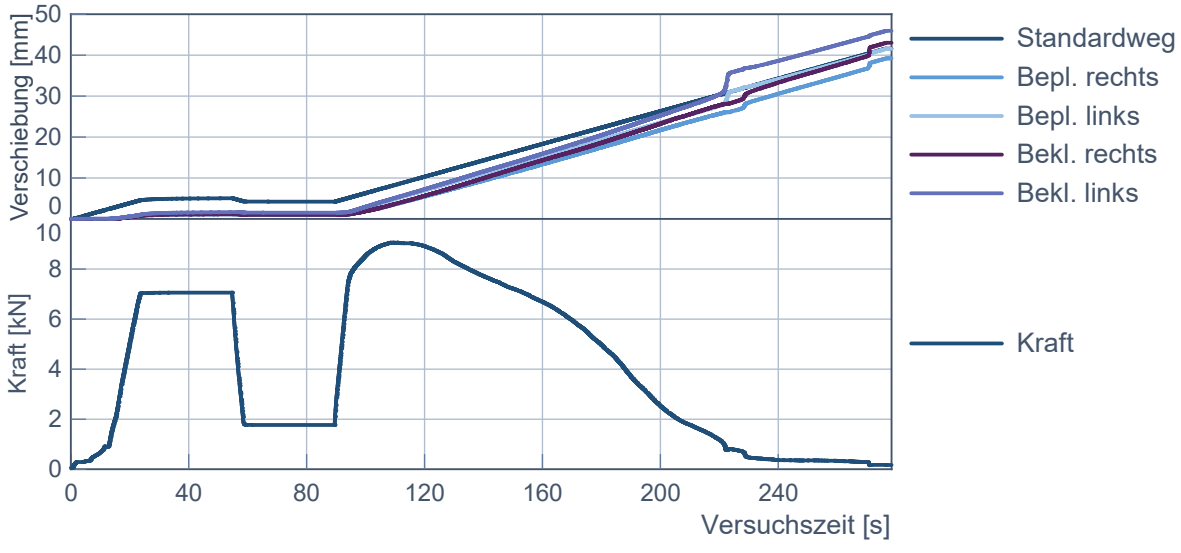


a) in Globalansicht nach Prüfende

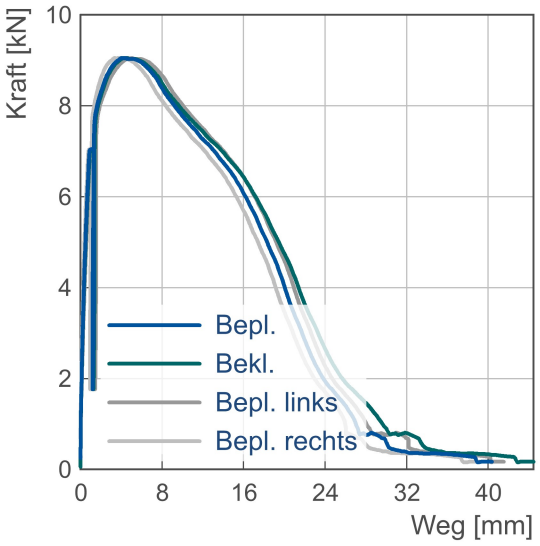


b) in Detailansicht

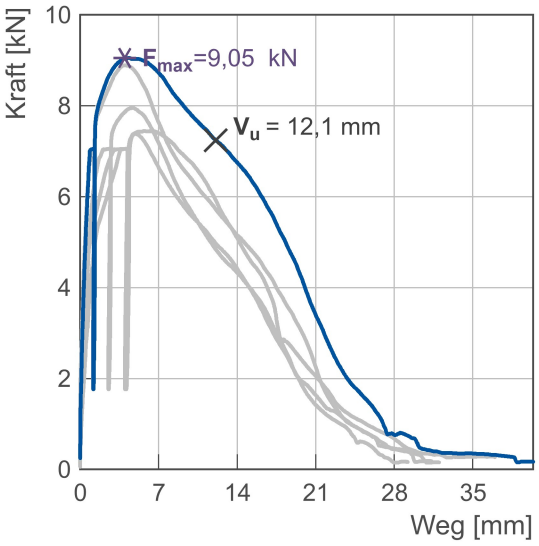
Zeitverläufe



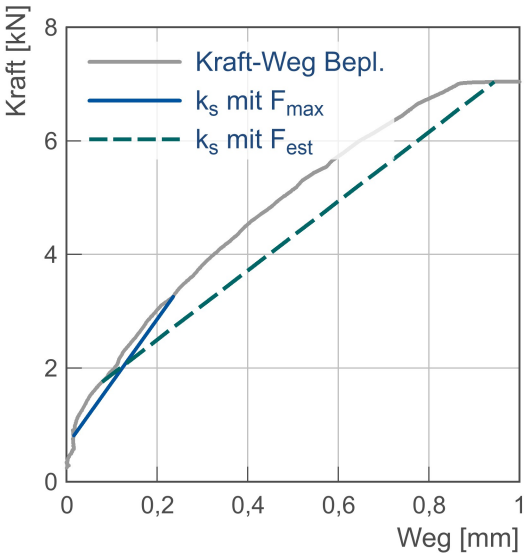
Last-Verformung

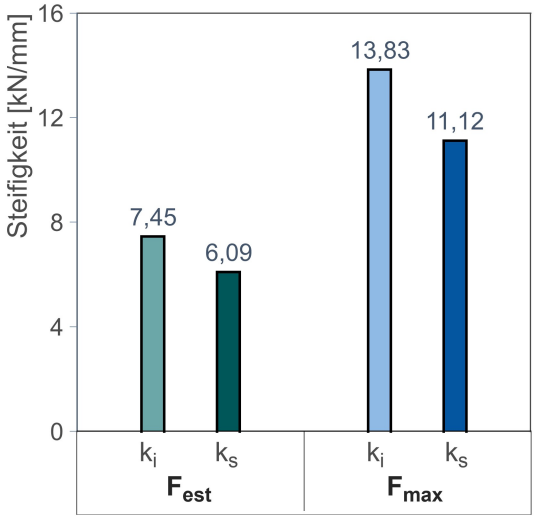


Vergleich innerhalb eines Typs

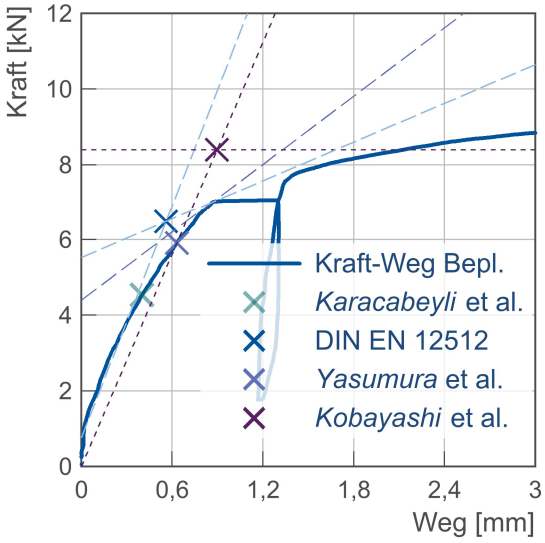


Seifigkeiten

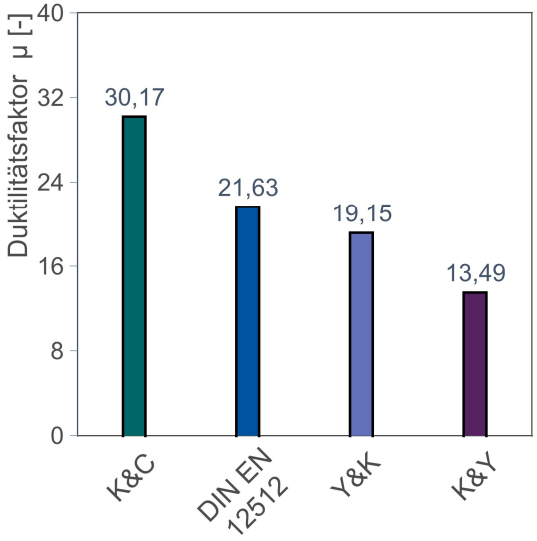




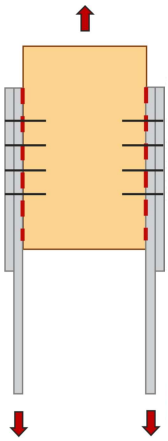
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 8-ST-GFB18-GFB18-st1,80-65-m-2



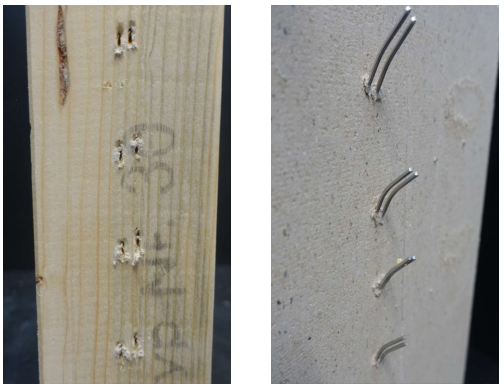
Datum:	19.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	37,0 %RH
Temperatur:	23,6 °C

Maximale Kraft:	7,95 kN	Weg:	4,62 mm
Max. Kraft pro VM:	0,99 kN	V_u :	8,40 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

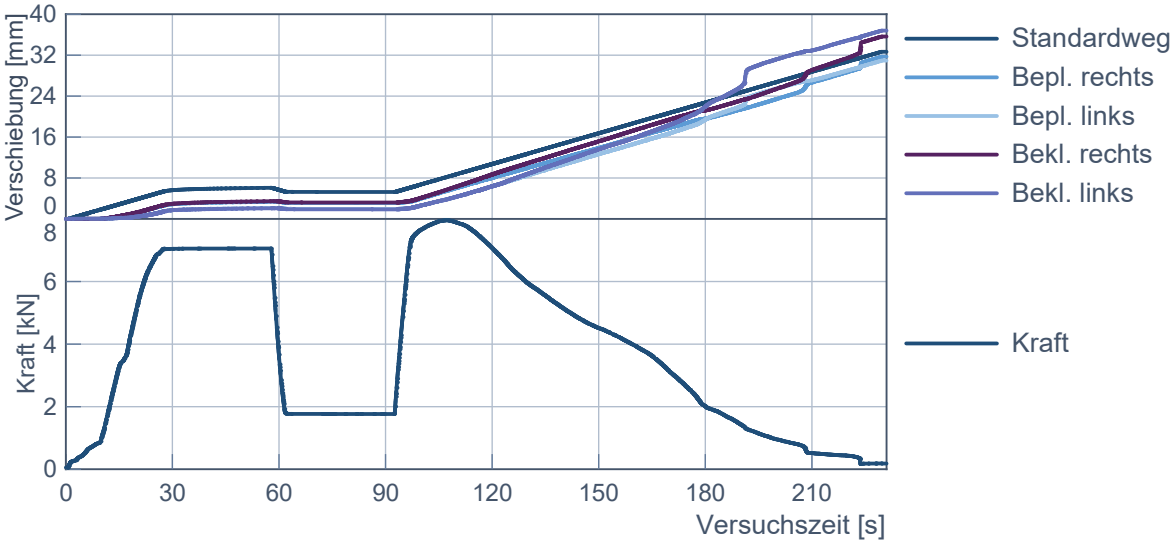


a) in Globalansicht nach Prüfende

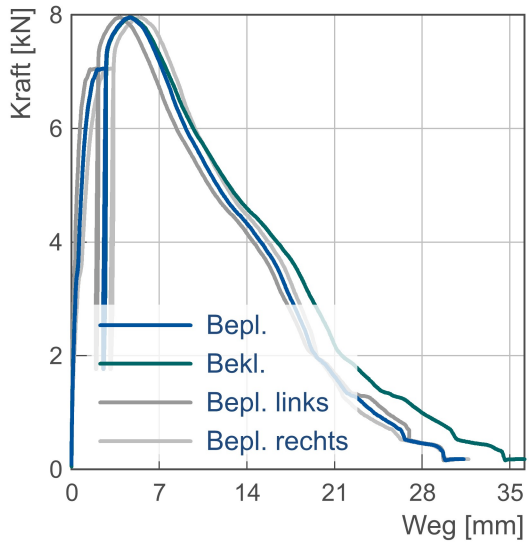


b) in Detailansicht

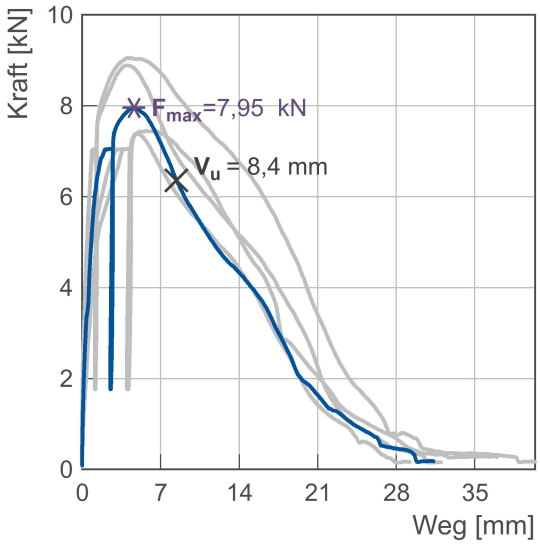
Zeitverläufe



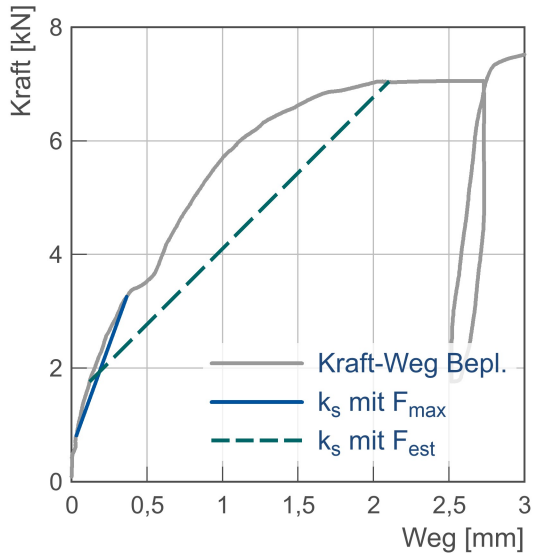
Last-Verformung

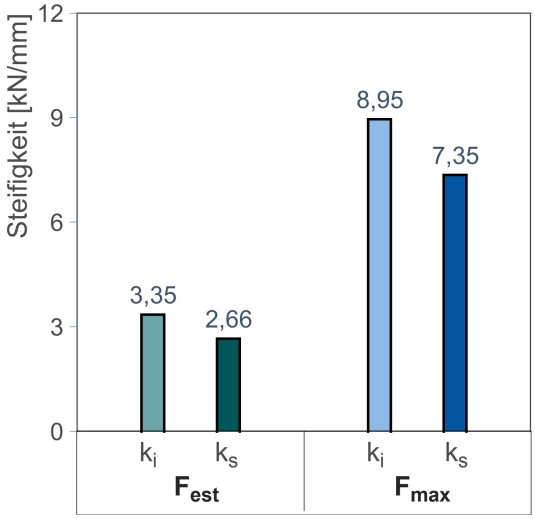


Vergleich innerhalb eines Typs

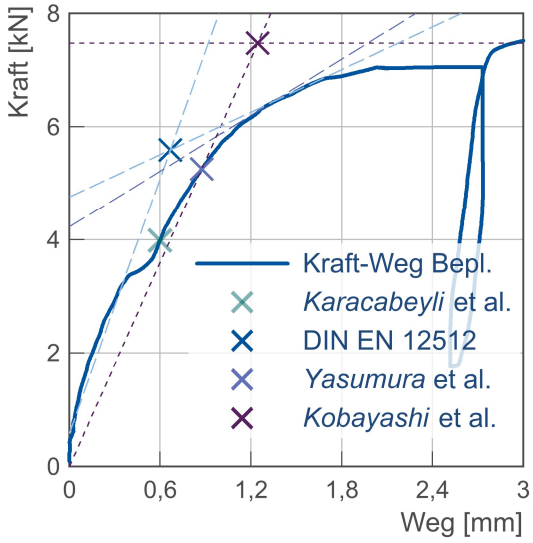


Seifigkeiten

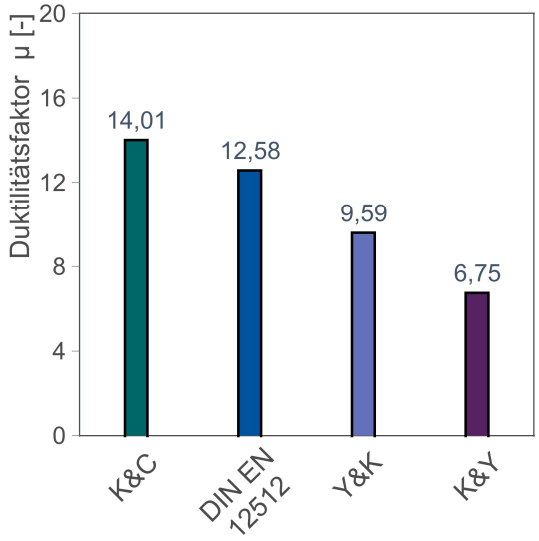




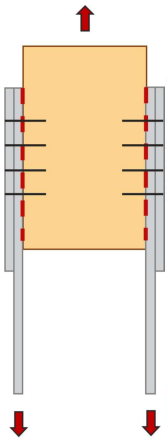
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 8-ST-GFB18-GFB18-st1,80-65-m-3



Datum:	19.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	37,0 %RH
Temperatur:	23,6 °C

Maximale Kraft:	7,38 kN	Weg:	4,92 mm
Max. Kraft pro VM:	0,92 kN	V_u :	8,88 mm

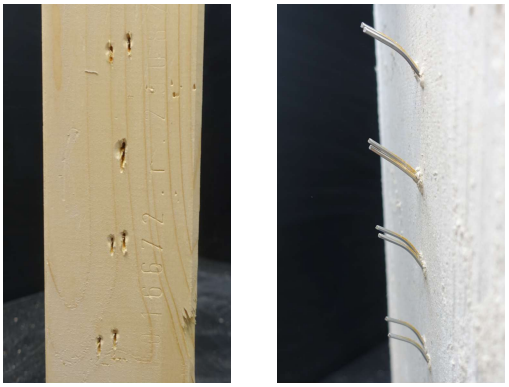
Versagen: Herausziehen der Klammern aus der Rippe

Bemerkung: Minimaler Spalt zwischen Rippe und rechter Beplankung beobachtet

Versagensmodus

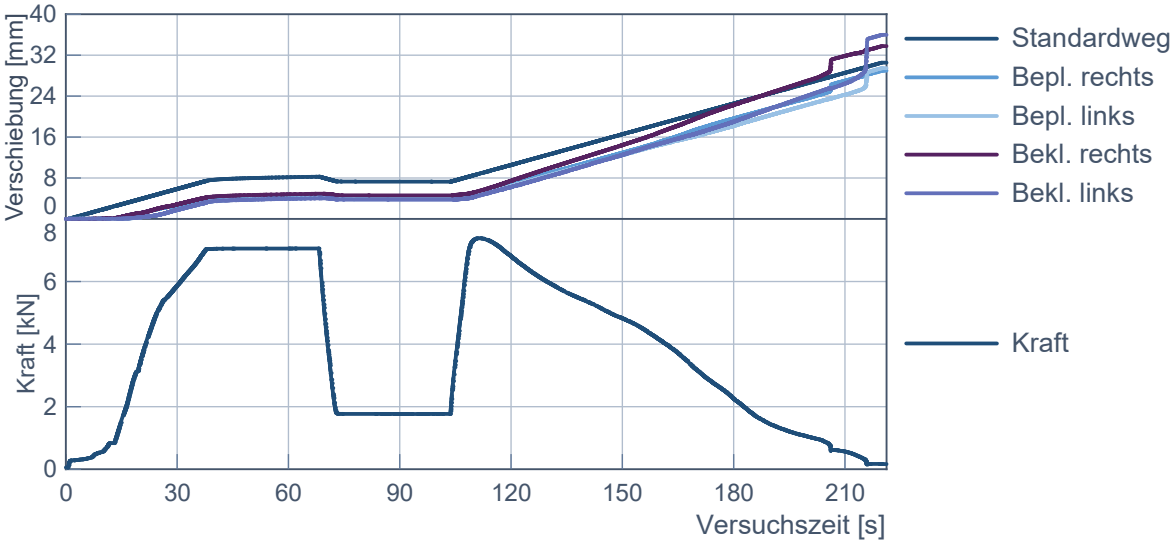


a) in Globalansicht nach Prüfende

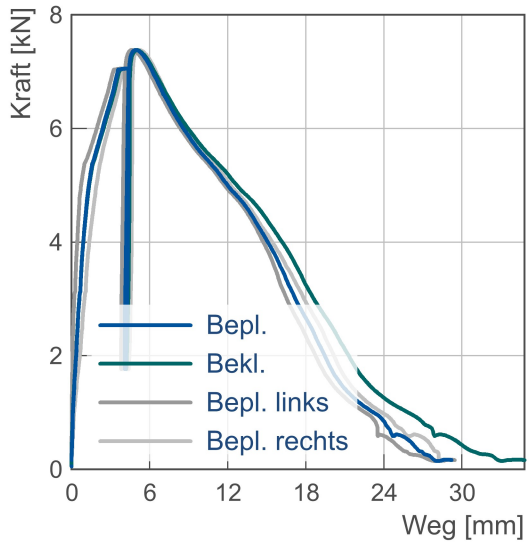


b) in Detailansicht

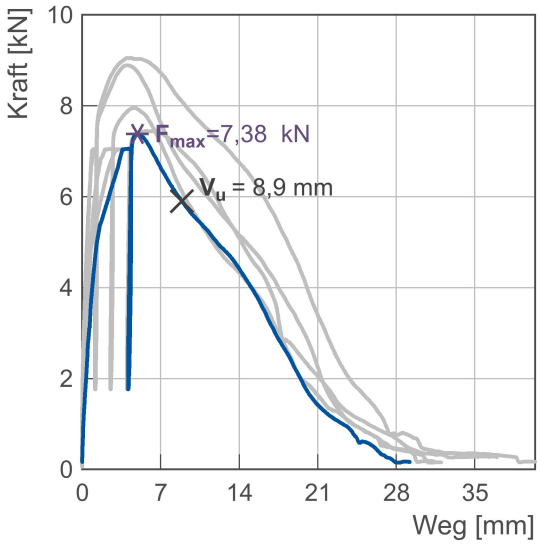
Zeitverläufe



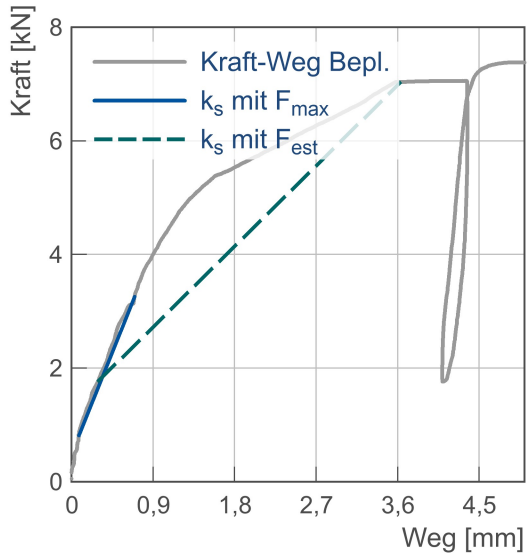
Last-Verformung

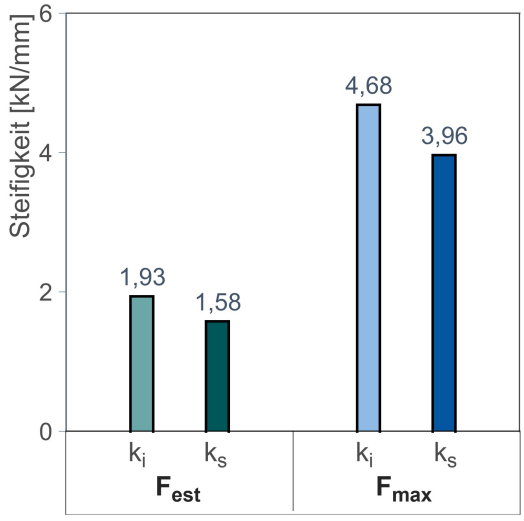


Vergleich innerhalb eines Typs

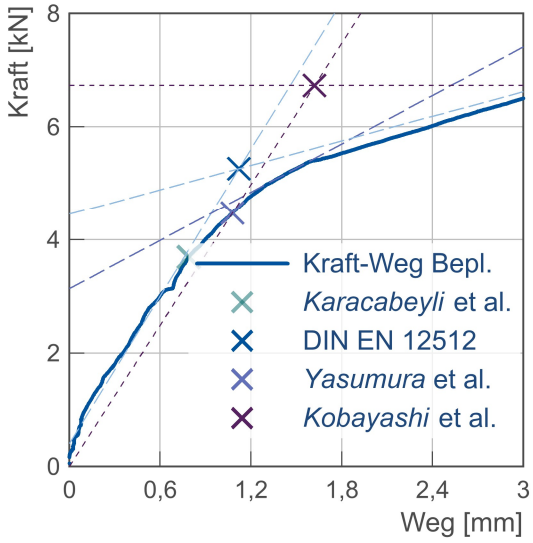


Seifigkeiten

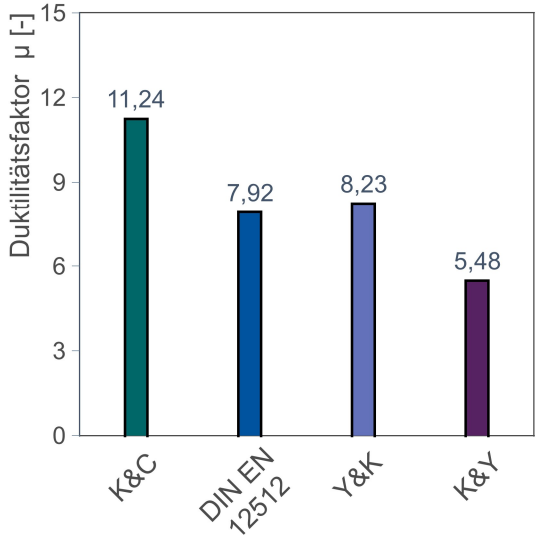




Fließverformungen

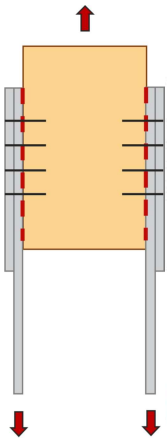


Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 8-ST-GFB18-GFB18-st1,80-65-m-4

Datum:	19.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	37,0 %RH
Temperatur:	23,6 °C

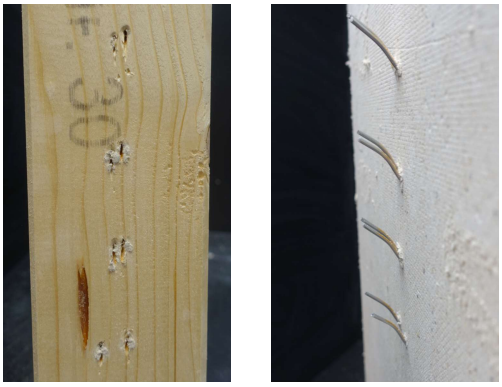


Maximale Kraft:	8,89 kN	Weg:	4,08 mm
Max. Kraft pro VM:	1,11 kN	V_u :	7,92 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

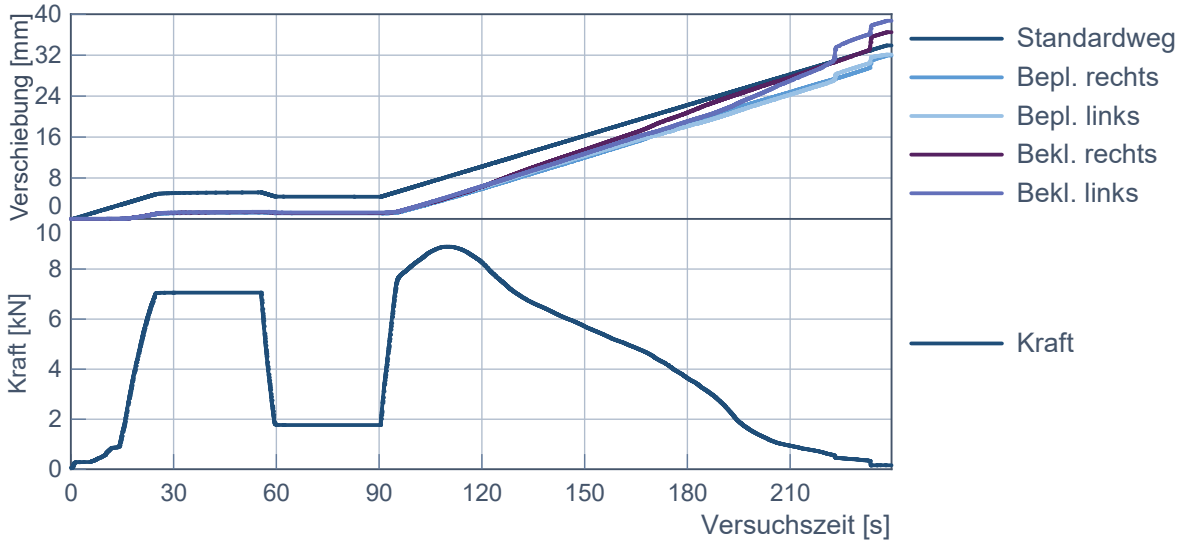


a) in Globalansicht nach Prüfende

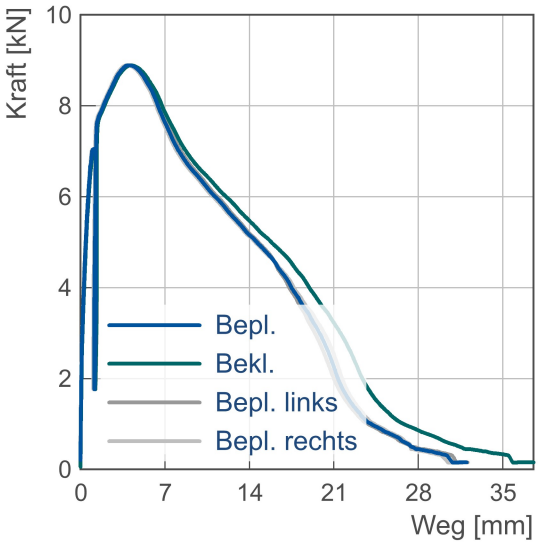


b) in Detailansicht

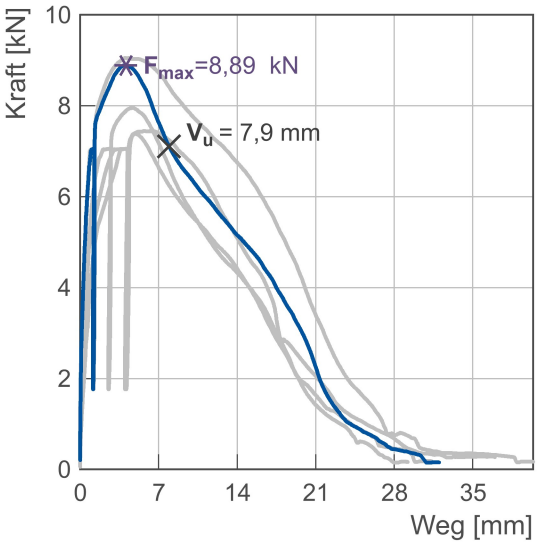
Zeitverläufe



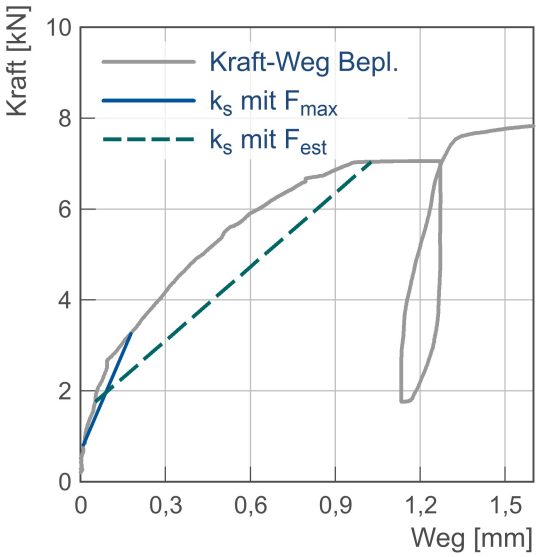
Last-Verformung

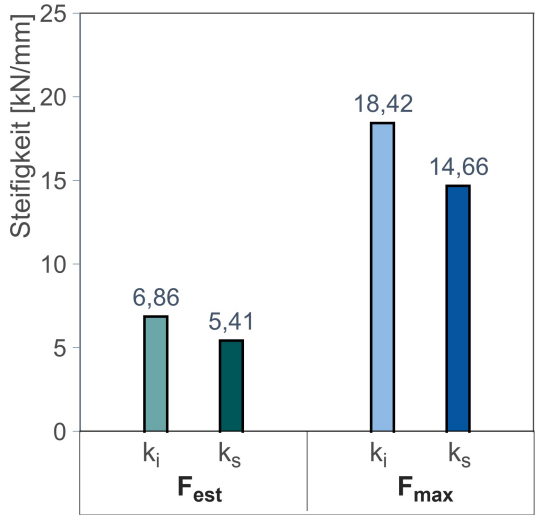


Vergleich innerhalb eines Typs

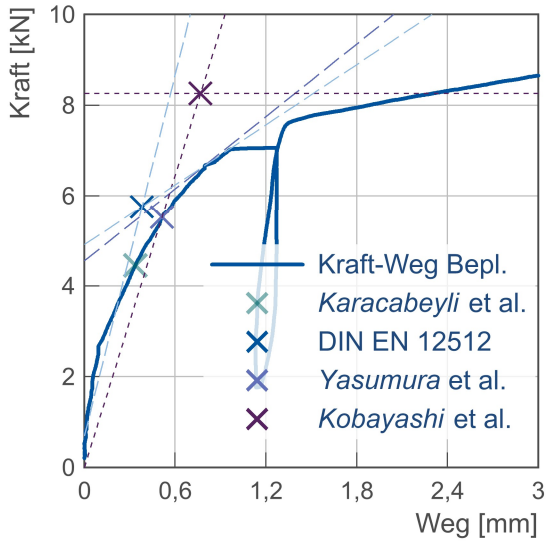


Seifigkeiten

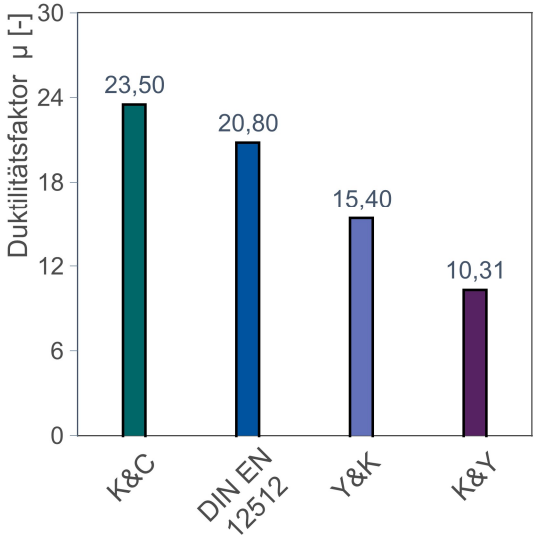




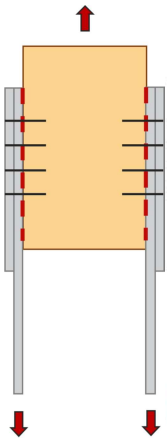
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 8-ST-GFB18-GFB18-st1,80-65-m-5



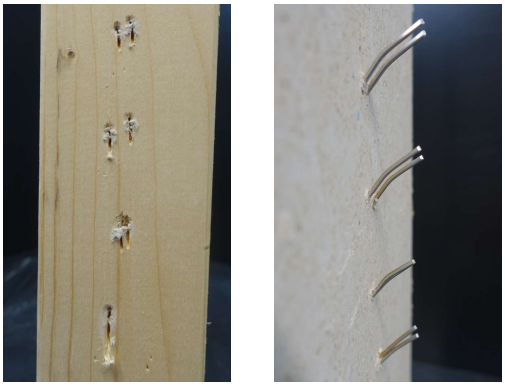
Datum:	20.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	51,0 %RH
Temperatur:	24,4 °C

Maximale Kraft:	7,44 kN	Weg:	5,71 mm
Max. Kraft pro VM:	0,93 kN	V_u :	12,02 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	Löcher nachgebohrt		

Versagensmodus

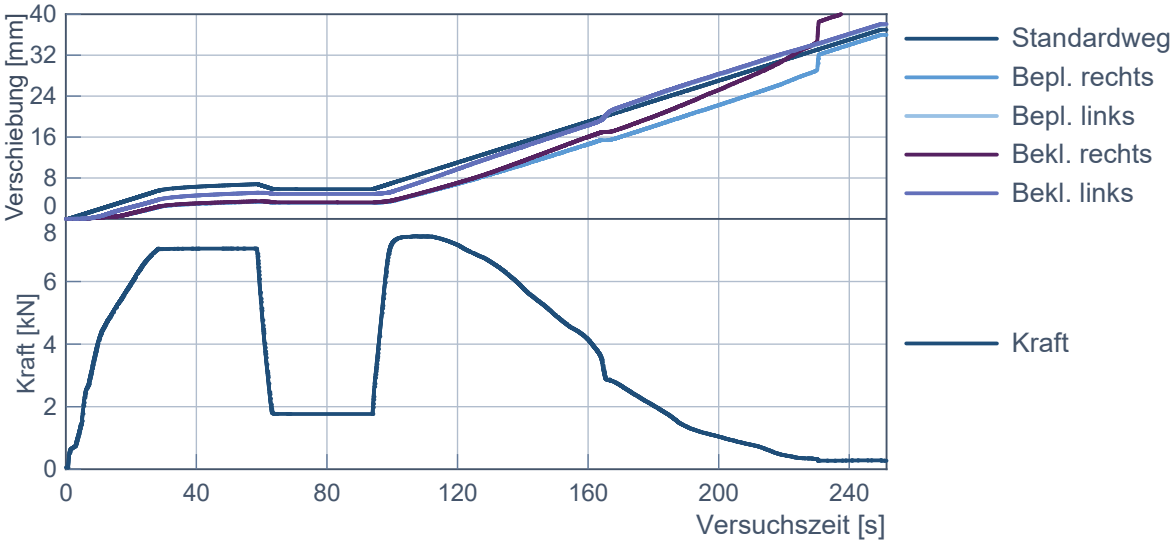


a) in Globalansicht nach Prüfende

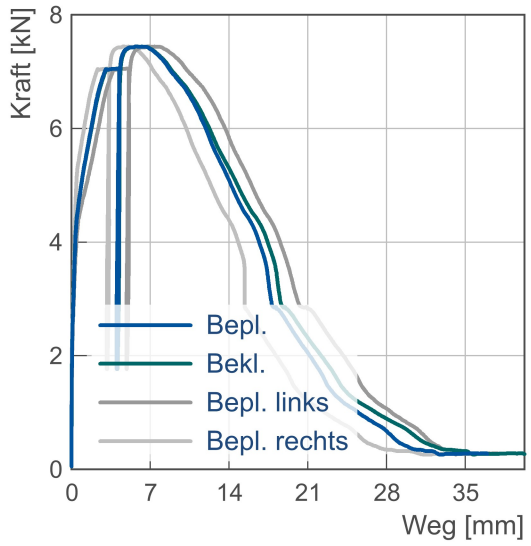


b) in Detailansicht

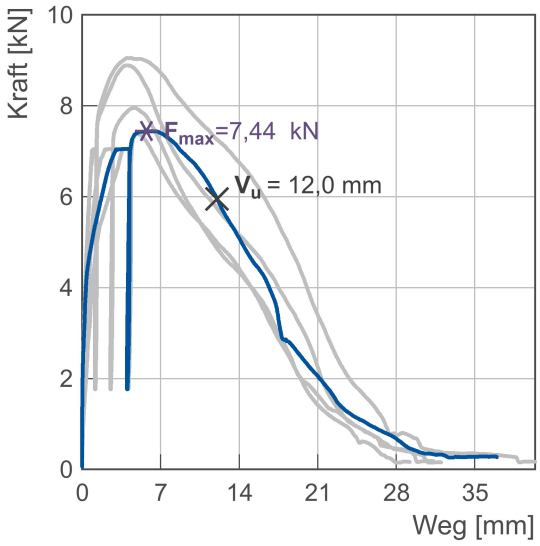
Zeitverläufe



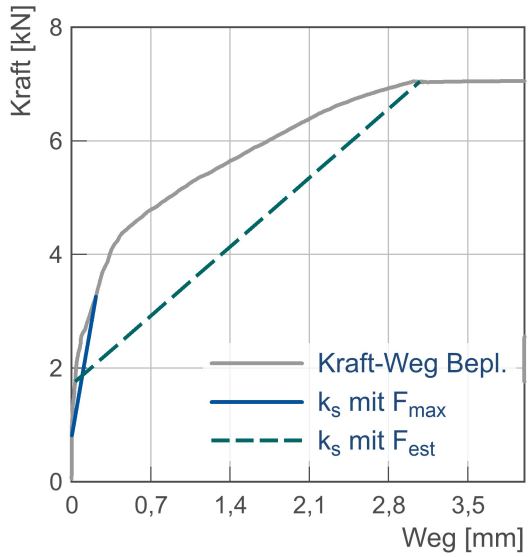
Last-Verformung

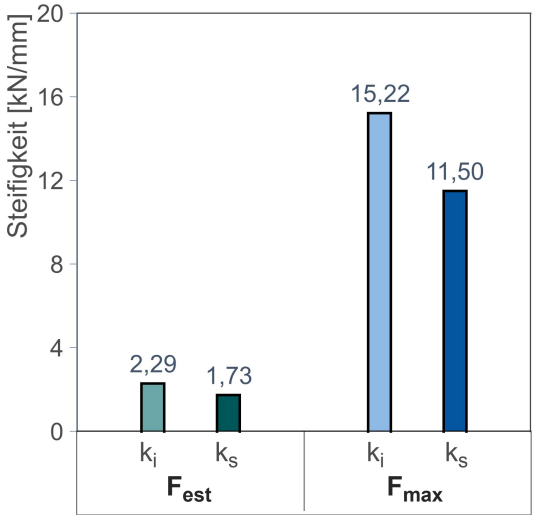


Vergleich innerhalb eines Typs

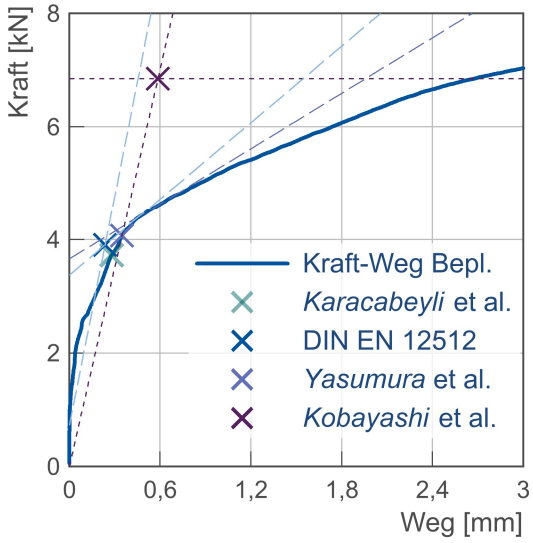


Seifigkeiten

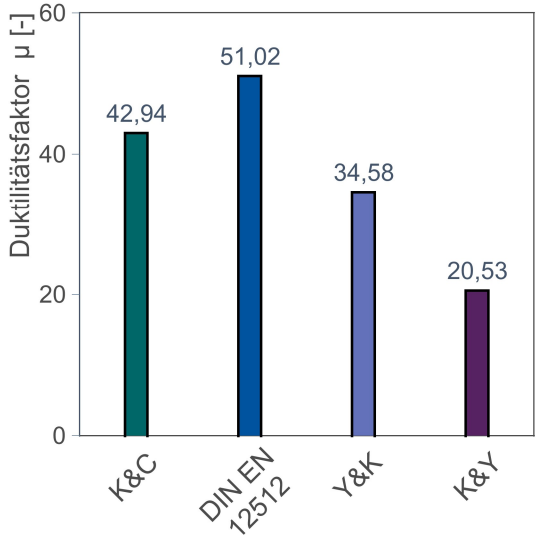




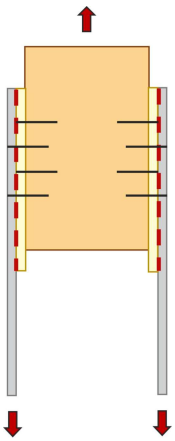
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 9-CT-OSB15-GFB12,5-st1,80-65-m-1



Datum:	27.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	46 %RH
Temperatur:	23,1 °C

Maximale Kraft:	5,12 kN	Weg:	2,98 mm
Max. Kraft pro VM:	1,28 kN	V_u :	3,80 mm

Versagen: Durchziehen des Klammerrückens durch Bekleidung

Bemerkung: Löcher neu gebohrt (4 cm höher) & Bekleidung (4 cm) unten abgesägt; Erste Prüfung abgebrochen bei Vorbelastung 0,1 Fmax,est (→ 'Kraft halten' in Vorbelastung von kraftgeregelt auf lagegeregelt umgestellt)

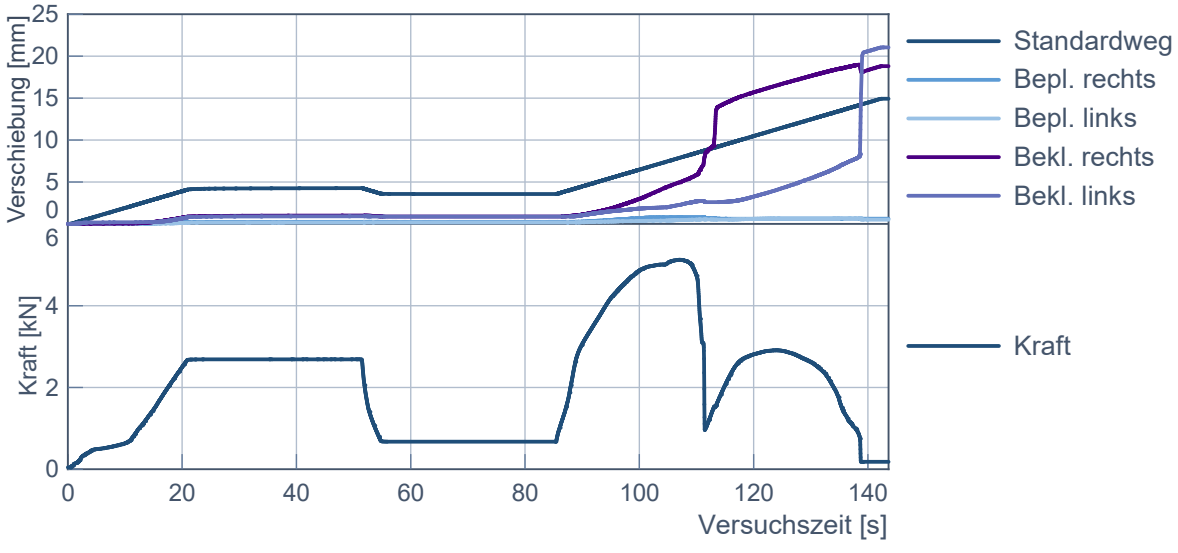
Versagensmodus



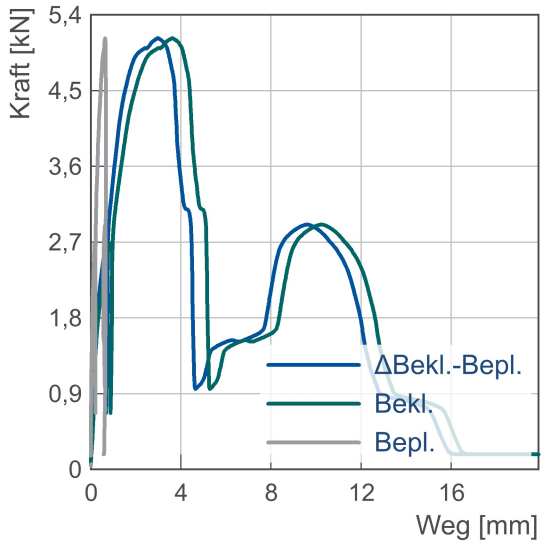
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht

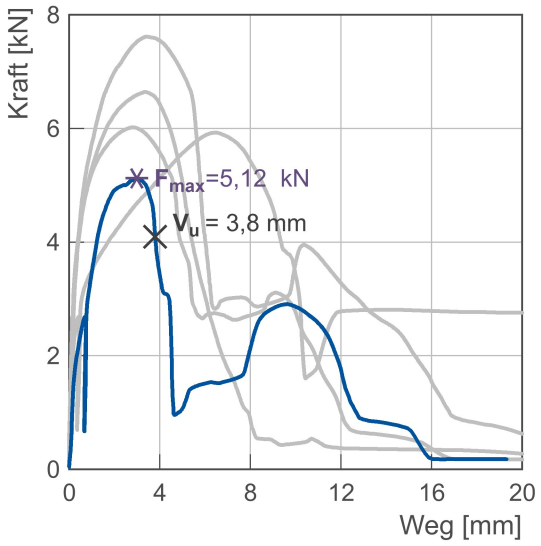
Zeitverläufe



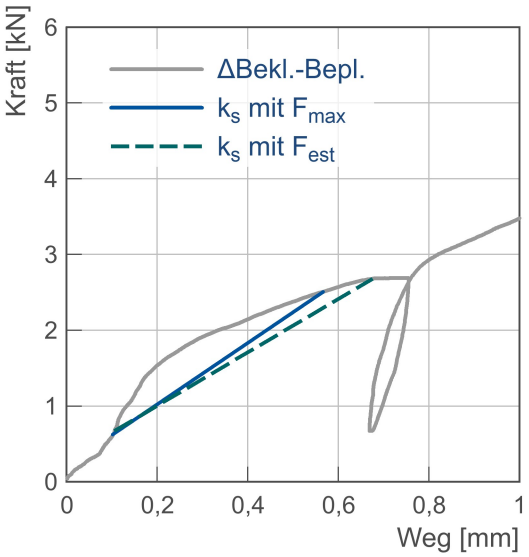
Last-Verformung

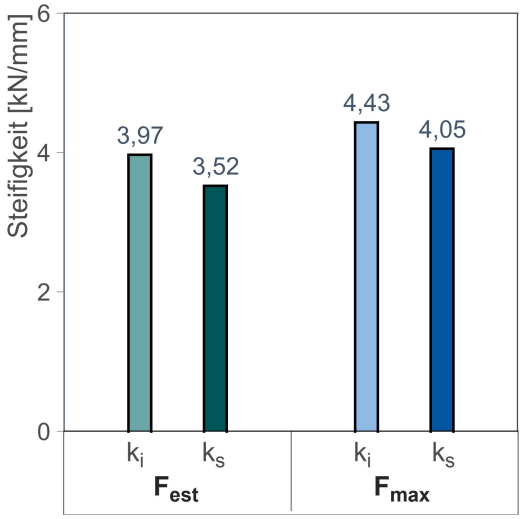


Vergleich innerhalb einesTyps

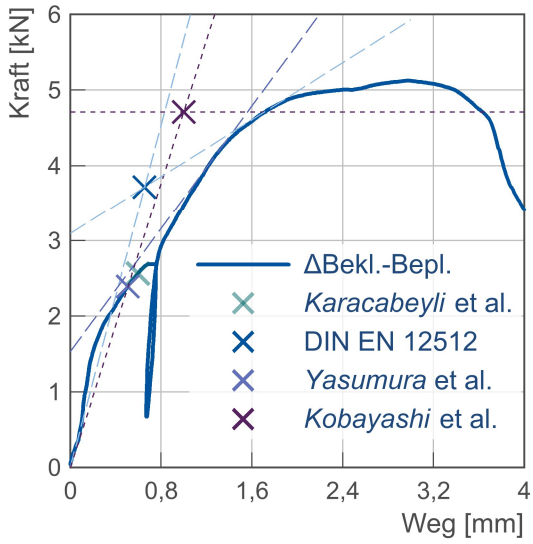


Seifigkeiten

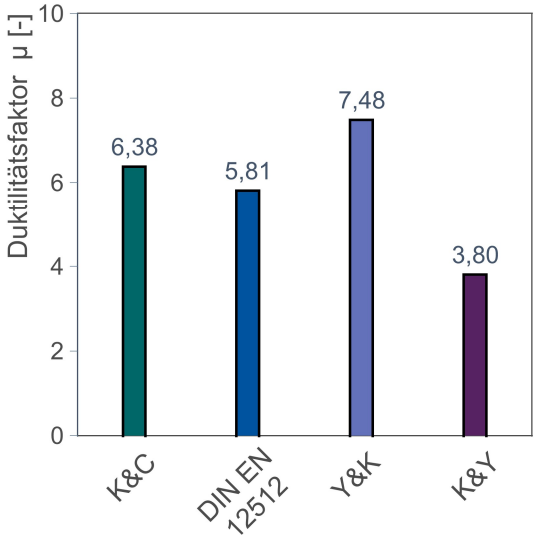




Fließverformungen

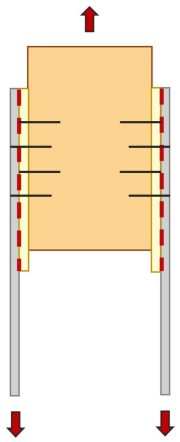


Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 9-CT-OSB15-GFB12,5-st1,80-65-m-2

Datum:	27.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	46 %RH
Temperatur:	23,1 °C



Maximale Kraft:	6,02 kN	Weg:	2,83 mm
Max. Kraft pro VM:	1,51 kN	V_u :	4,70 mm
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Bekleidung		
Bemerkung:	Löcher neu gebohrt (4 cm höher) & Bekleidung (4 cm) unten abgesägt; 'Kraft halten' in Vorbelastung lagegeregelt statt kraftgeregelt		

Versagensmodus

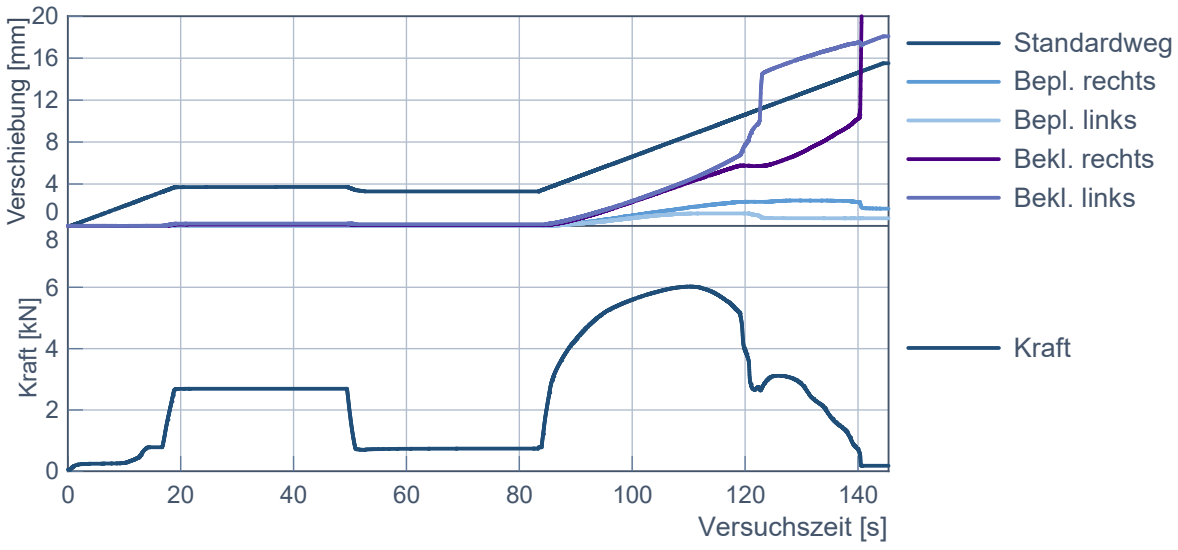


a) in Globalansicht nach Prüfende

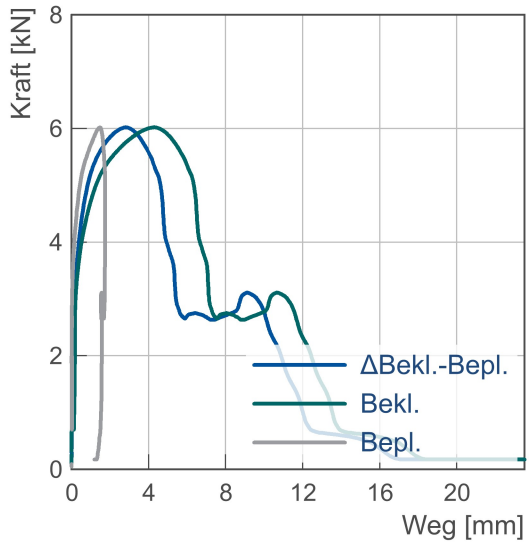


b) in Detailansicht

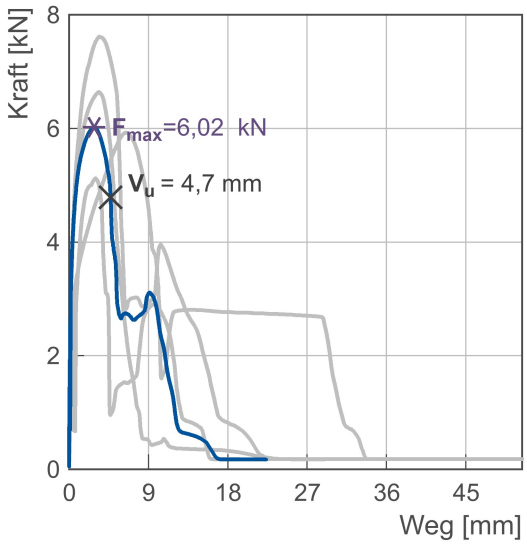
Zeitverläufe



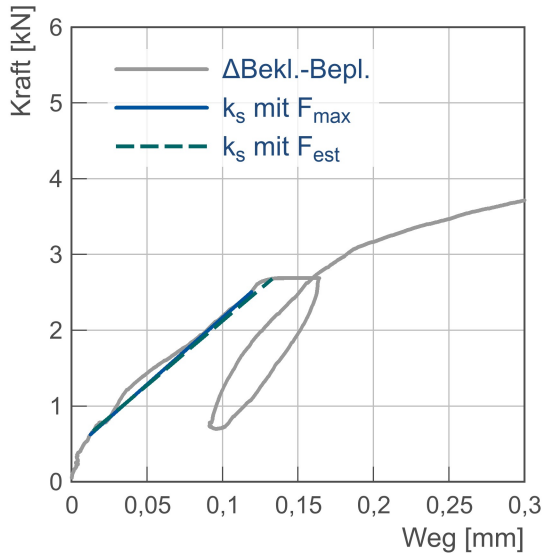
Last-Verformung

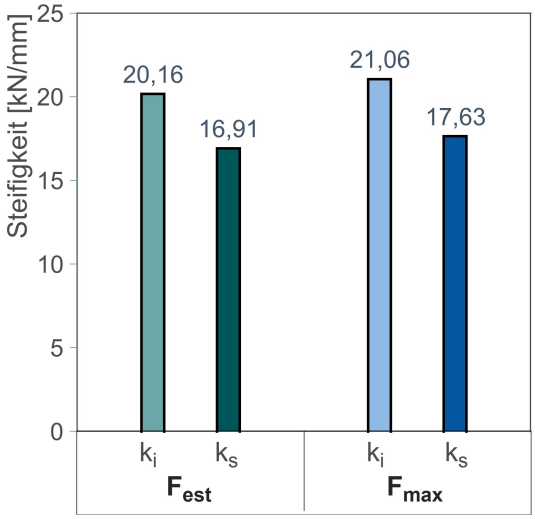


Vergleich innerhalb einesTyps

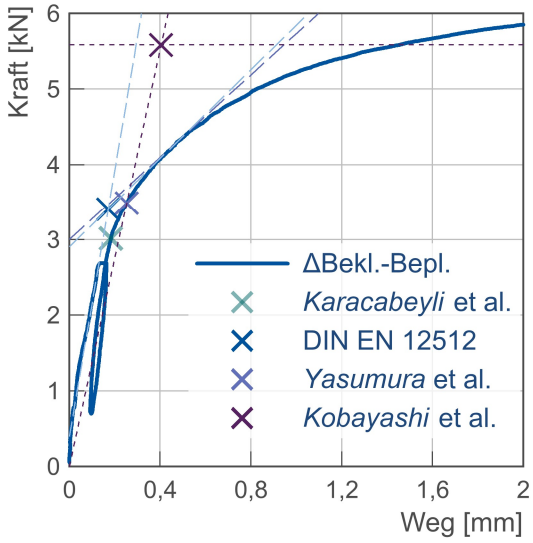


Seifigkeiten

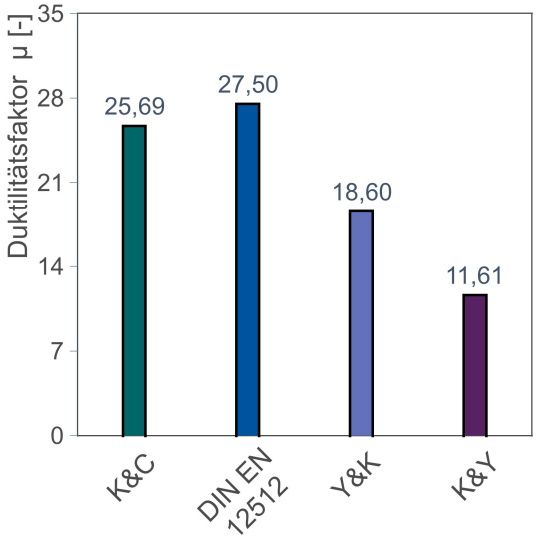




Fließverformungen

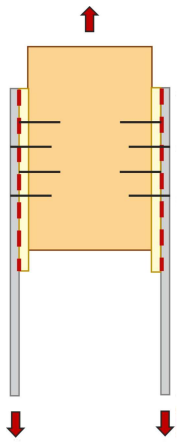


Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 9-CT-OSB15-GFB12,5-st1,80-65-m-3

Datum:	27.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	46 %RH
Temperatur:	23,1 °C



Maximale Kraft:	5,93 kN	Weg:	6,44 mm
Max. Kraft pro VM:	1,48 kN	V_u :	8,87 mm

Versagen: Durchziehen des Klammerrückens durch Bekleidung

Bemerkung: Löcher neu gebohrt (4 cm höher) & Bekleidung (4 cm) unten abgesägt;
'Kraft halten' in Vorbelastung lagegeregelt statt kraftgeregelt

Versagensmodus

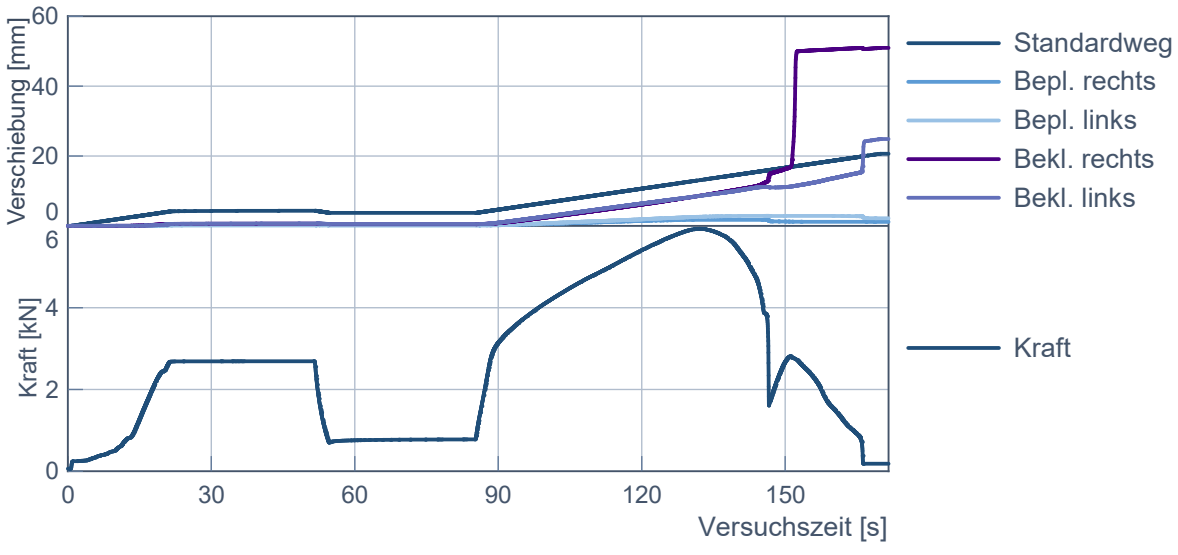


a) in Globalansicht nach Prüfende

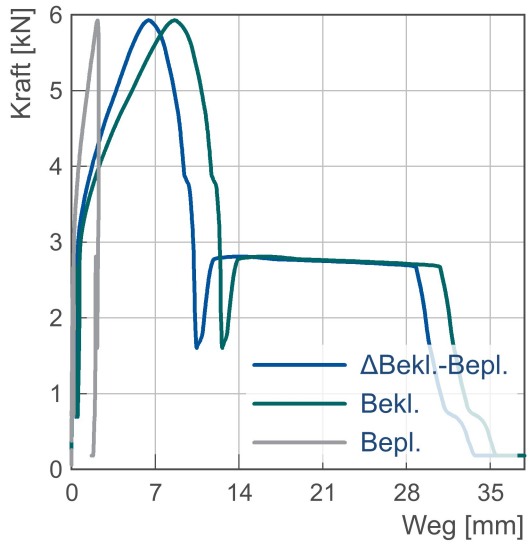


b) in Detailansicht

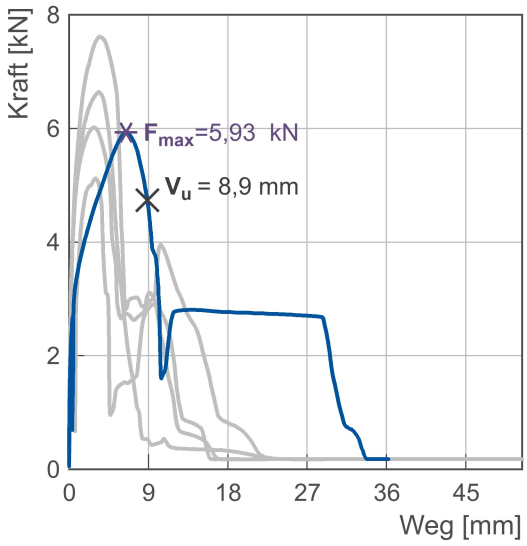
Zeitverläufe



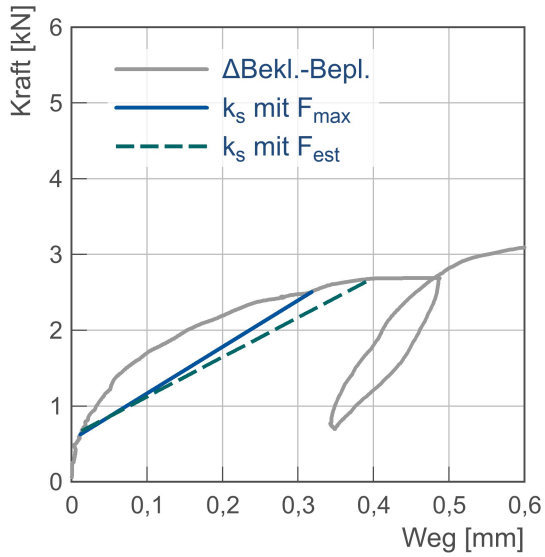
Last-Verformung

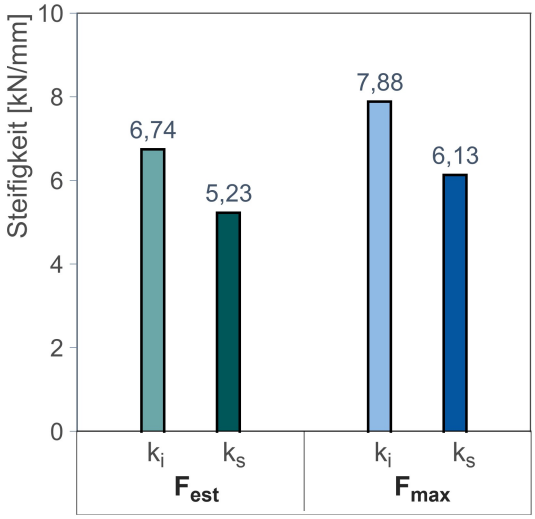


Vergleich innerhalb einesTyps

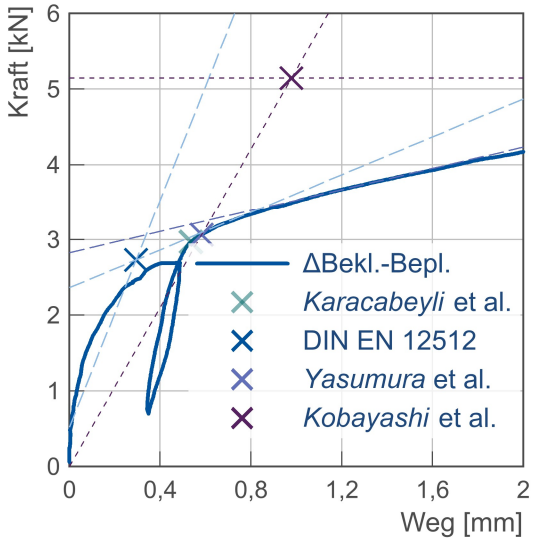


Seifigkeiten

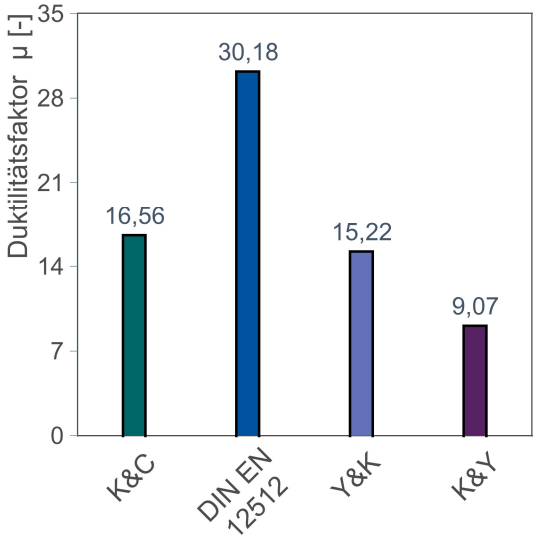




Fließverformungen

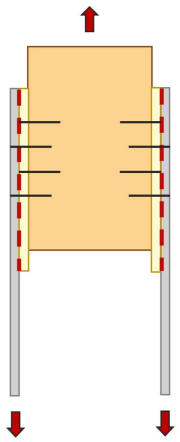


Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 9-CT-OSB15-GFB12,5-st1,80-65-m-4

Datum:	27.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	45 %RH
Temperatur:	23,6 °C



Maximale Kraft:	7,62 kN	Weg:	3,40 mm
Max. Kraft pro VM:	1,90 kN	V_u :	5,59 mm

Versagen: Durchziehen des Klammerrückens durch Bekleidung

Bemerkung: Löcher neu gebohrt (4 cm höher) & Bekleidung (4 cm) unten abgesägt;
'Kraft halten' in Vorbelastung lagegeregelt statt kraftgeregelt

Versagensmodus

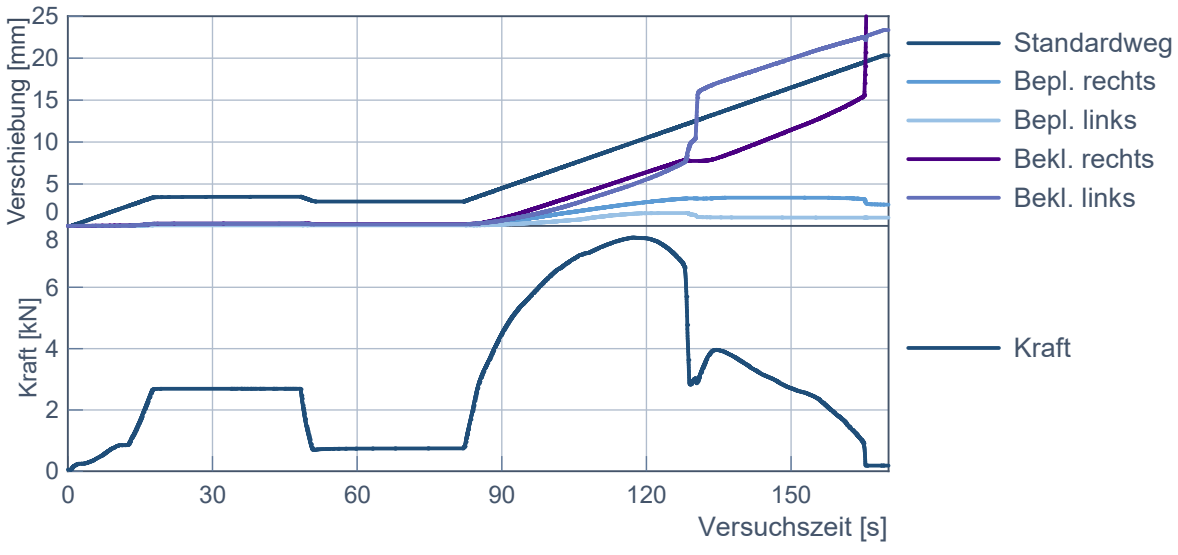


a) in Globalansicht nach Prüfende

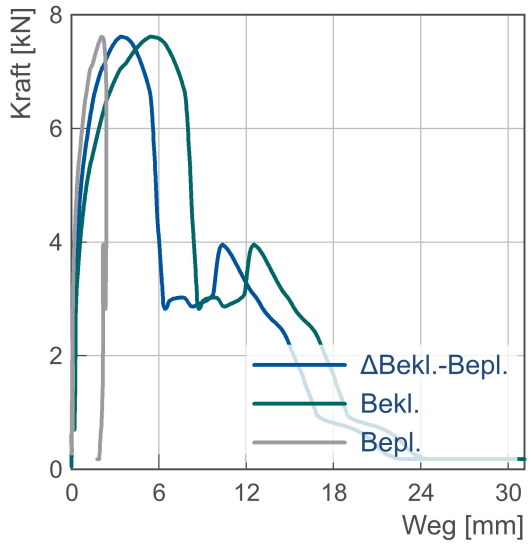


b) in Detailansicht

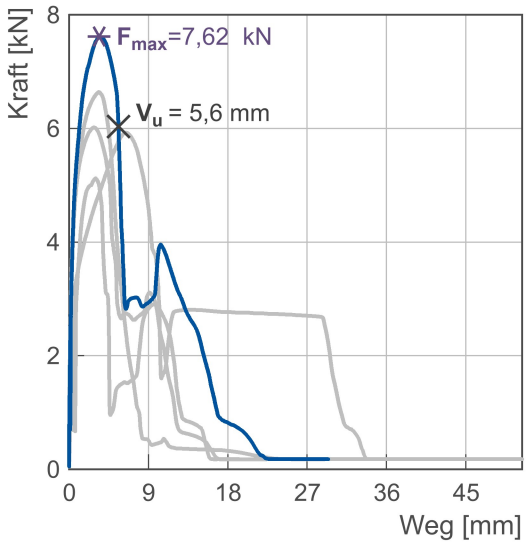
Zeitverläufe



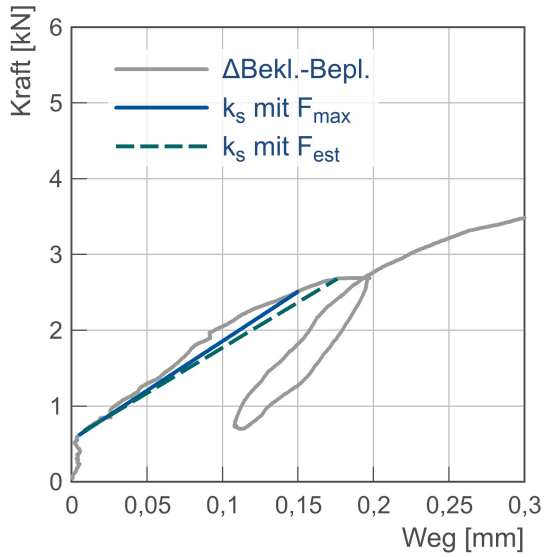
Last-Verformung

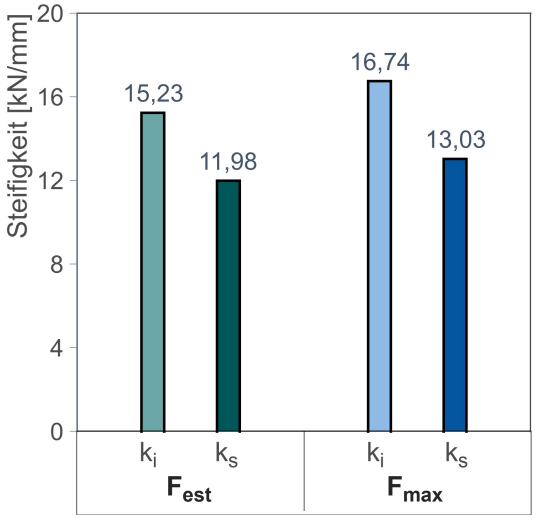


Vergleich innerhalb einesTyps

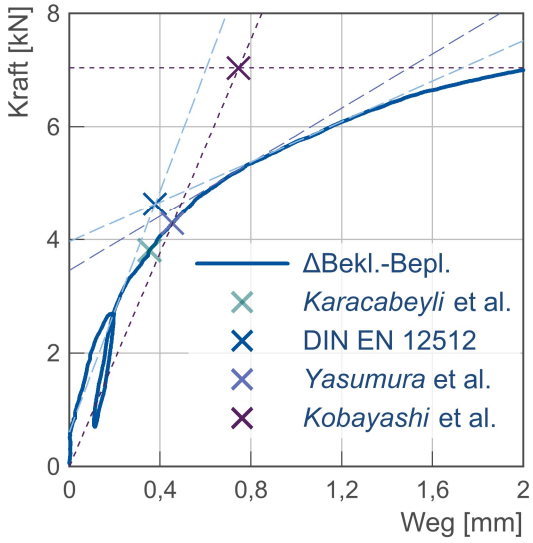


Seifigkeiten

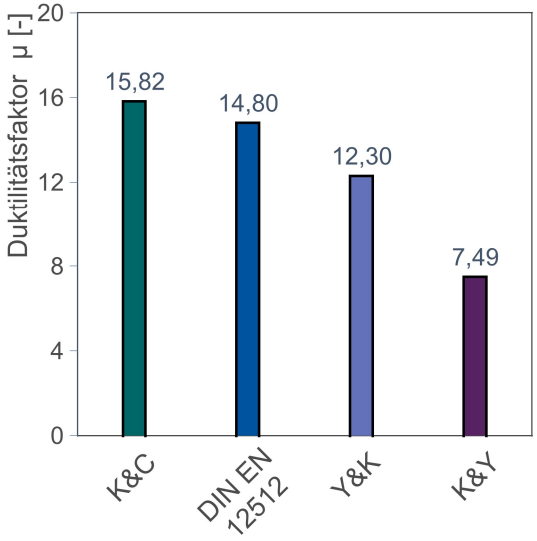




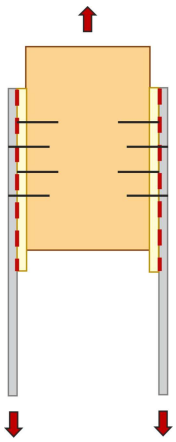
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 9-CT-OSB15-GFB12,5-st1,80-65-m-5



Datum:	27.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	45 %RH
Temperatur:	23,6 °C

Maximale Kraft:	6,64 kN	Weg:	3,36 mm
Max. Kraft pro VM:	1,66 kN	V_u :	4,88 mm

Versagen: Durchziehen des Klammerrückens durch Bekleidung

Bemerkung: Löcher neu gebohrt (4 cm höher) & Bekleidung (4 cm) unten abgesägt;
'Kraft halten' in Vorbelastung lagegeregelt statt kraftgeregelt

Versagensmodus

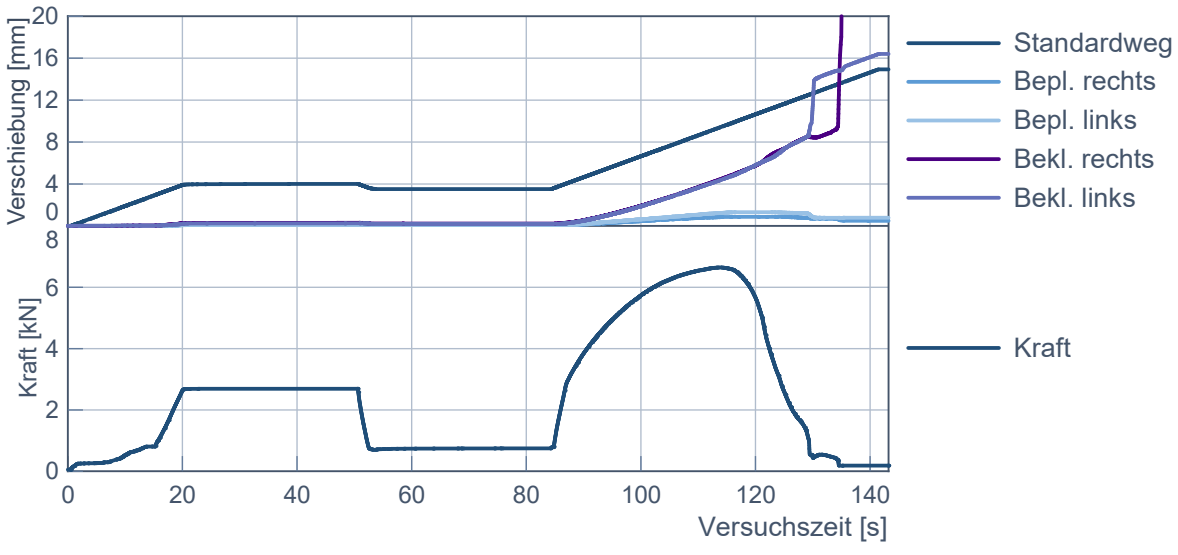


a) in Globalansicht nach Prüfende

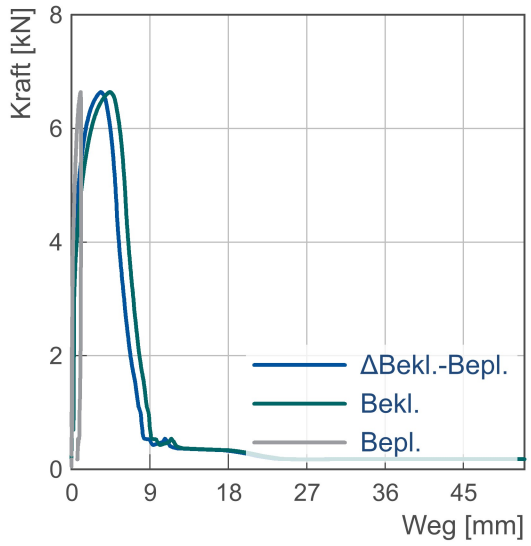


b) in Detailansicht

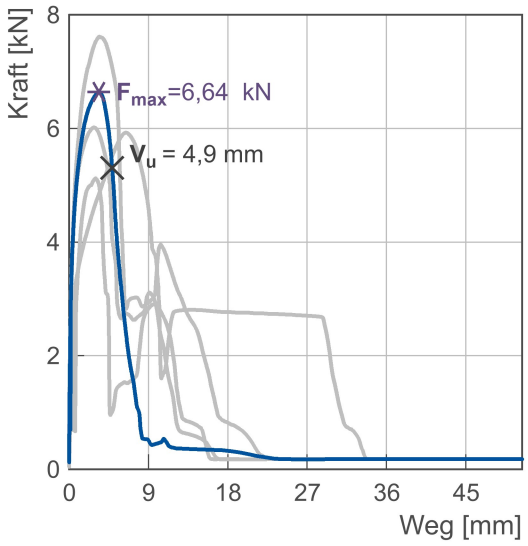
Zeitverläufe



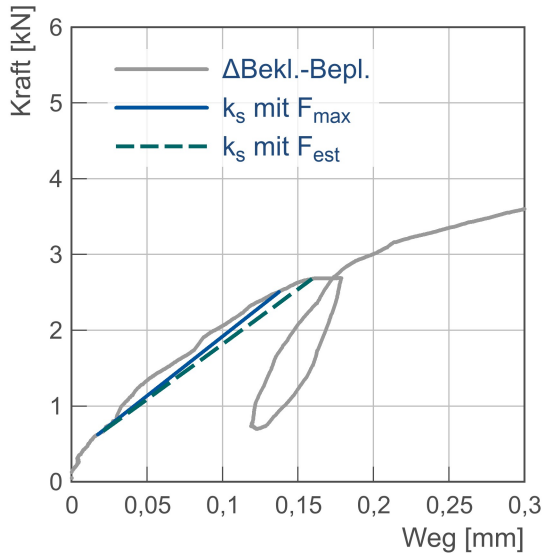
Last-Verformung

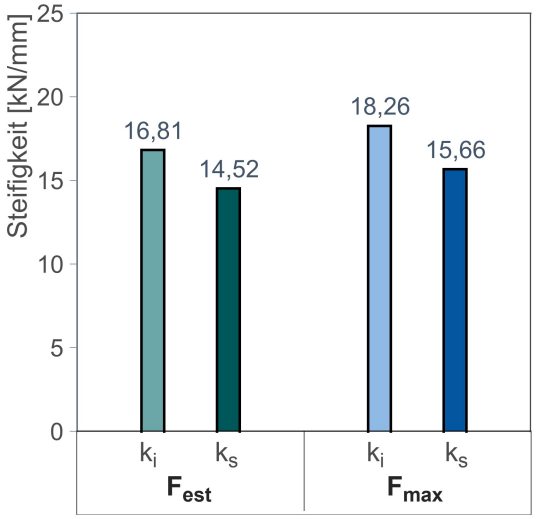


Vergleich innerhalb einesTyps

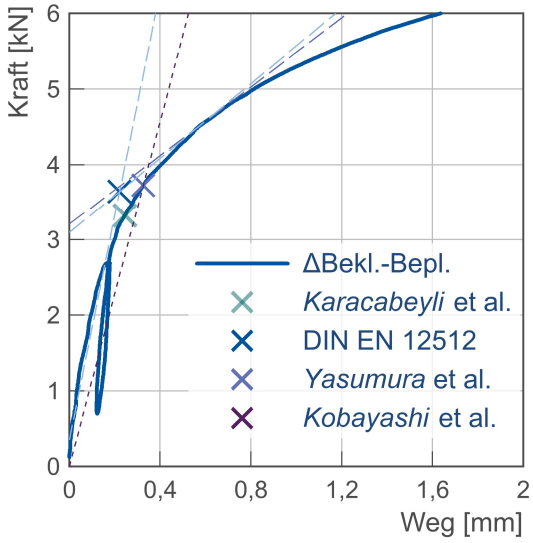


Seifigkeiten

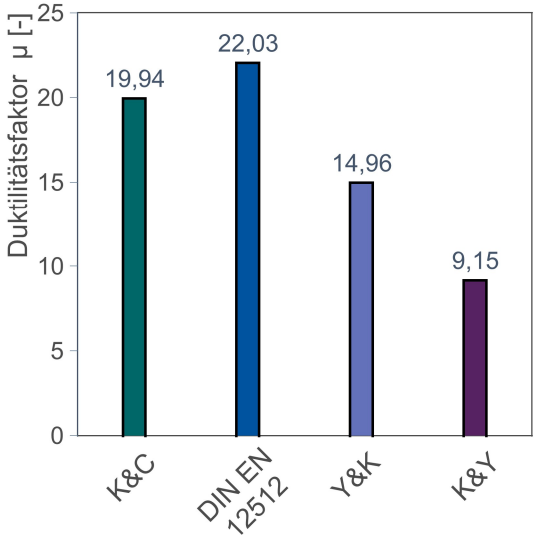




Fließverformungen

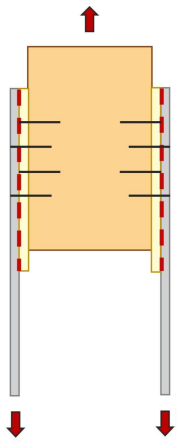


Duktilität nach DIN EN 12512



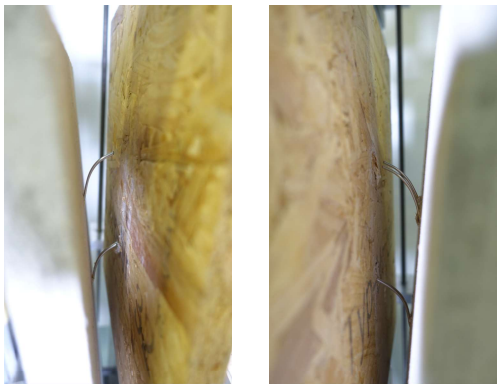
Versuch: 10-CT-OSB15-GFB181,80-65-m-1

Datum:	24.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	45 %RH
Temperatur:	22,6 °C



Maximale Kraft:	8,06 kN	Weg:	5,48 mm
Max. Kraft pro VM:	2,02 kN	V_u :	11,52 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern in der Bekleidung aus der Rippe		
Bemerkung:	Klammern in OSB-Beplankung etwas durchgezogen		

Versagensmodus

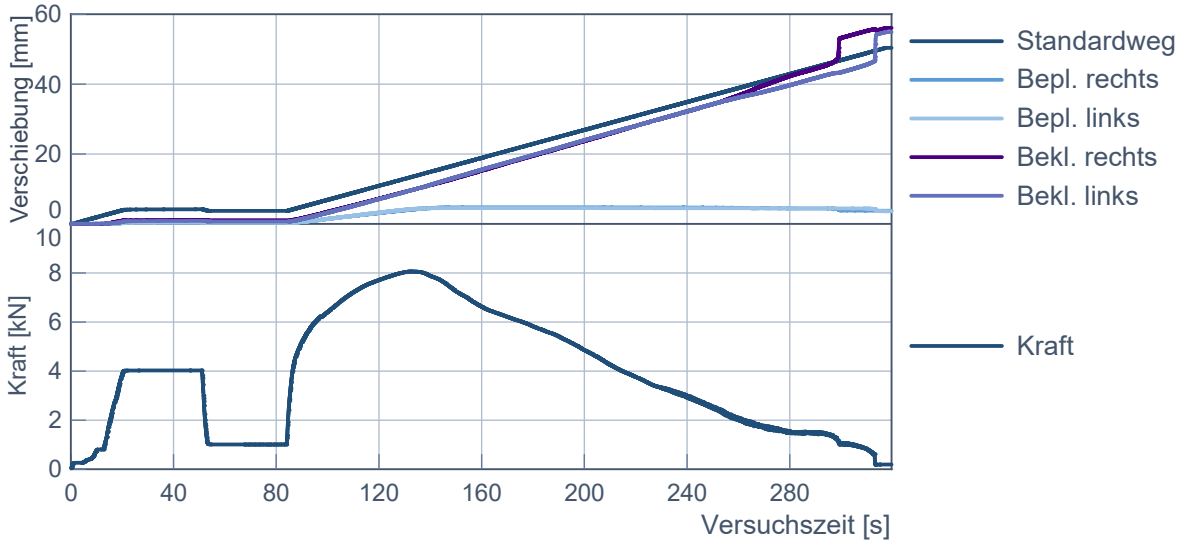


a) in Globalansicht nach Prüfende

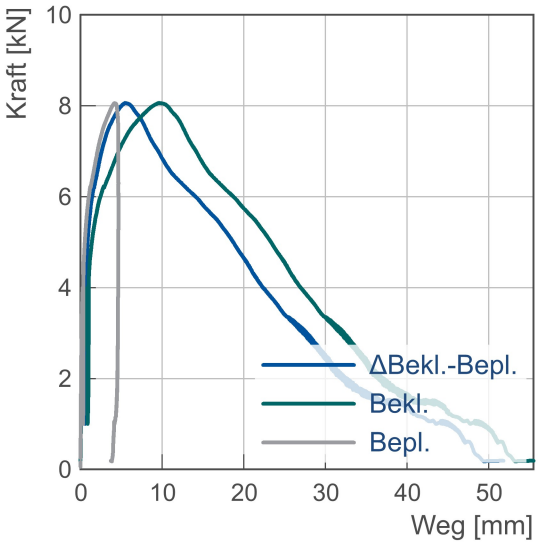


b) in Detailansicht

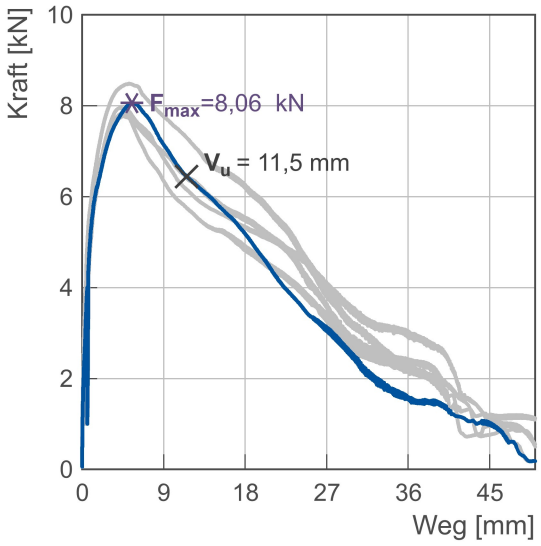
Zeitverläufe



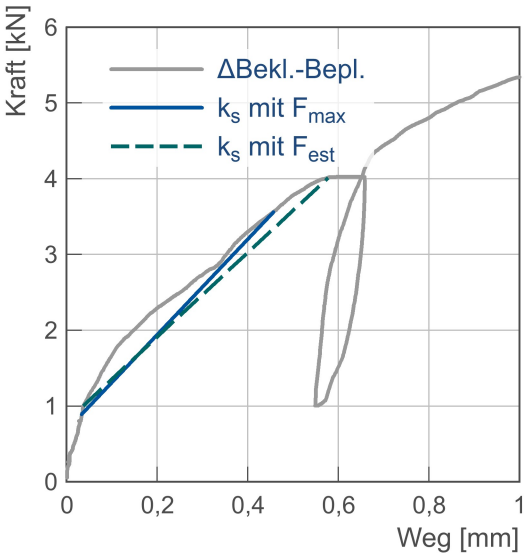
Last-Verformung

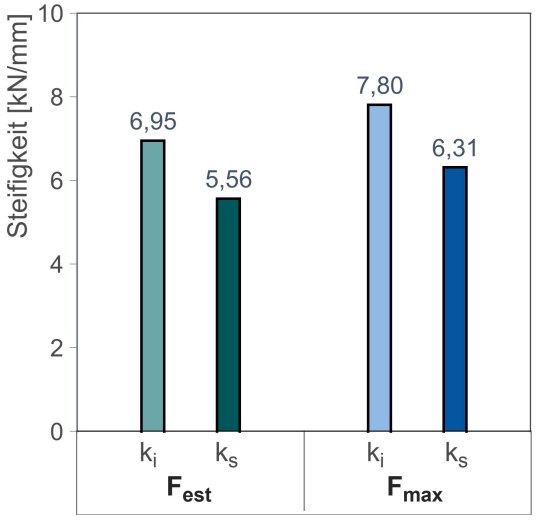


Vergleich innerhalb einesTyps

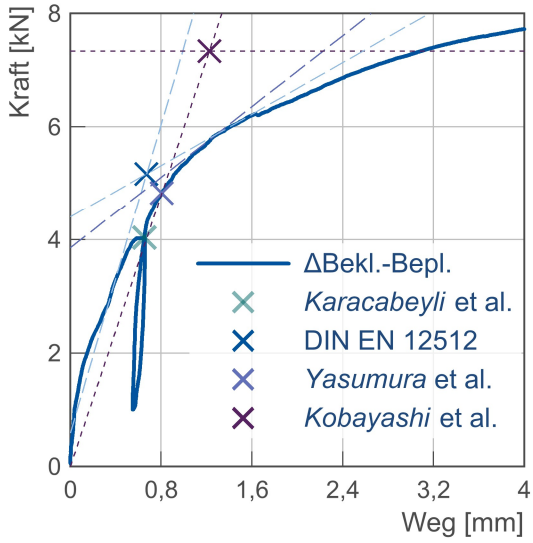


Seifigkeiten

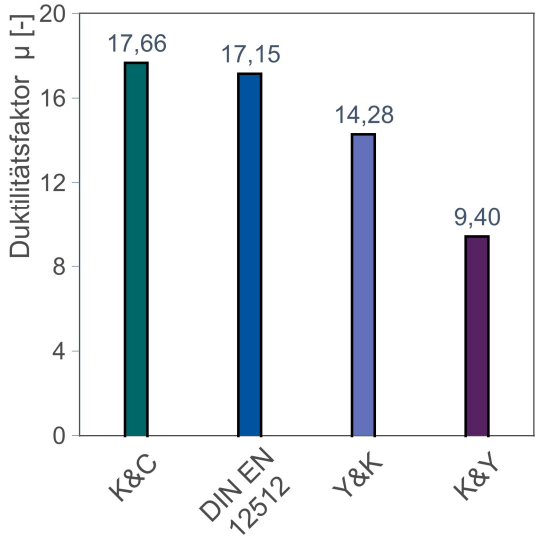




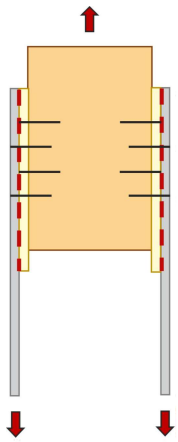
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 10-CT-OSB15-GFB181,80-65-m-2



Datum:	24.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	46 %RH
Temperatur:	22,8 °C

Maximale Kraft:	7,87 kN	Weg:	4,55 mm
Max. Kraft pro VM:	1,97 kN	V_u :	9,16 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern in der Bekleidung aus der Rippe		
Bemerkung:	Klammern in OSB-Beplankung etwas durchgezogen		

Versagensmodus

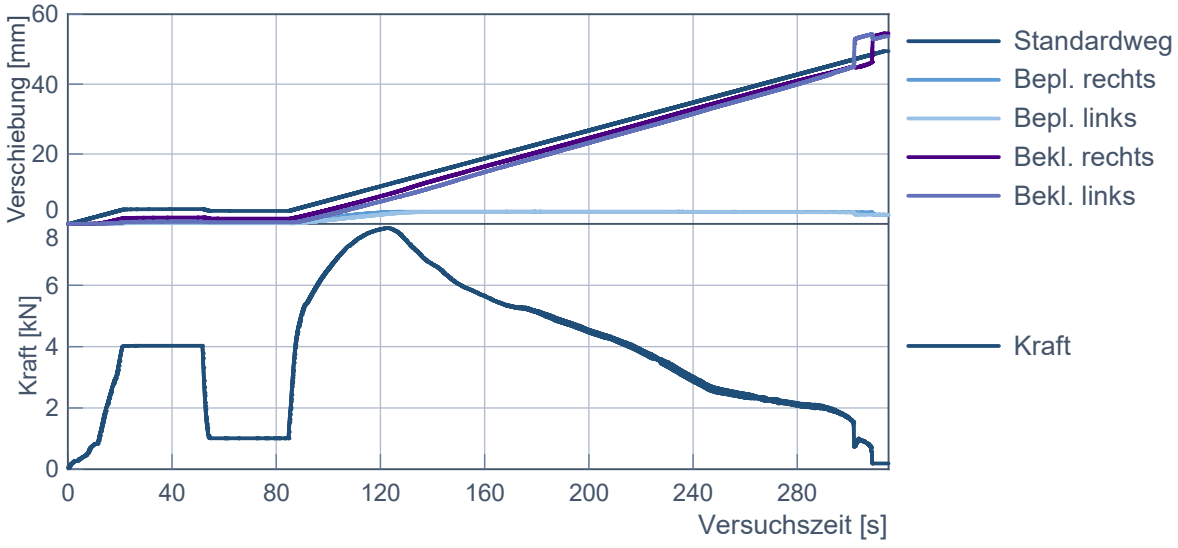


a) in Globalansicht nach Prüfende

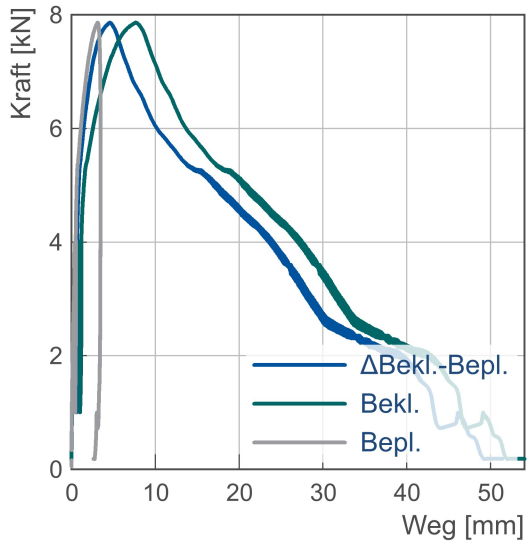


b) in Detailansicht

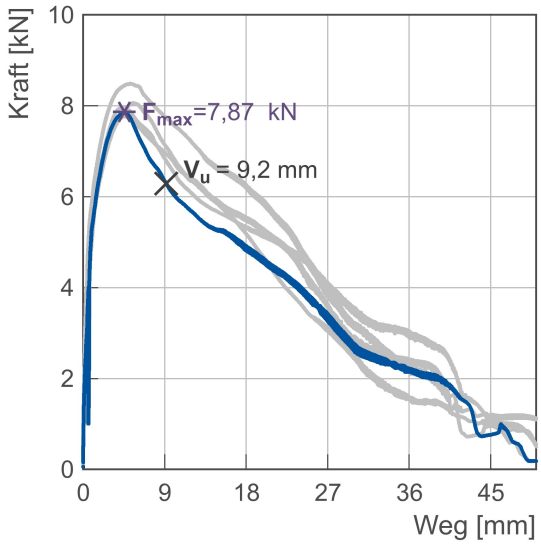
Zeitverläufe



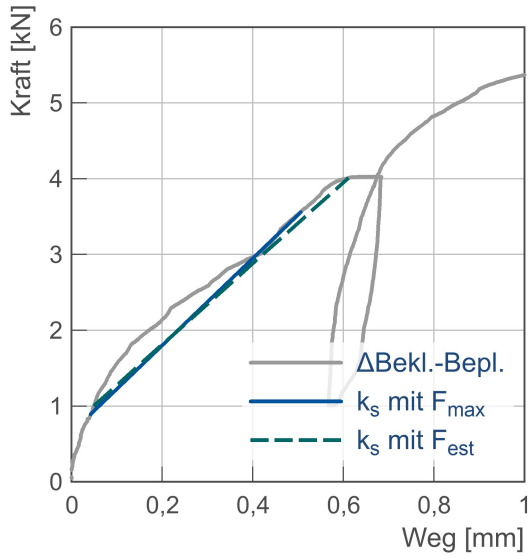
Last-Verformung

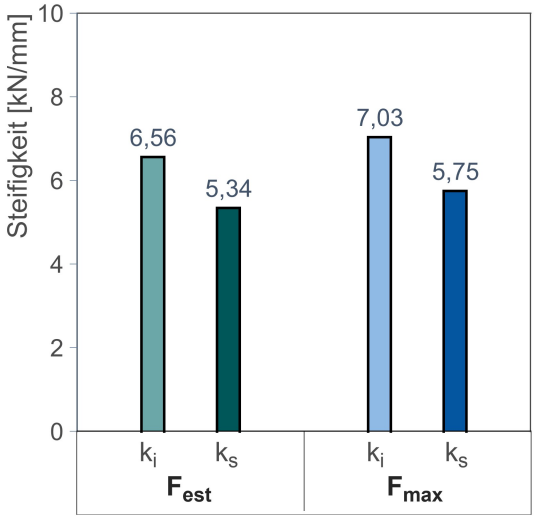


Vergleich innerhalb einesTyps

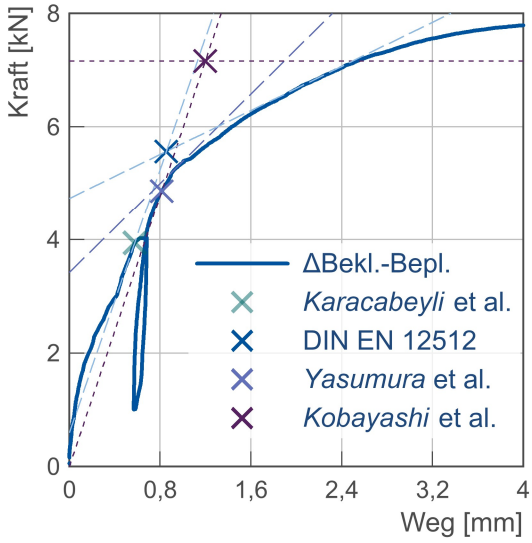


Seifigkeiten

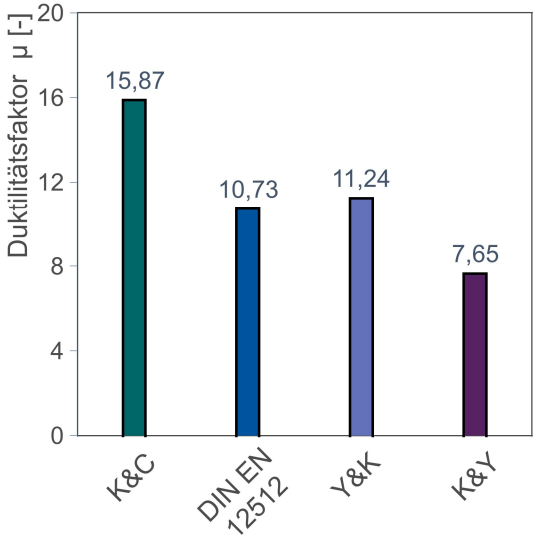




Fließverformungen

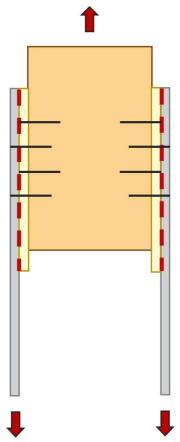


Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 10-CT-OSB15-GFB181,80-65-m-3

Datum:	24.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	46 %RH
Temperatur:	22,5 °C



Maximale Kraft:	7,77 kN	Weg:	4,59 mm
Max. Kraft pro VM:	1,94 kN	V_u :	12,76 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern in der Bekleidung aus der Rippe		
Bemerkung:	Klammern in OSB-Beplankung etwas durchgezogen		

Versagensmodus

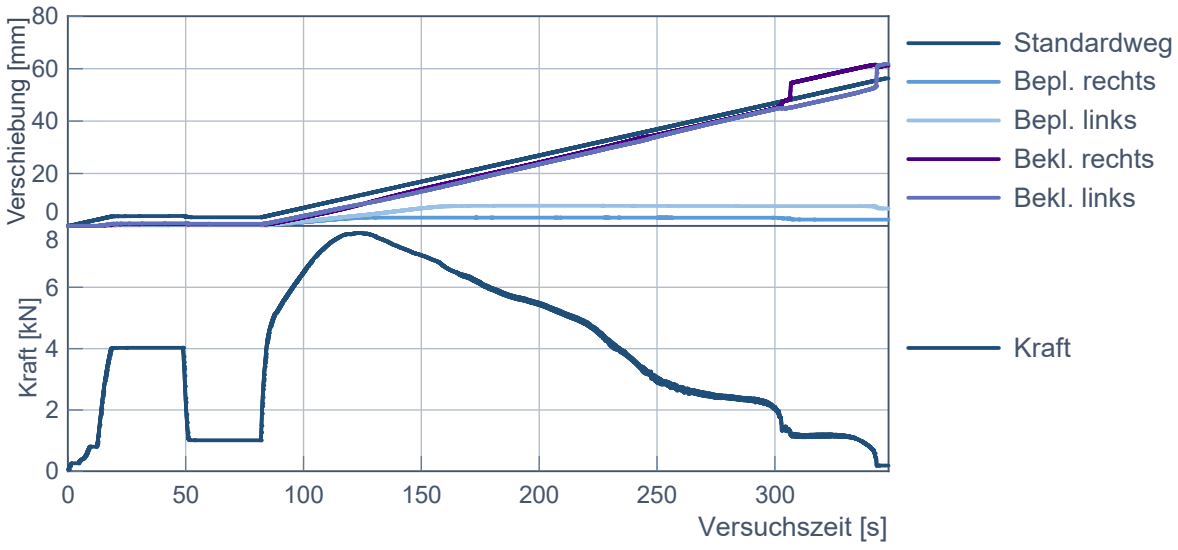


a) in Globalansicht nach Prüfende

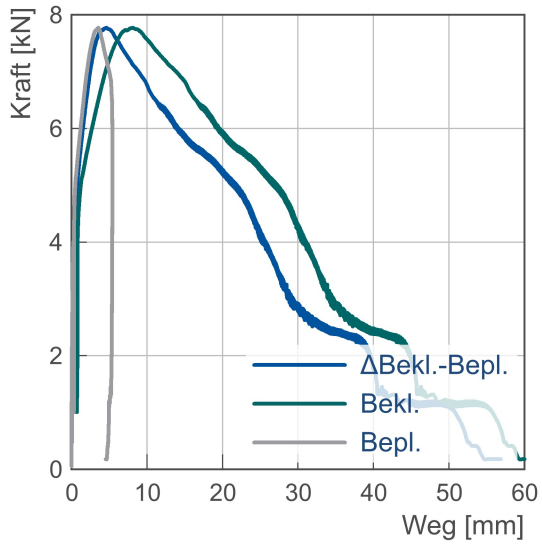


b) in Detailansicht

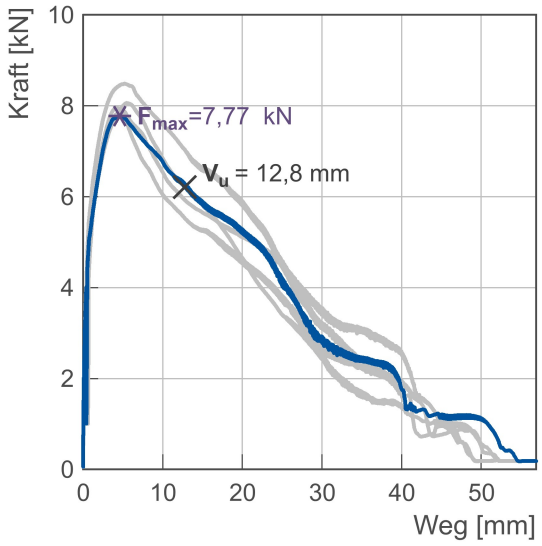
Zeitverläufe



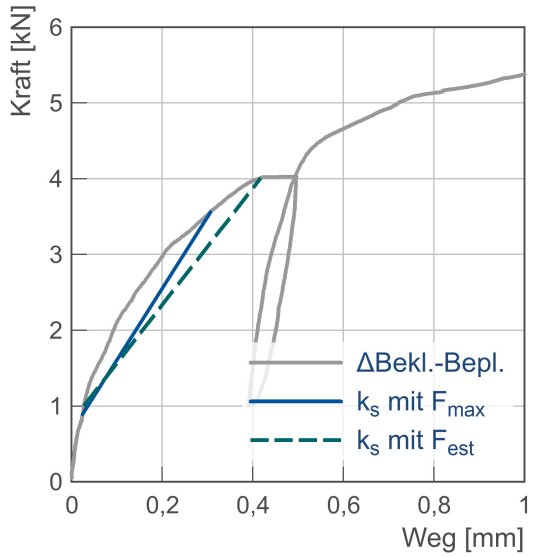
Last-Verformung

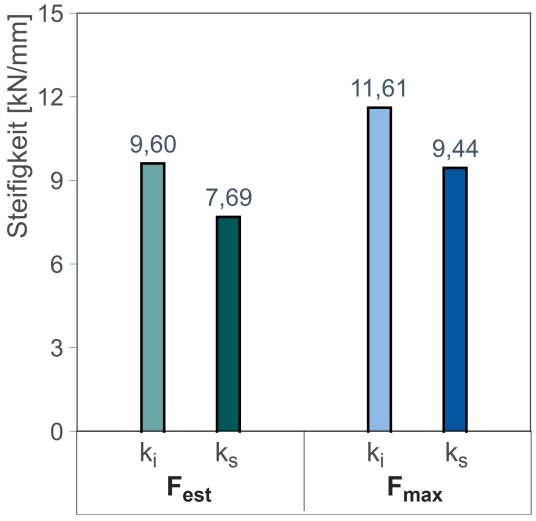


Vergleich innerhalb einesTyps

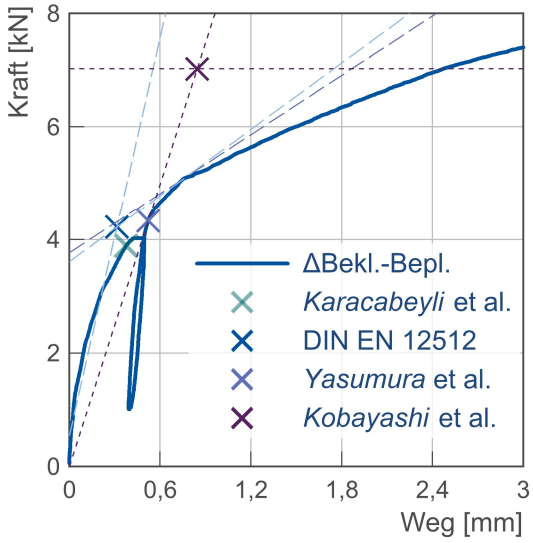


Seifigkeiten

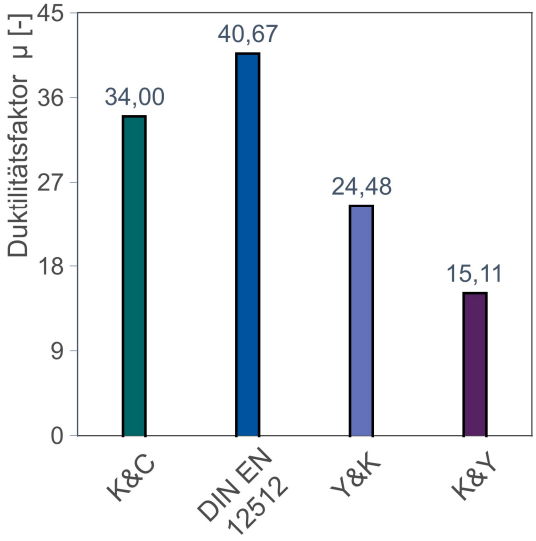




Fließverformungen

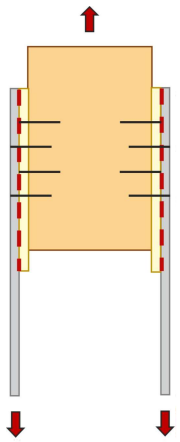


Duktilität nach DIN EN 12512



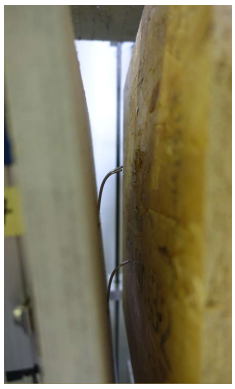
Versuch: 10-CT-OSB15-GFB181,80-65-m-4

Datum:	24.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	46 %RH
Temperatur:	23,0 °C



Maximale Kraft:	7,95 kN	Weg:	4,07 mm
Max. Kraft pro VM:	1,99 kN	V_u :	10,54 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern in der Bekleidung aus der Rippe		
Bemerkung:	Klammern in OSB-Beplankung etwas durchgezogen		

Versagensmodus

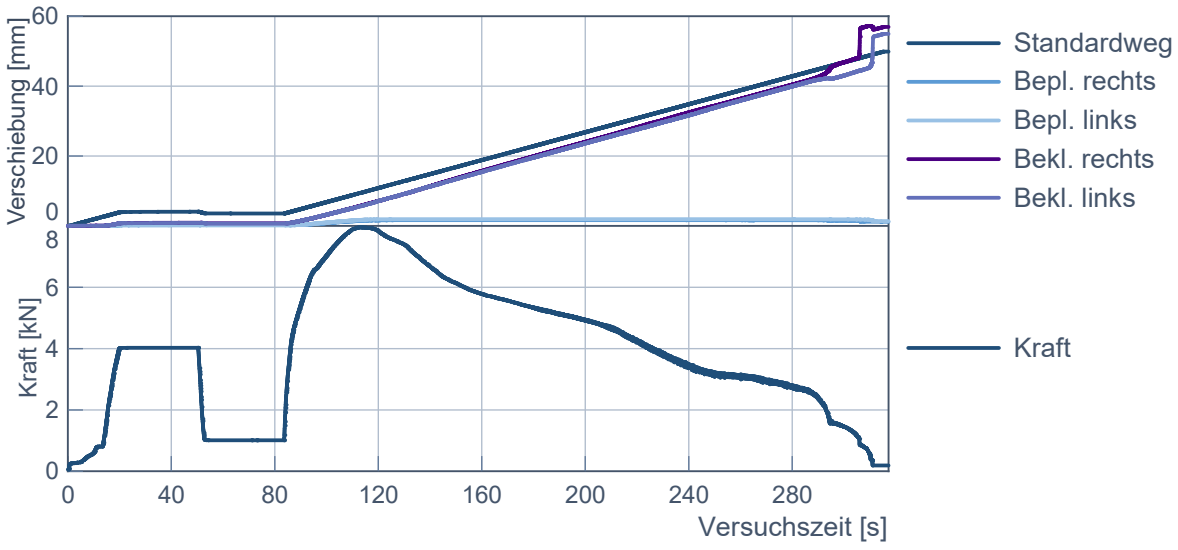


a) in Globalansicht nach Prüfende

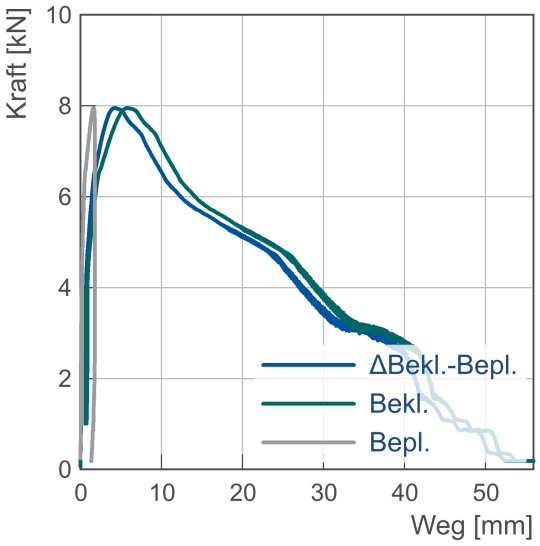


b) in Detailansicht

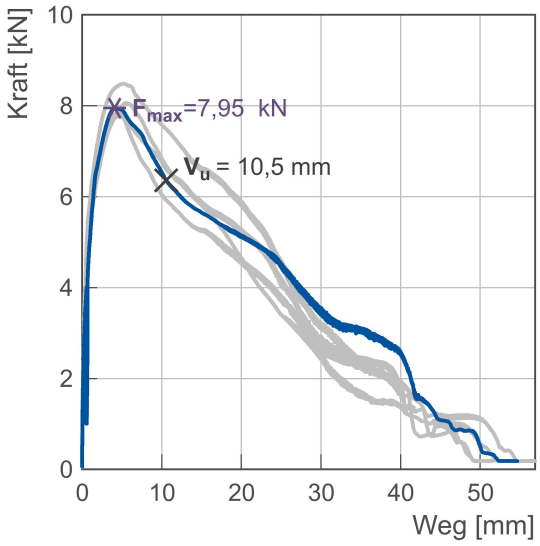
Zeitverläufe



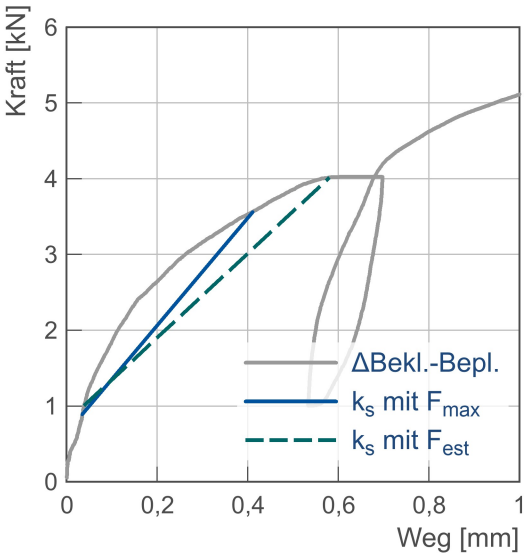
Last-Verformung

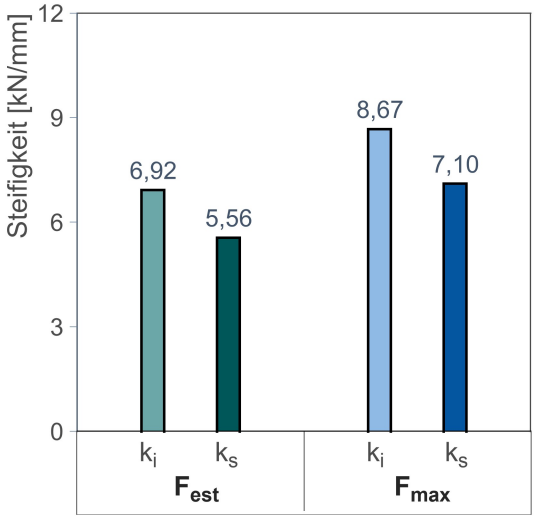


Vergleich innerhalb einesTyps

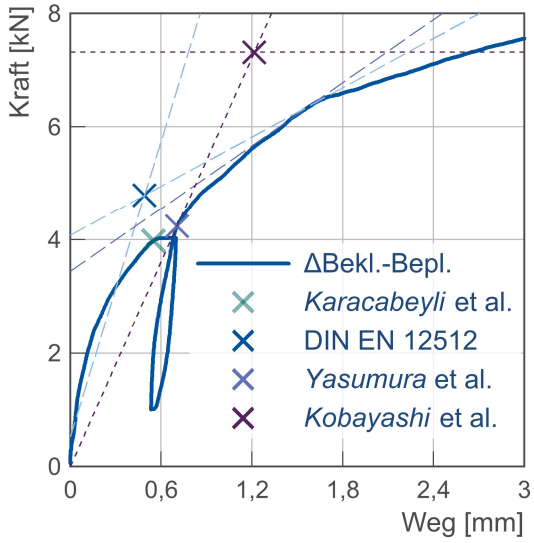


Seifigkeiten

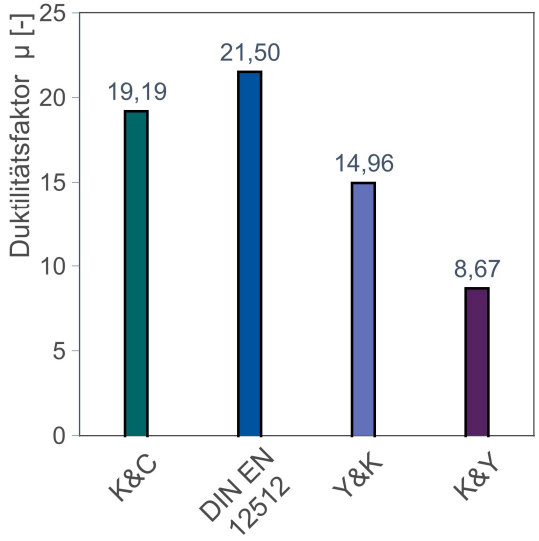




Fließverformungen

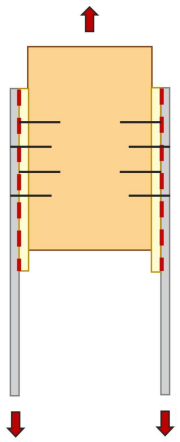


Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 10-CT-OSB15-GFB181,80-65-m-5

Datum:	24.10.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	46 %RH
Temperatur:	22,9 °C



Maximale Kraft:	8,48 kN	Weg:	5,14 mm
Max. Kraft pro VM:	2,12 kN	V_u :	13,65 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern in der Bekleidung aus der Rippe		
Bemerkung:	Klammern in OSB-Beplankung etwas durchgezogen		

Versagensmodus

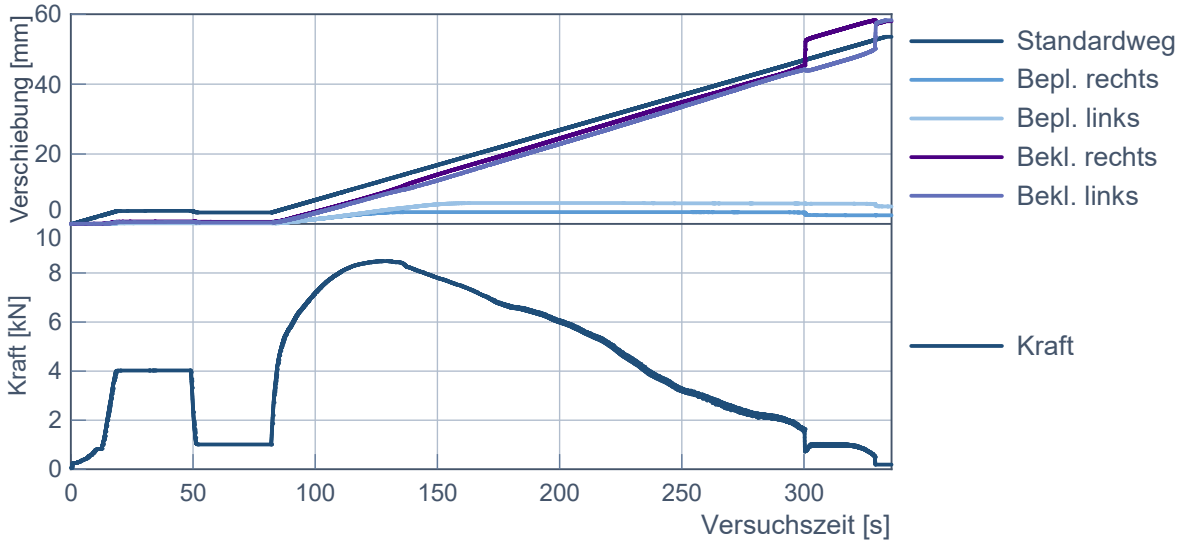


a) in Globalansicht nach Prüfende

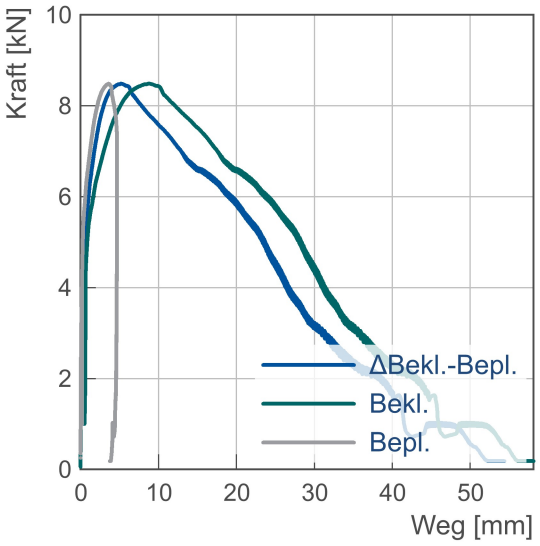


b) in Detailansicht

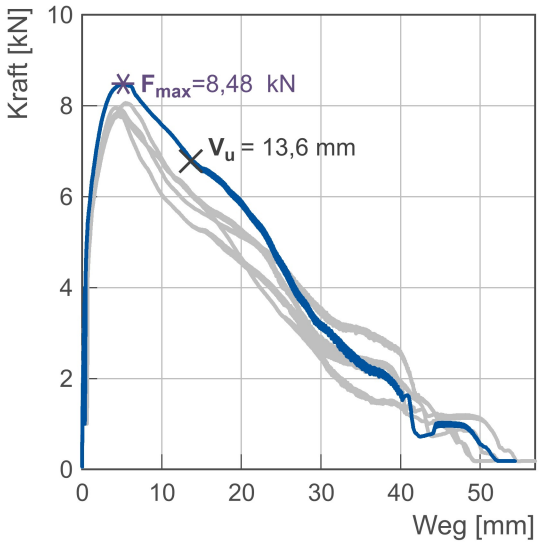
Zeitverläufe



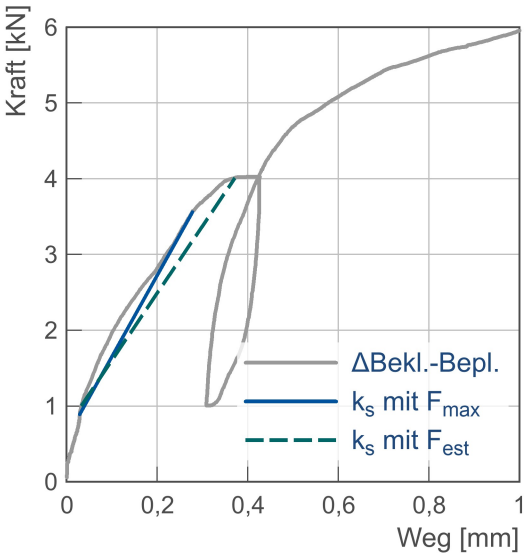
Last-Verformung

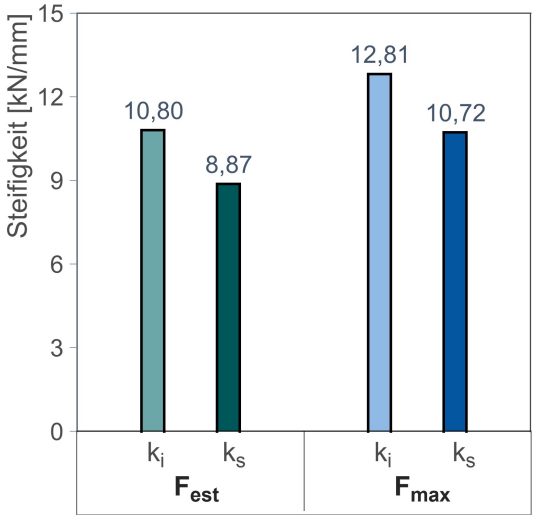


Vergleich innerhalb einesTyps

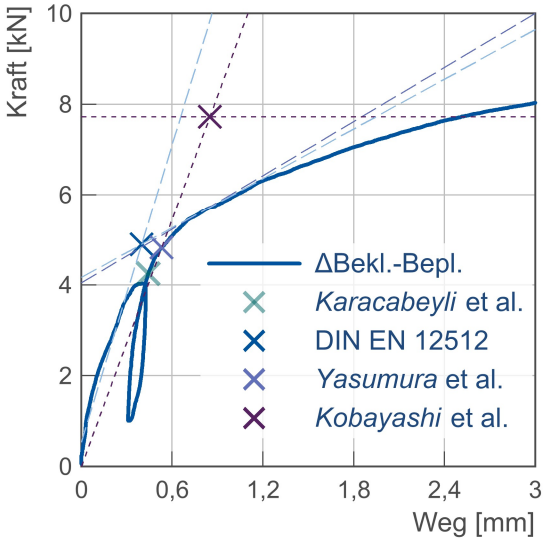


Seifigkeiten

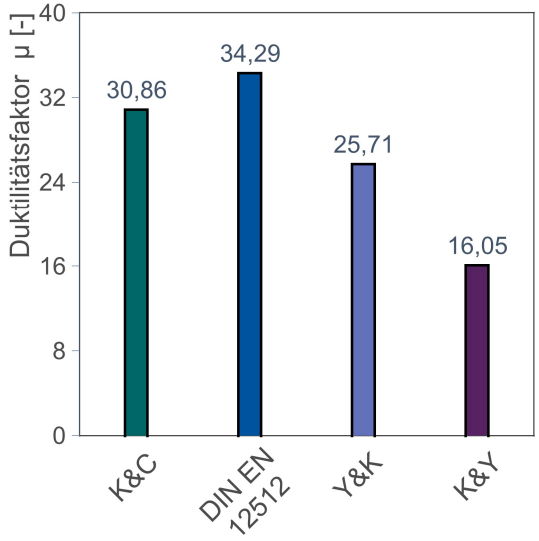




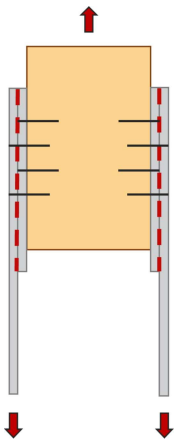
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 11-CT-GFB12,5-GFB12,5-st1,80-65-m-1



Datum:	26.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	41,0 %RH
Temperatur:	24,2 °C

Maximale Kraft:	8,35 kN	Weg:	3,25 mm
Max. Kraft pro VM:	2,09 kN	V_u :	6,31 mm

Versagen: Durchziehen des Klammerrückens durch Bekleidung

Bemerkung: -

Versagensmodus

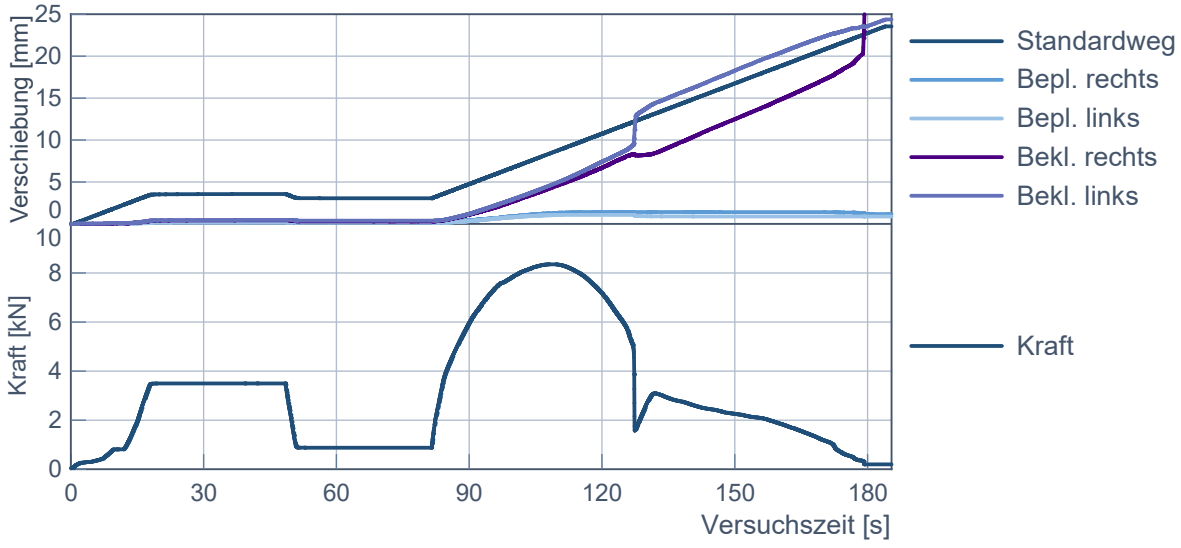


a) in Globalansicht nach Prüfende

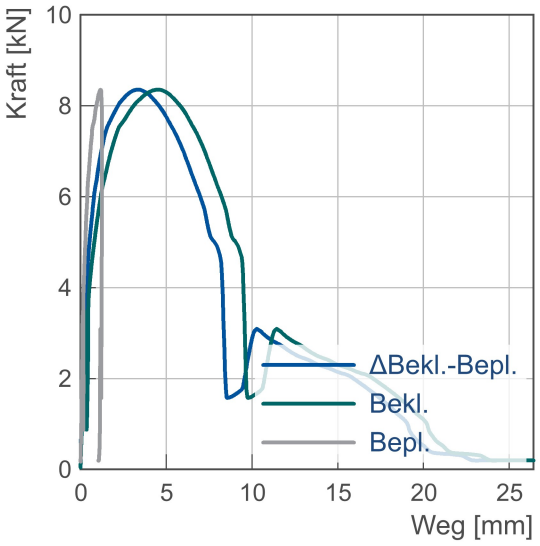


b) in Detailansicht

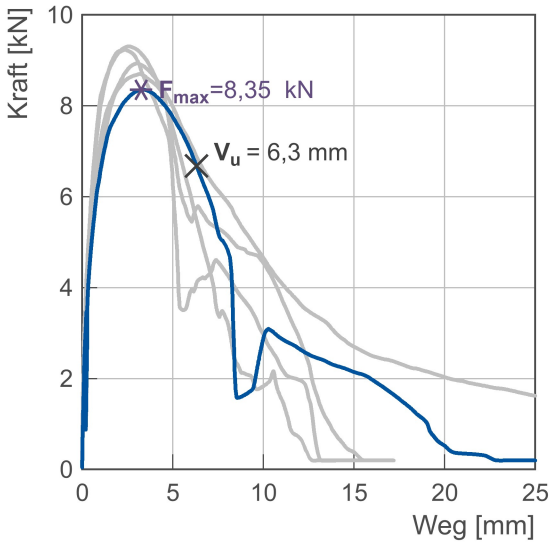
Zeitverläufe



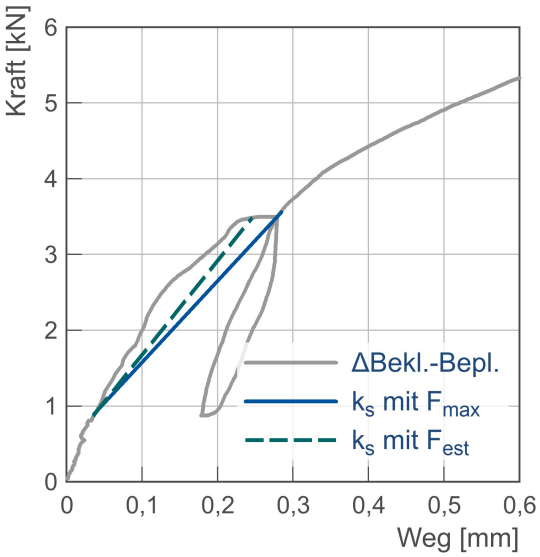
Last-Verformung

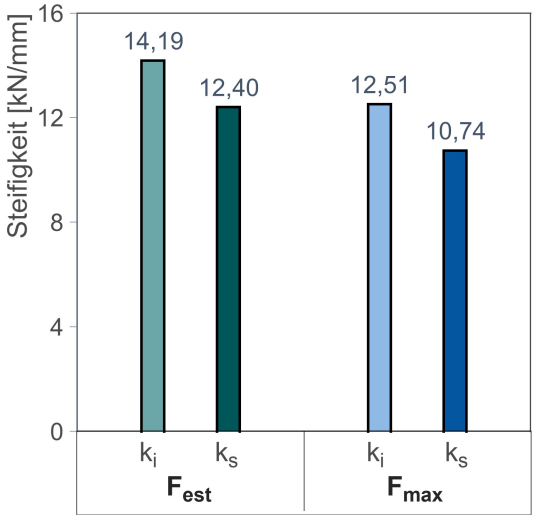


Vergleich innerhalb einesTyps

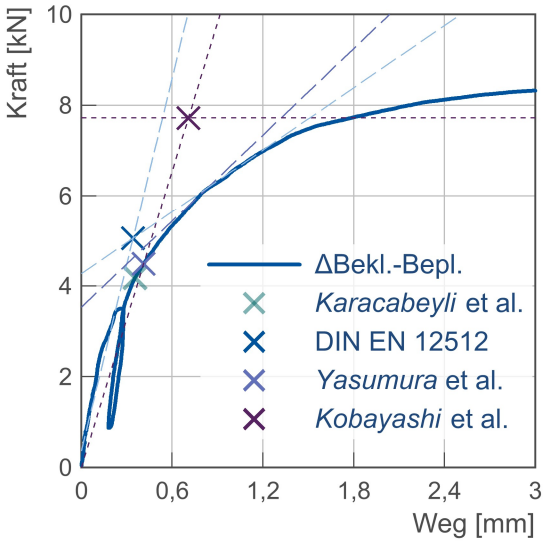


Seifigkeiten

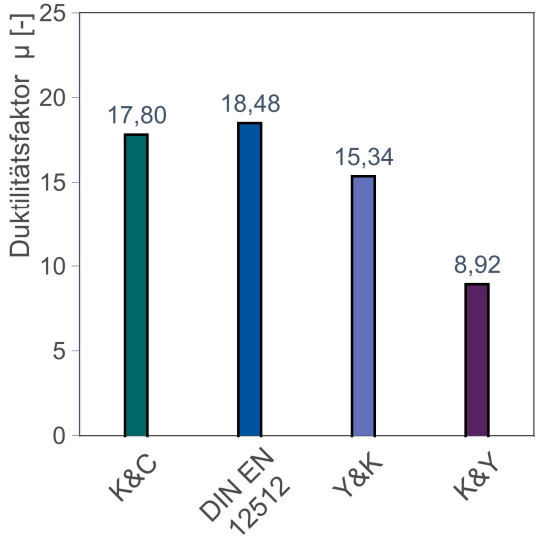




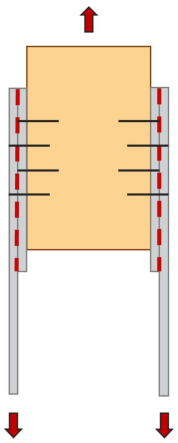
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 11-CT-GFB12,5-GFB12,5-st1,80-65-m-2



Datum:	26.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	41,0 %RH
Temperatur:	23,8 °C

Maximale Kraft:	9,24 kN	Weg:	2,36 mm
Max. Kraft pro VM:	2,31 kN	V_u :	4,69 mm

Versagen: Durchziehen des Klammerrückens durch Bekleidung

Bemerkung: -

Versagensmodus

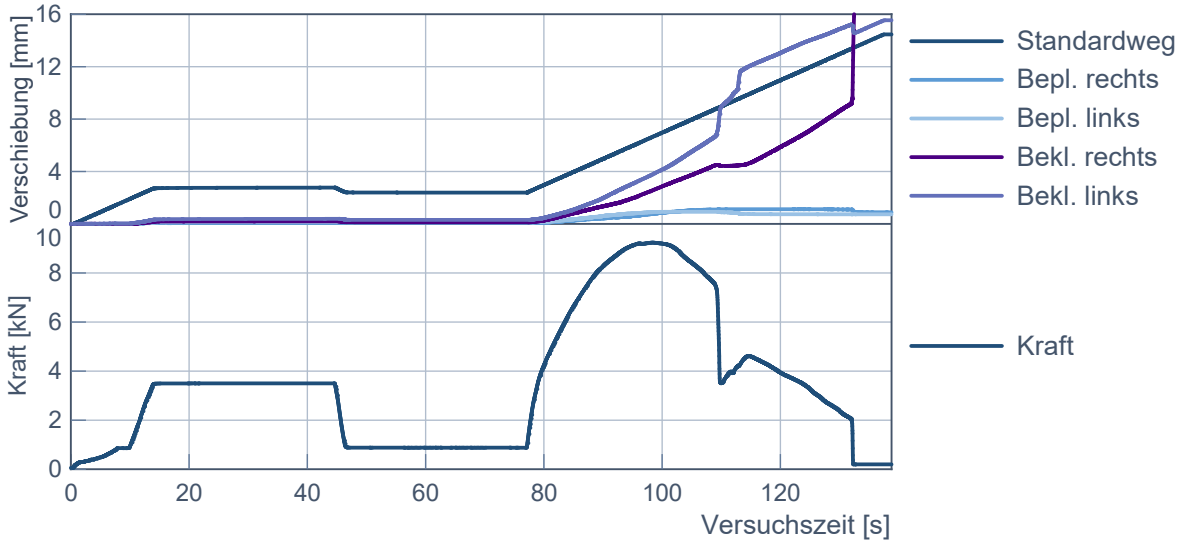


a) in Globalansicht nach Prüfende

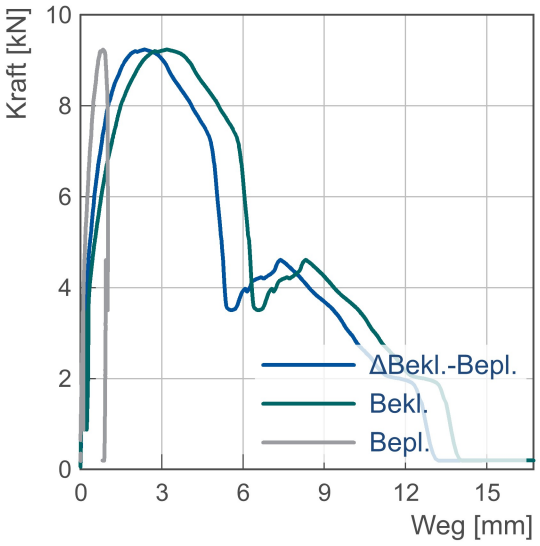


b) in Detailansicht

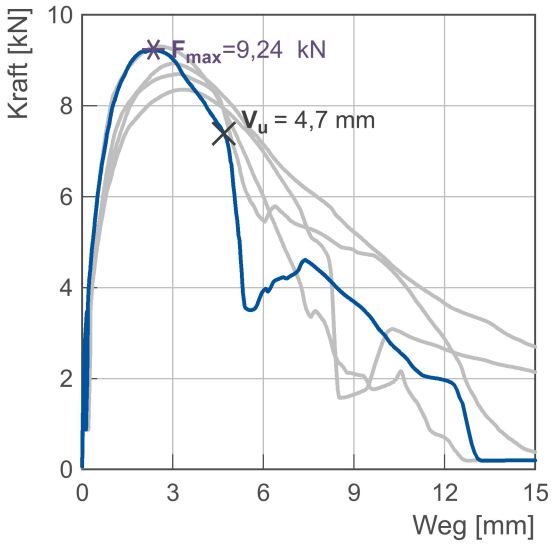
Zeitverläufe



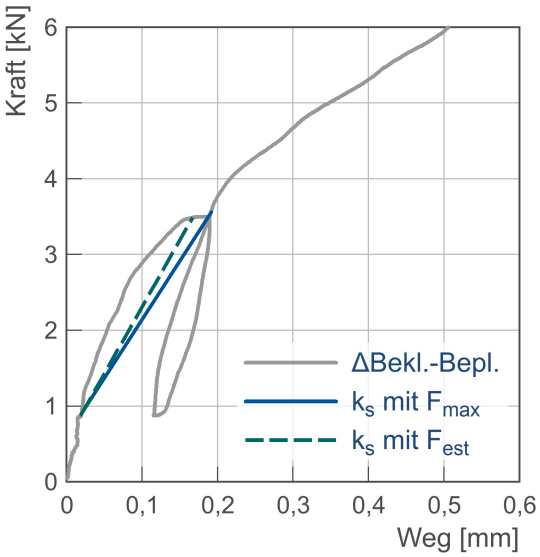
Last-Verformung

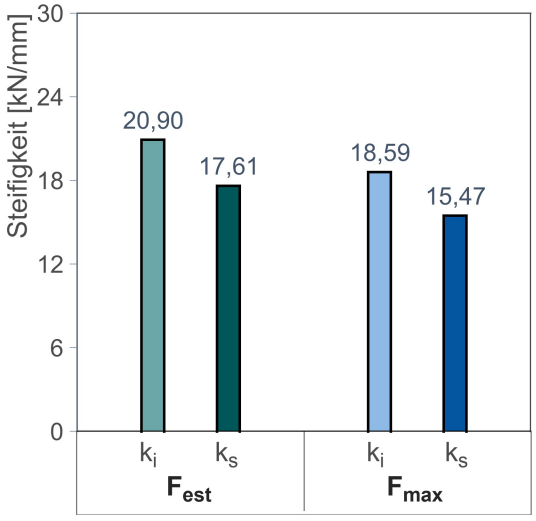


Vergleich innerhalb einesTyps

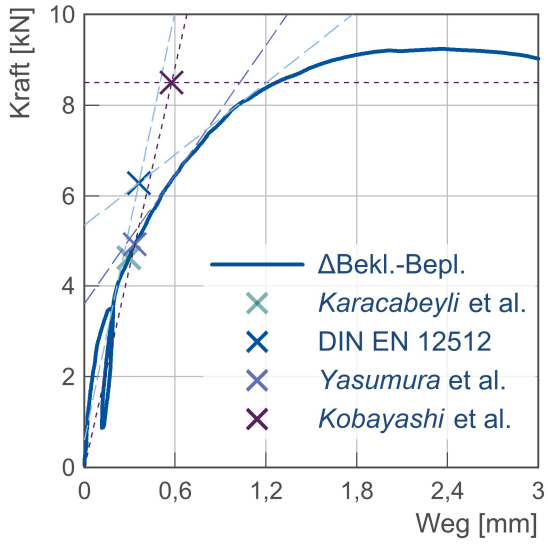


Seifigkeiten

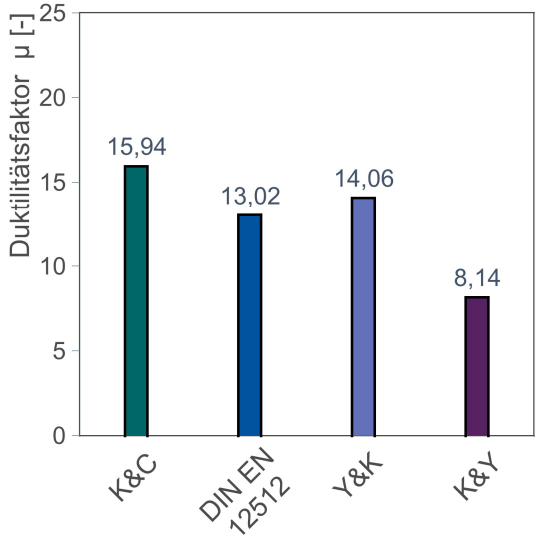




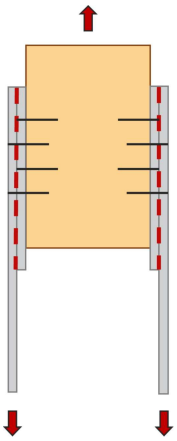
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 11-CT-GFB12,5-GFB12,5-st1,80-65-m-3



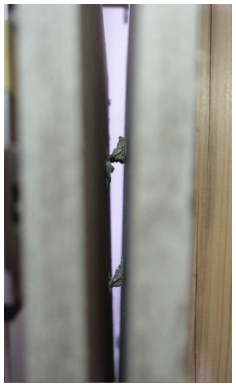
Datum:	26.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	41,0 %RH
Temperatur:	23,8 °C

Maximale Kraft:	8,70 kN	Weg:	3,19 mm
Max. Kraft pro VM:	2,17 kN	V_u :	5,08 mm

Versagen: Durchziehen des Klammerrückens durch Bekleidung

Bemerkung: -

Versagensmodus

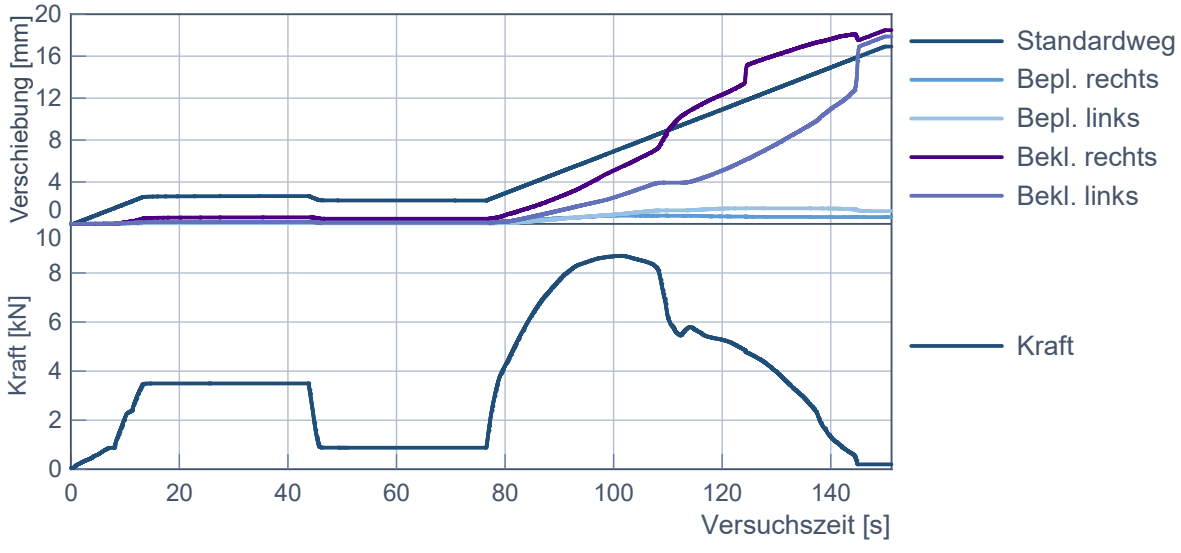


a) in Globalansicht nach Prüfende

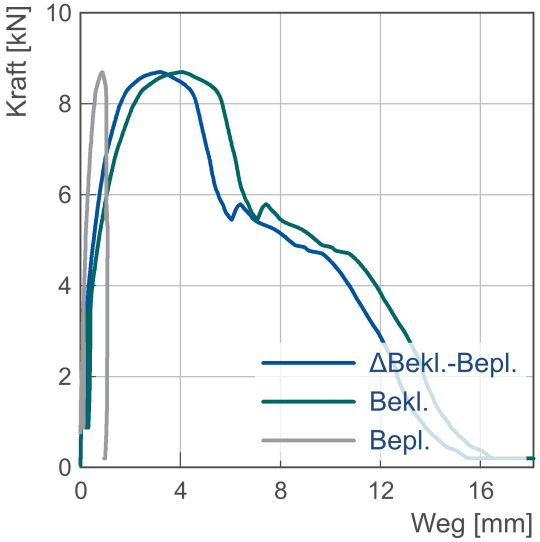


b) in Detailansicht

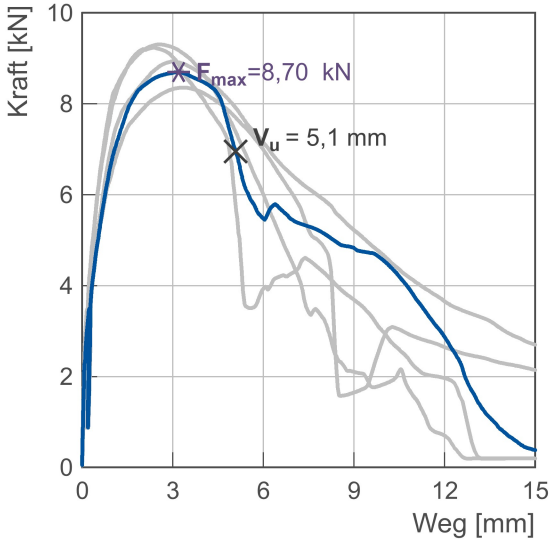
Zeitverläufe



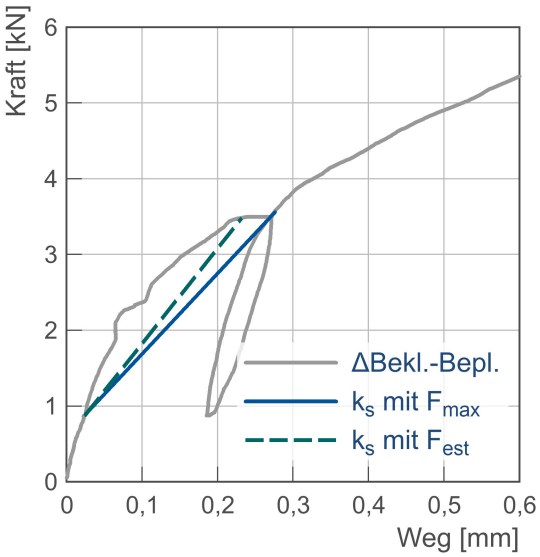
Last-Verformung

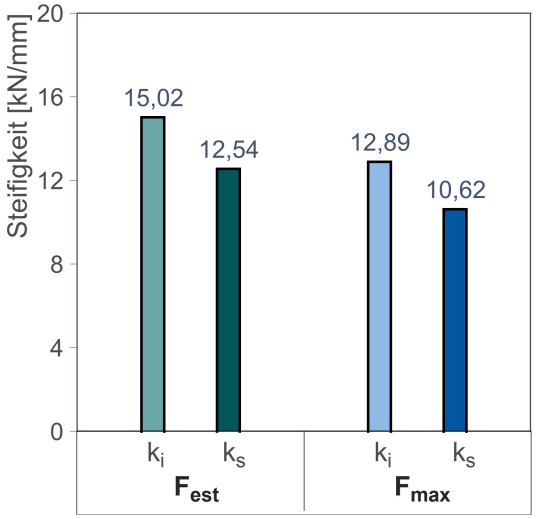


Vergleich innerhalb einesTyps

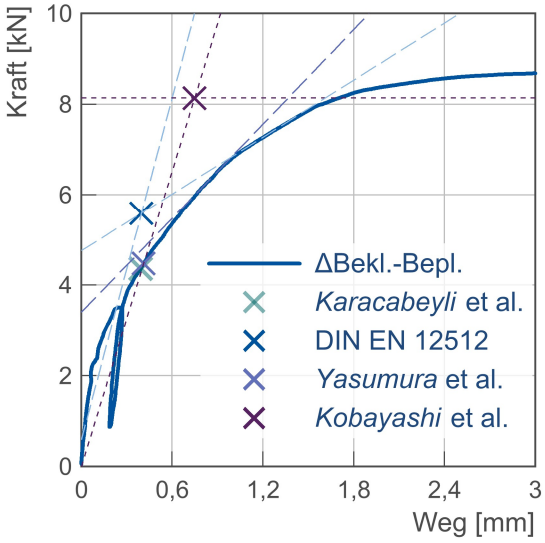


Seifigkeiten

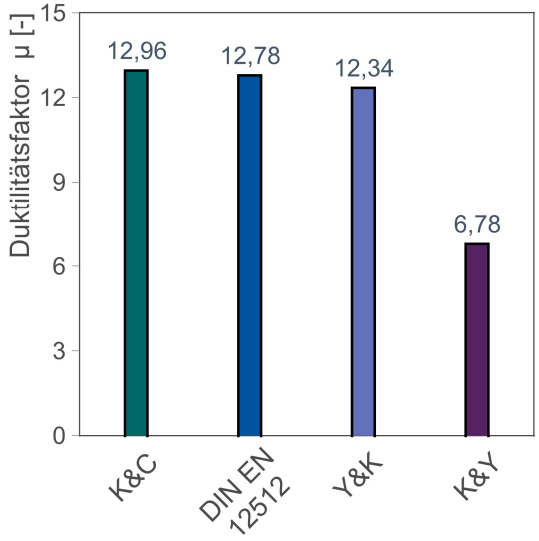




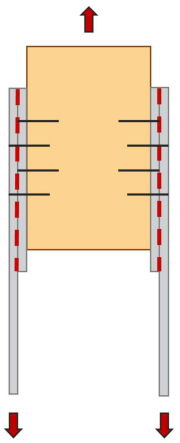
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 11-CT-GFB12,5-GFB12,5-st1,80-65-m-4



Datum:	26.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	41,0 %RH
Temperatur:	23,9 °C

Maximale Kraft:	9,30 kN	Weg:	2,60 mm
Max. Kraft pro VM:	2,33 kN	V_u :	5,04 mm

Versagen: Durchziehen des Klammerrückens durch Bekleidung

Bemerkung: -

Versagensmodus

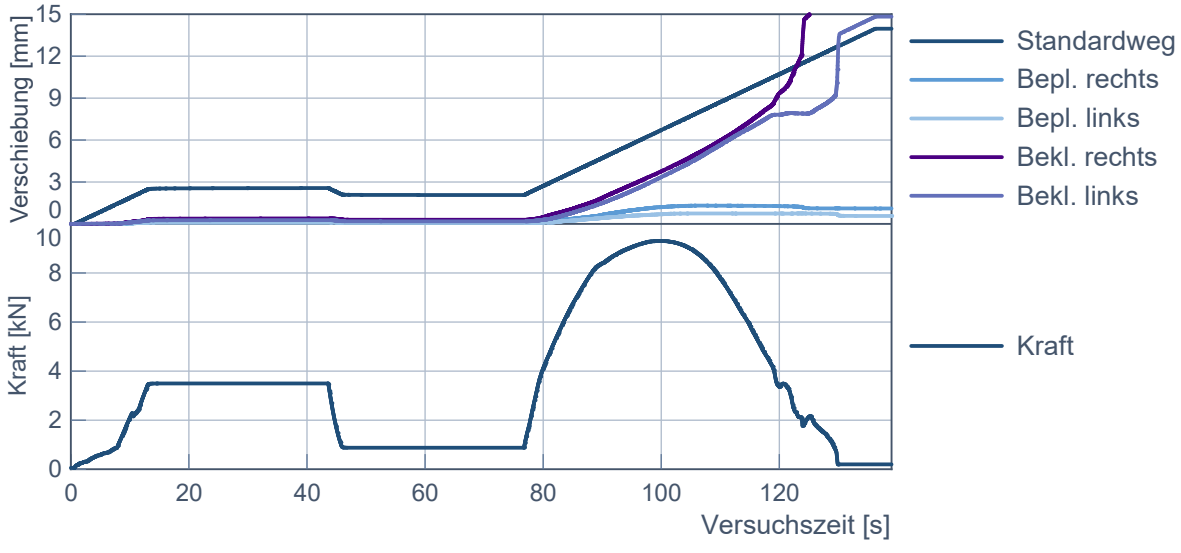


a) in Globalansicht nach Prüfende

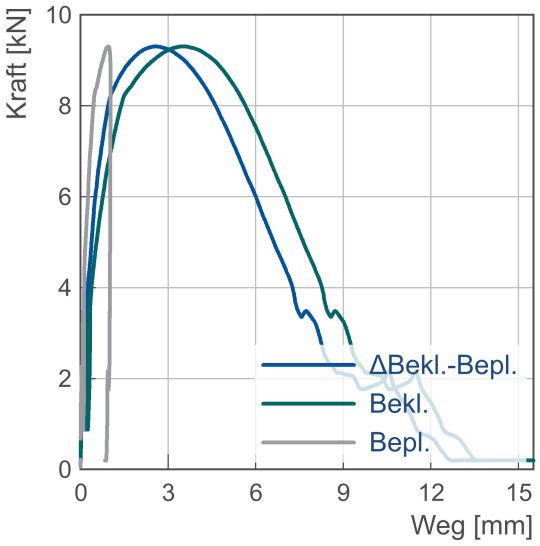


b) in Detailansicht

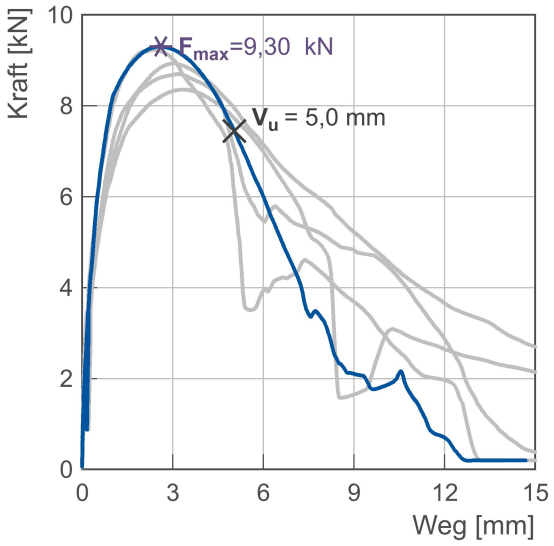
Zeitverläufe



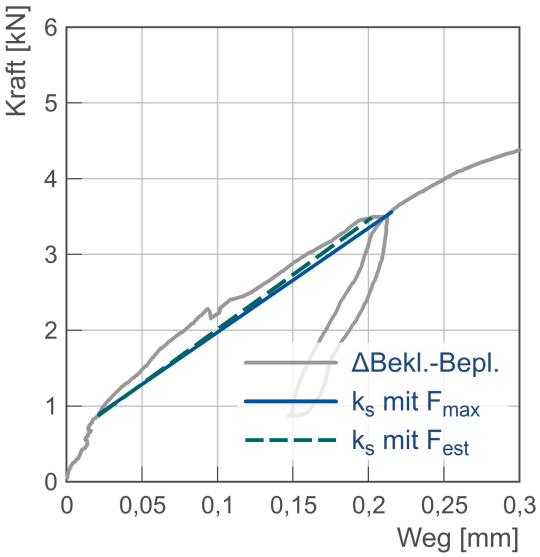
Last-Verformung

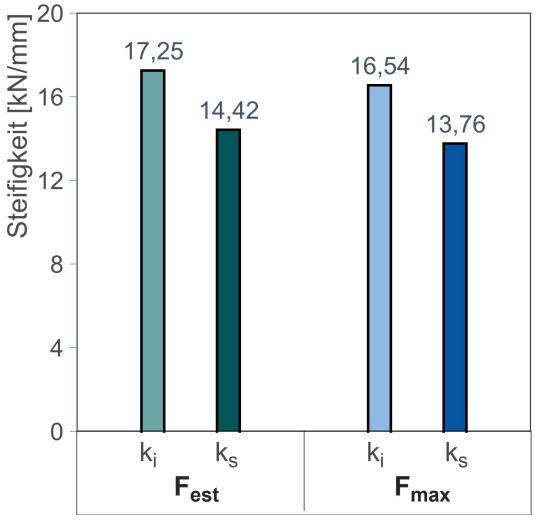


Vergleich innerhalb einesTyps

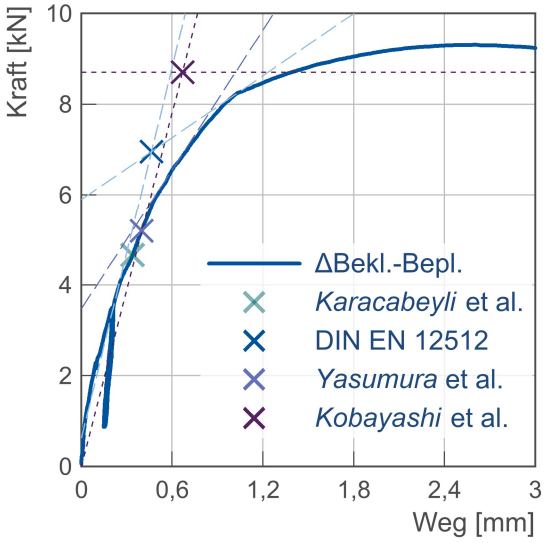


Seifigkeiten

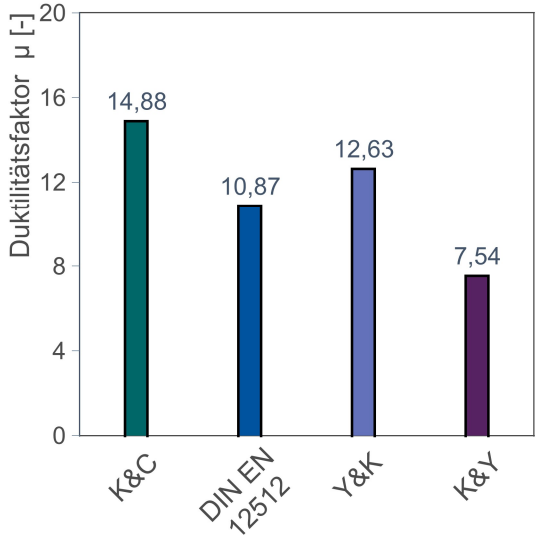




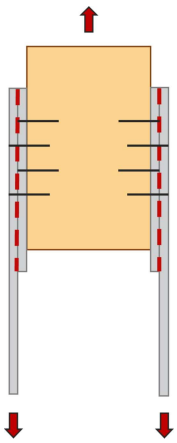
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 11-CT-GFB12,5-GFB12,5-st1,80-65-m-5



Datum:	26.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	41,0 %RH
Temperatur:	23,9 °C

Maximale Kraft:	8,93 kN	Weg:	3,00 mm
Max. Kraft pro VM:	2,23 kN	V_u :	6,00 mm
Versagen:	Durchziehen und Herausziehen		
Bemerkung:	Auf beiden Seiten obere Klammer durch Bekleidung gezogen und untere Klammer aus Rippe gezogen		

Versagensmodus

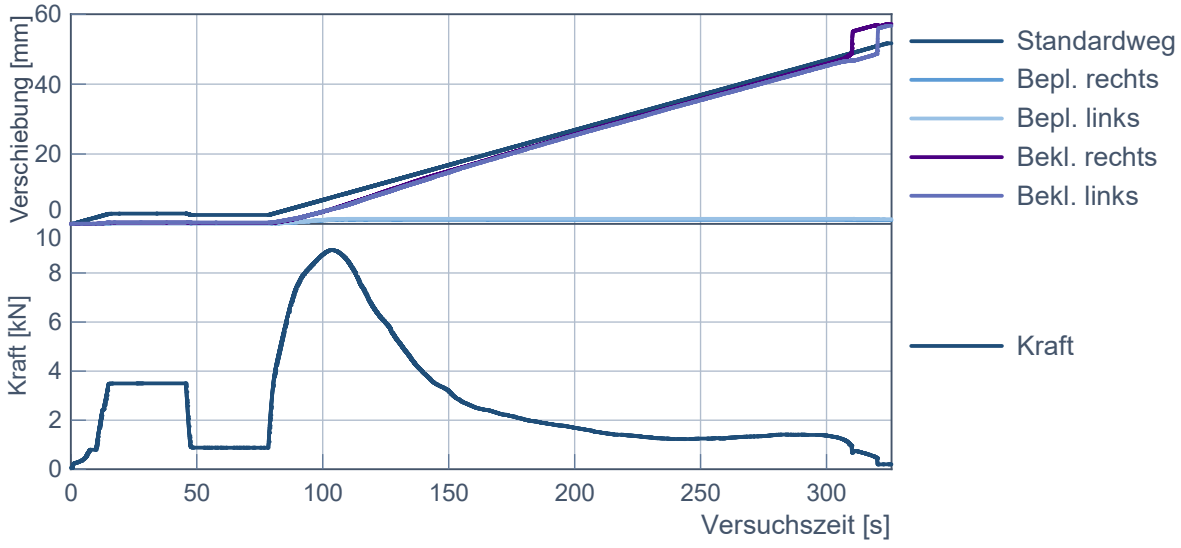


a) in Globalansicht nach Prüfende

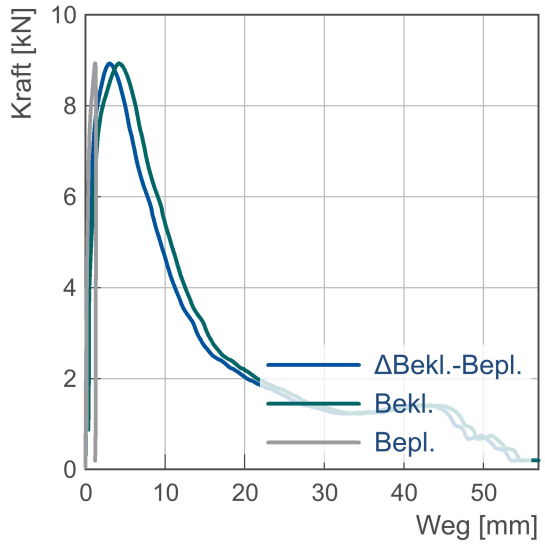


b) in Detailansicht

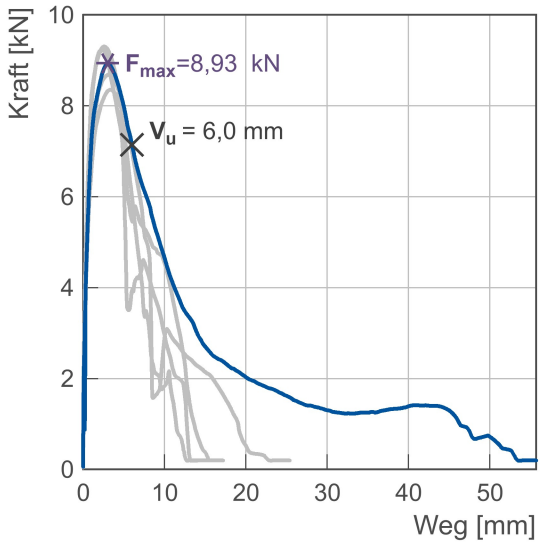
Zeitverläufe



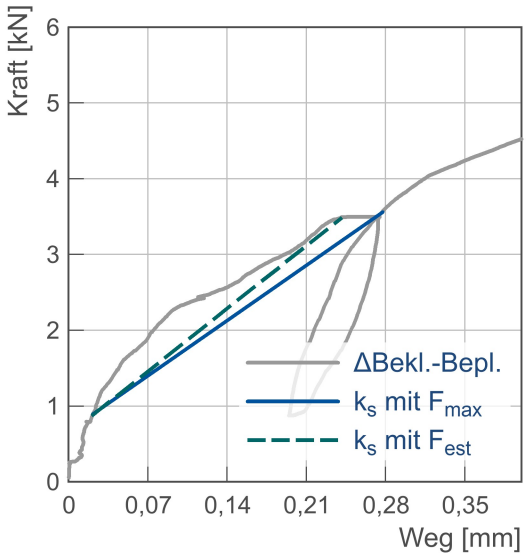
Last-Verformung

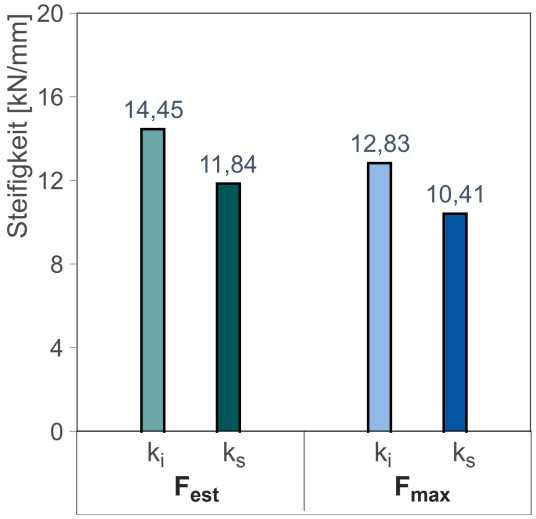


Vergleich innerhalb einesTyps

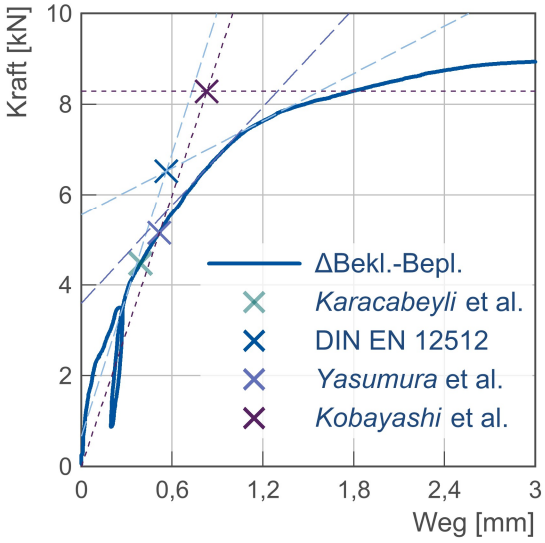


Seifigkeiten

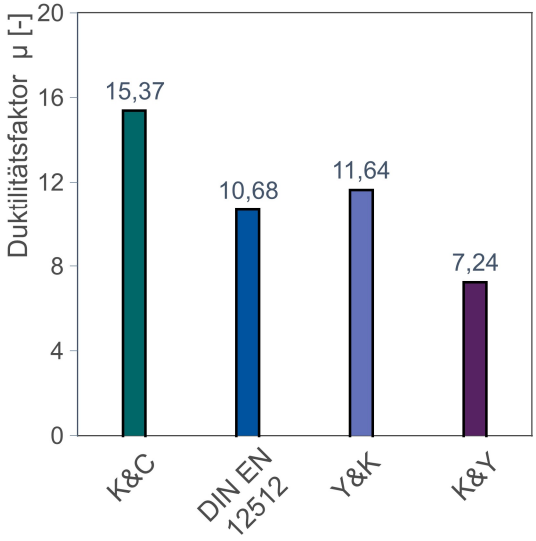




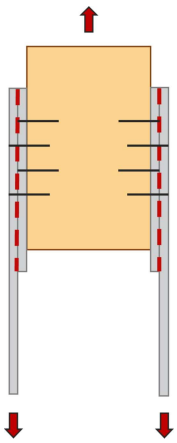
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 12-CT-GFB18-GFB18-st1,80-65-m-1



Datum:	25.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	41,0 %RH
Temperatur:	23,0 °C

Maximale Kraft:	9,17 kN	Weg:	5,02 mm
Max. Kraft pro VM:	2,29 kN	V_u :	13,55 mm
Versagen:	Durchziehen und Herausziehen		
Bemerkung:	Rechte Seite: untere Klammer durch Bekleidung gezogen und obere Klammer aus Rippe gezogen Linke Seite: Klammern der Bekleidung aus Rippe gezogen		

Versagensmodus

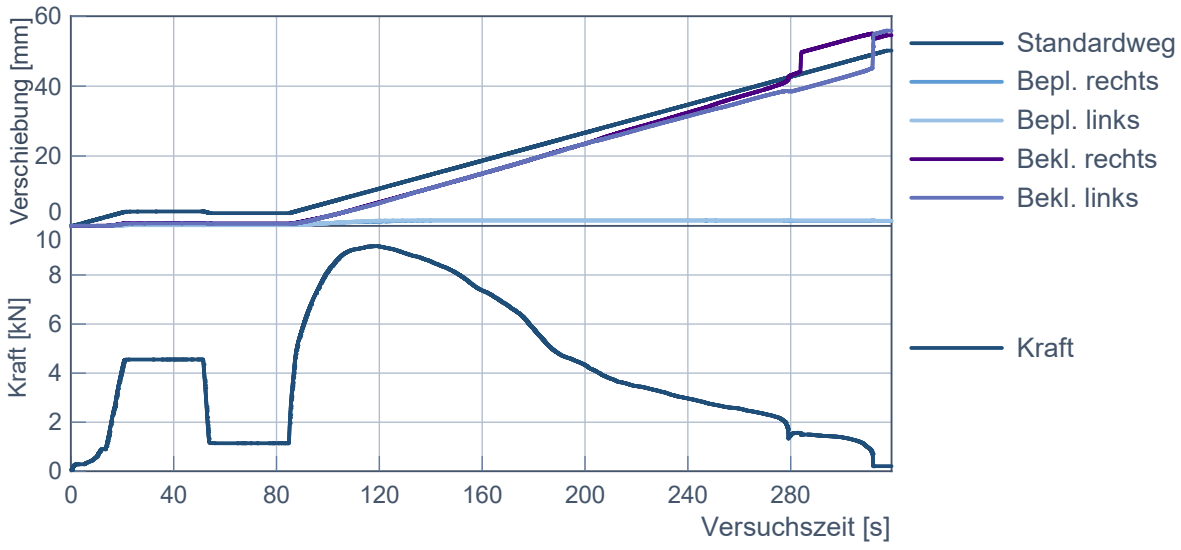


a) in Globalansicht nach Prüfende

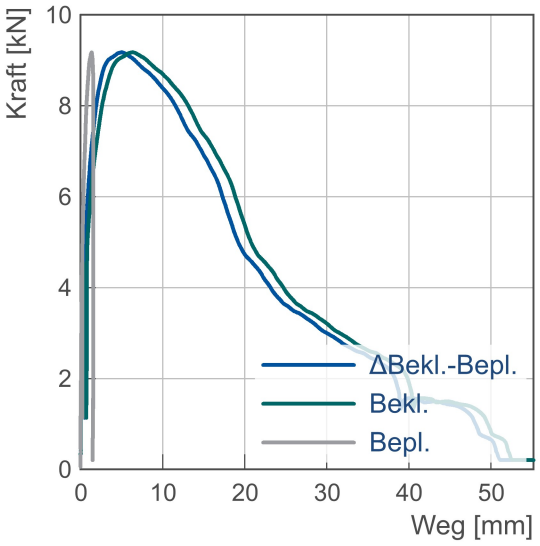


b) in Detailansicht

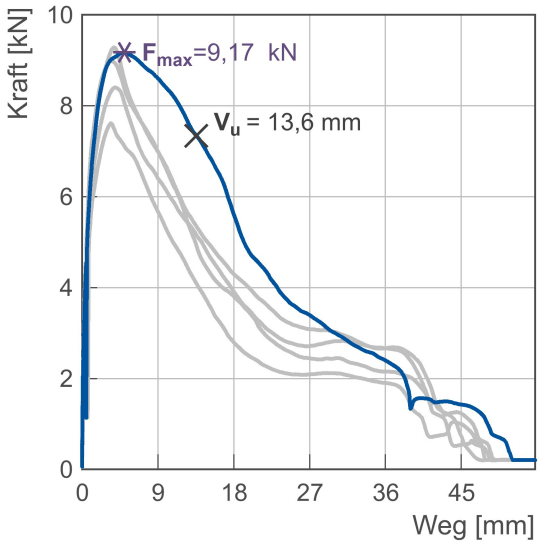
Zeitverläufe



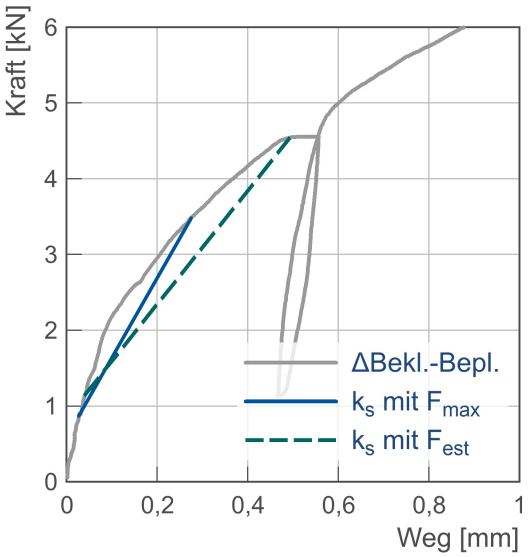
Last-Verformung

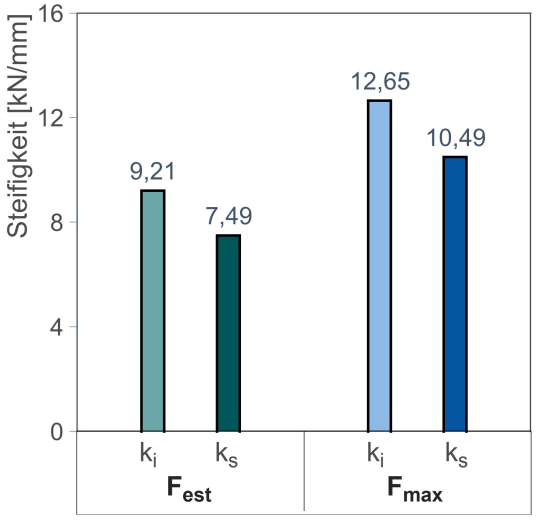


Vergleich innerhalb einesTyps

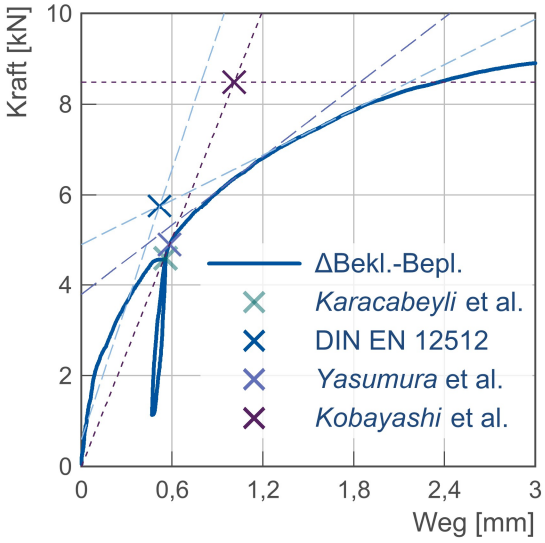


Seifigkeiten

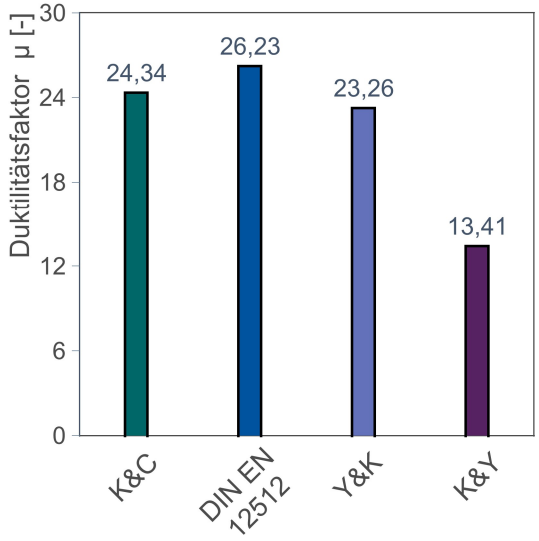




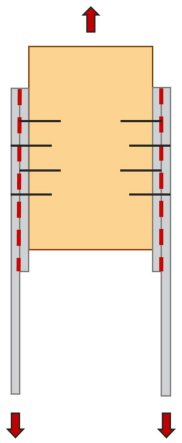
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 12-CT-GFB18-GFB18-st1,80-65-m-2



Datum:	25.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	44,0 %RH
Temperatur:	22,9 °C

Maximale Kraft:	8,41 kN	Weg:	3,92 mm
Max. Kraft pro VM:	2,10 kN	V_u :	7,81 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

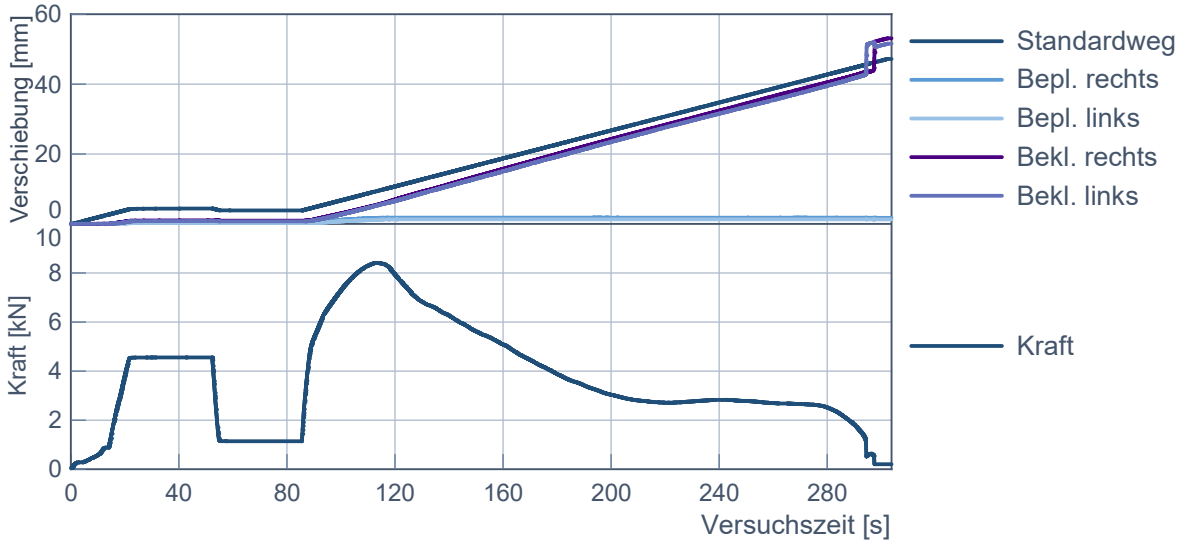


a) in Globalansicht nach Prüfende

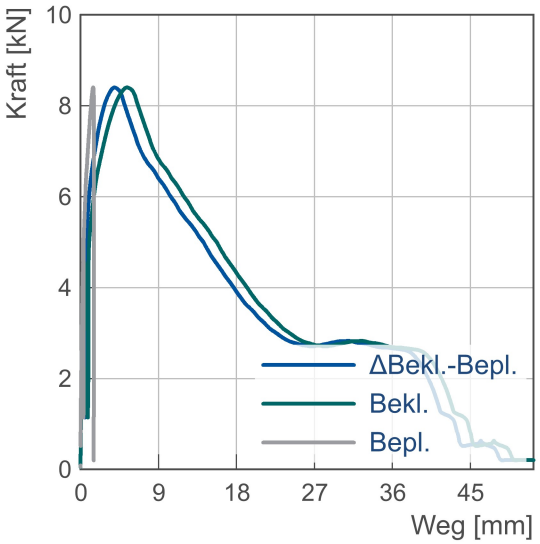


b) in Detailansicht

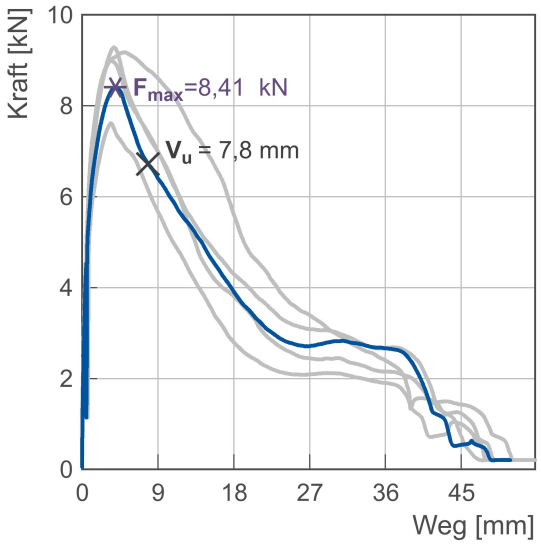
Zeitverläufe



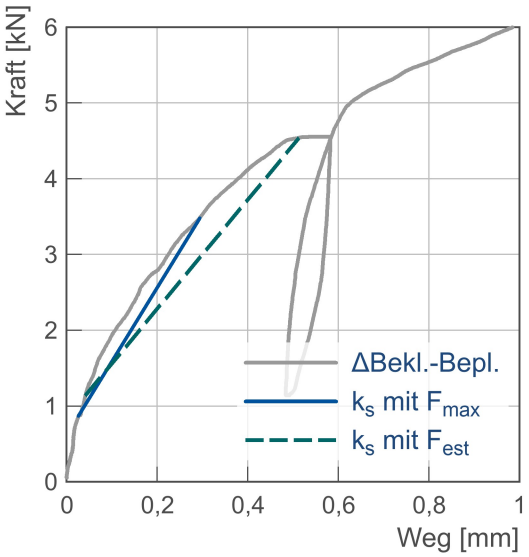
Last-Verformung

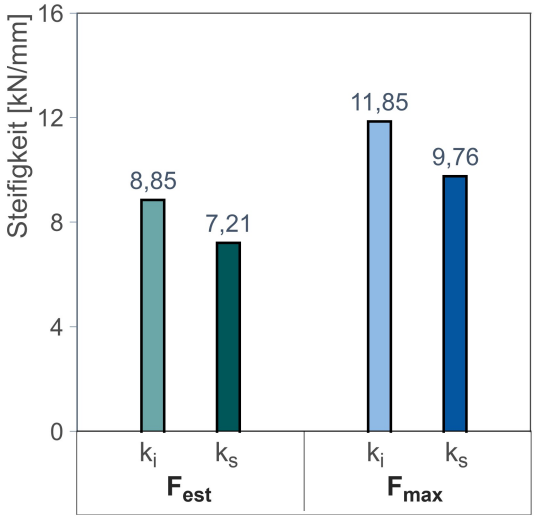


Vergleich innerhalb einesTyps

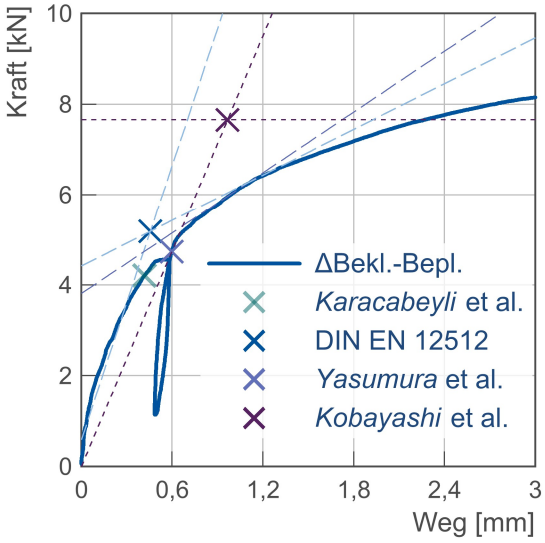


Seifigkeiten

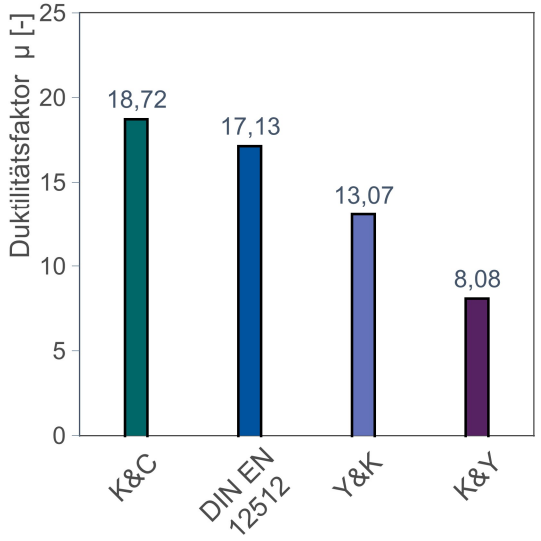




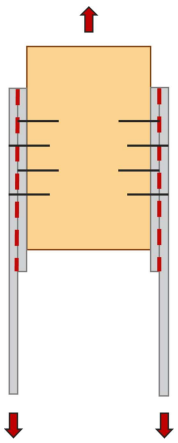
Fließverformungen



Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 12-CT-GFB18-GFB18-st1,80-65-m-3



Datum:	25.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	44,0 %RH
Temperatur:	23,0 °C

Maximale Kraft:	7,62 kN	Weg:	3,40 mm
Max. Kraft pro VM:	1,90 kN	V_u :	7,94 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

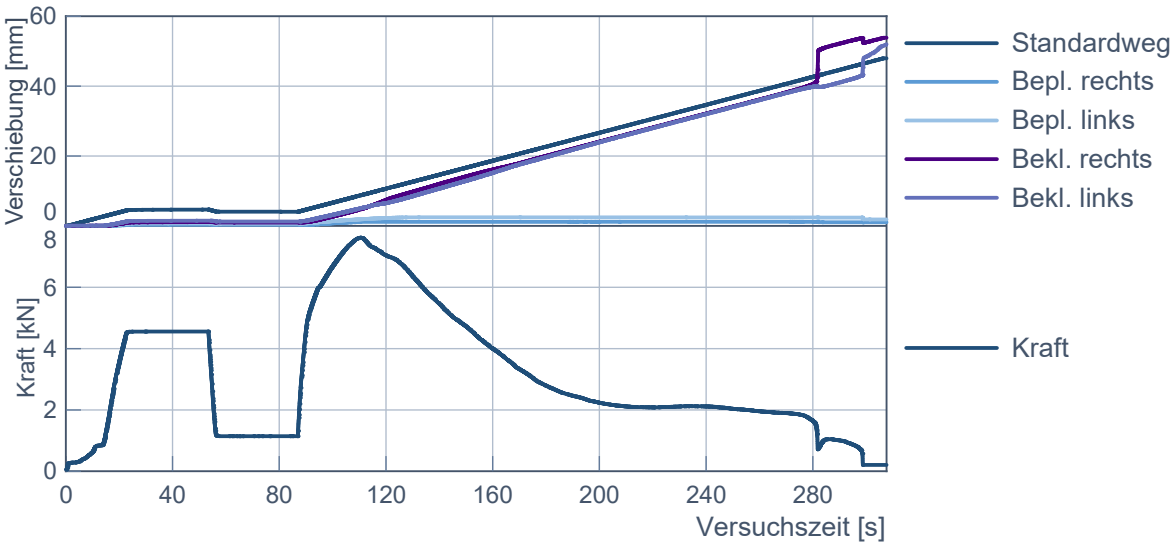


a) in Globalansicht nach Prüfende

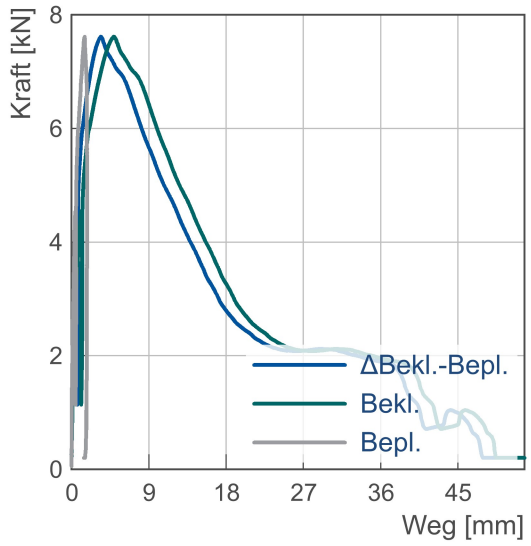


b) in Detailansicht

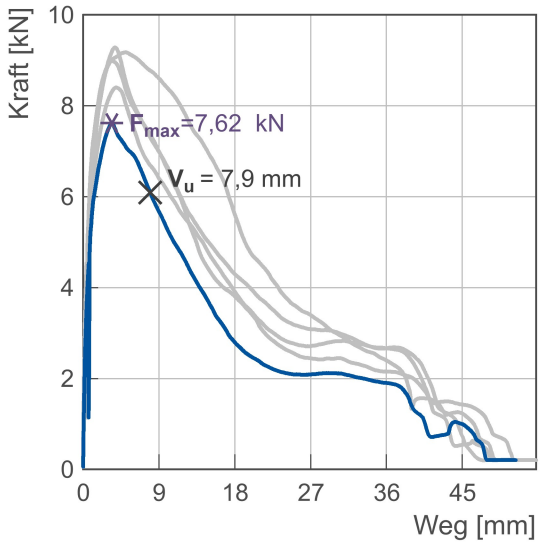
Zeitverläufe



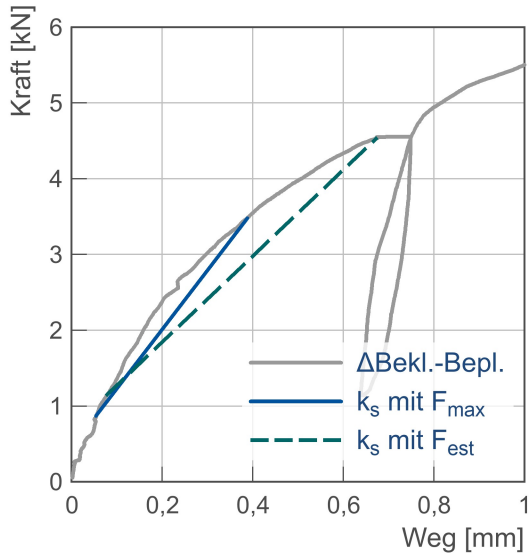
Last-Verformung

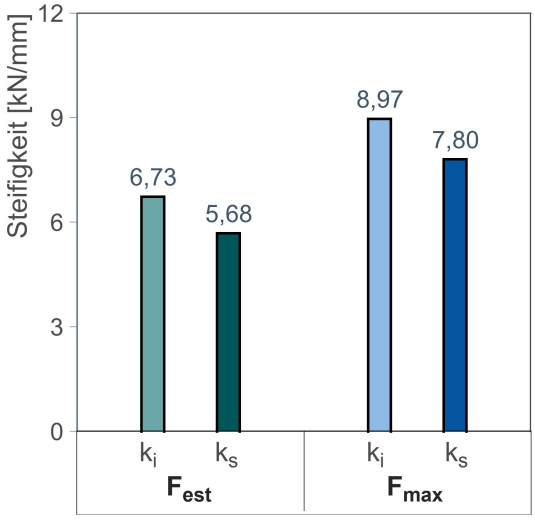


Vergleich innerhalb einesTyps

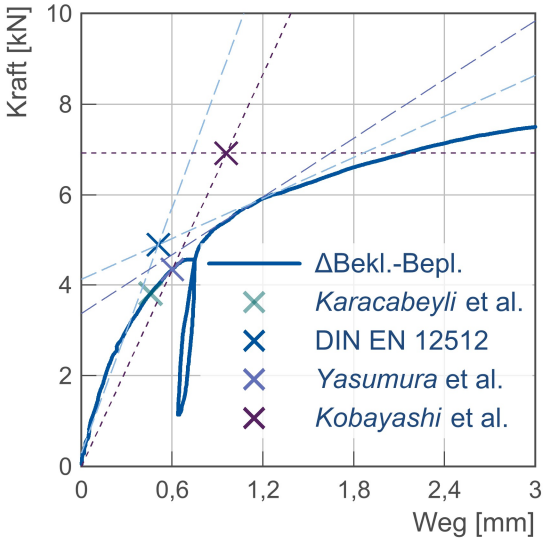


Seifigkeiten

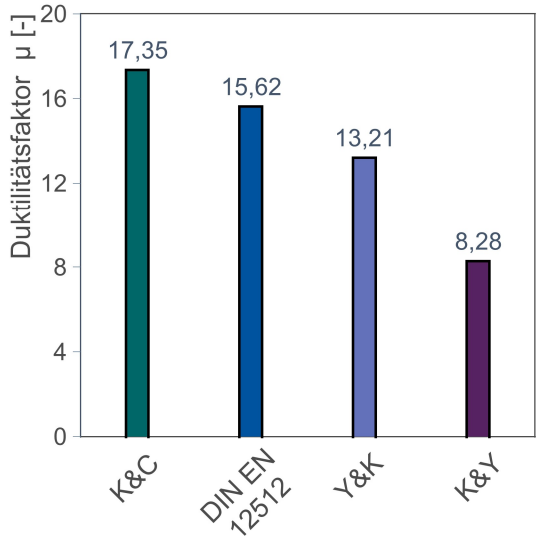




Fließverformungen

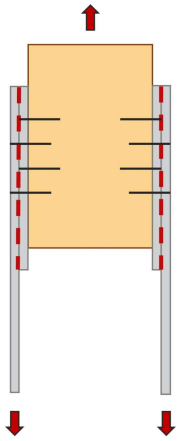


Duktilität nach DIN EN 12512



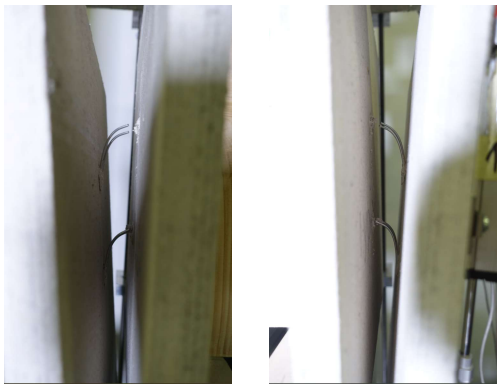
Versuch: 12-CT-GFB18-GFB18-st1,80-65-m-4

Datum:	25.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	44,0 %RH
Temperatur:	23,0 °C



Maximale Kraft:	9,29 kN	Weg:	3,77 mm
Max. Kraft pro VM:	2,32 kN	V_u :	7,59 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

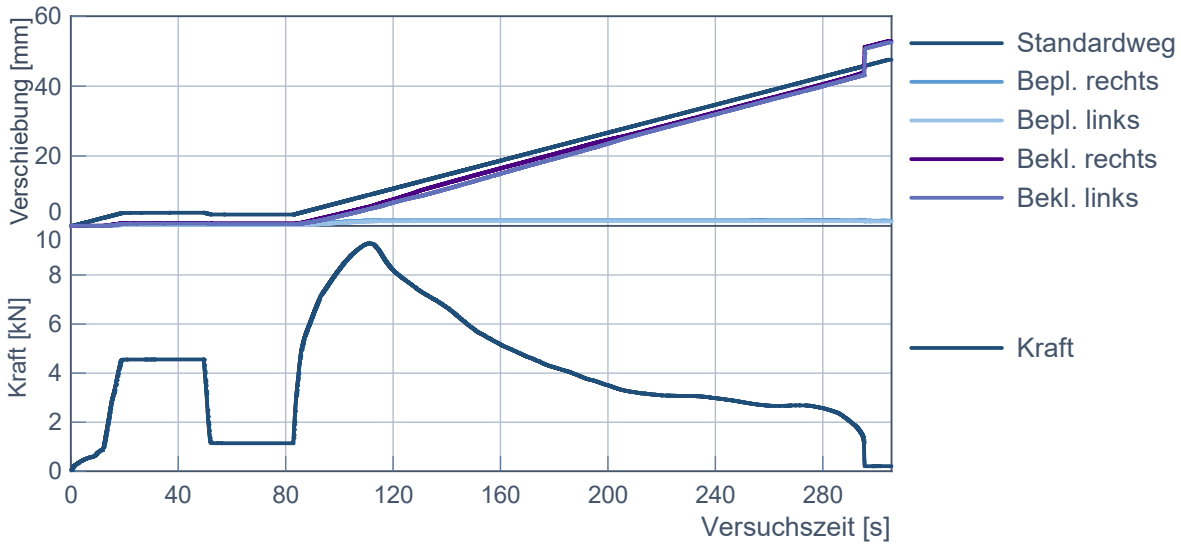


a) in Globalansicht nach Prüfende

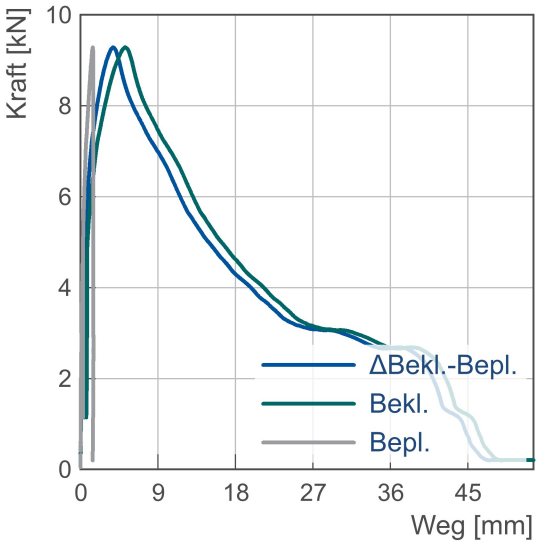


b) in Detailansicht

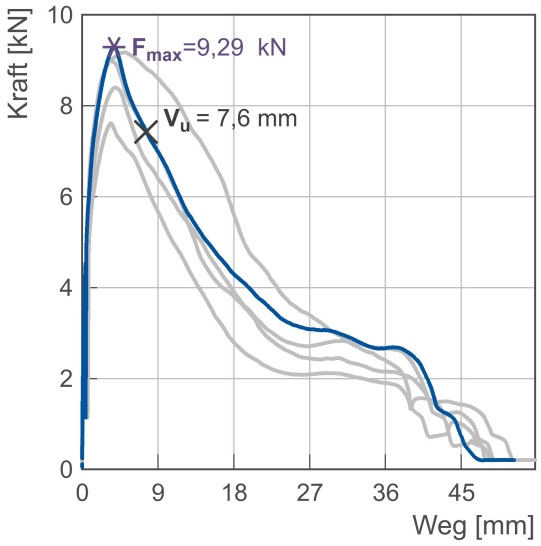
Zeitverläufe



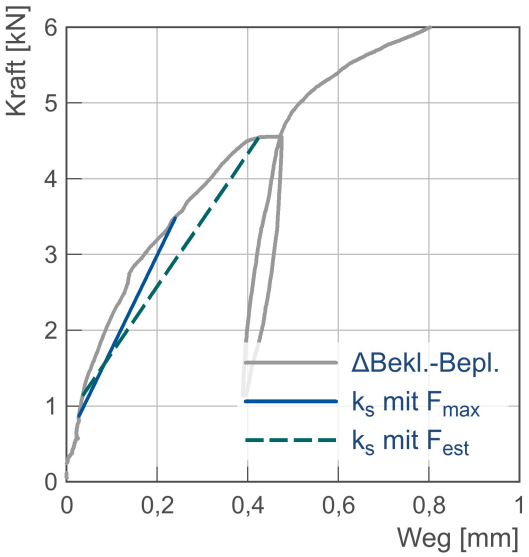
Last-Verformung

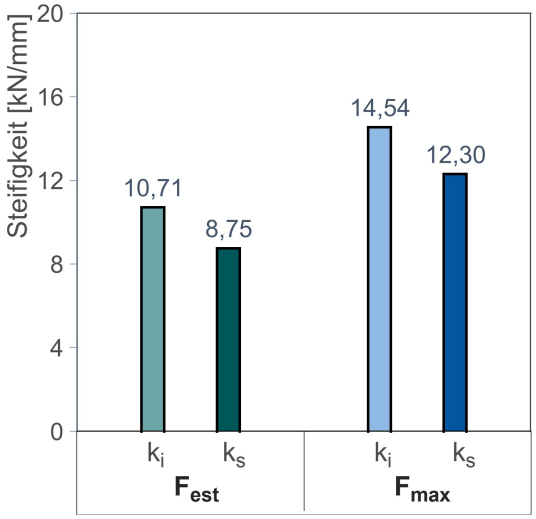


Vergleich innerhalb einesTyps

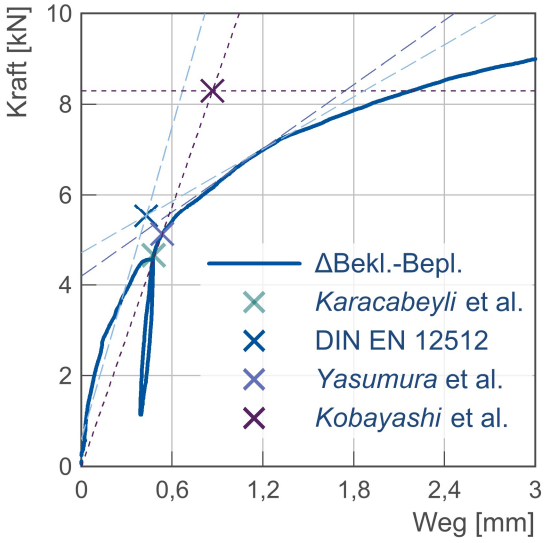


Seifigkeiten

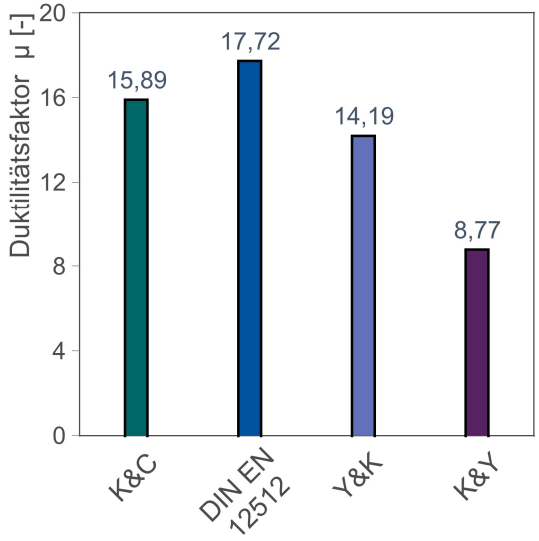




Fließverformungen

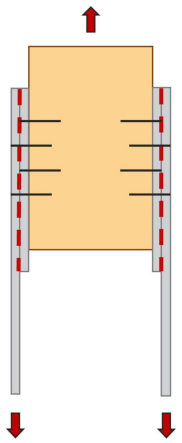


Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 12-CT-GFB18-GFB18-st1,80-65-m-5

Datum:	26.10.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	41,0 %RH
Temperatur:	24,0 °C



Maximale Kraft:	8,99 kN	Weg:	3,37 mm
Max. Kraft pro VM:	2,25 kN	V_u :	8,47 mm
Versagen:	Durchziehen und Herausziehen		
Bemerkung:	Rechte Seite: obere Klammer durch Bekleidung gezogen und untere Klammer aus Rippe gezogen Linke Seite: alle Klammern aus Rippe herausgezogen		

Versagensmodus

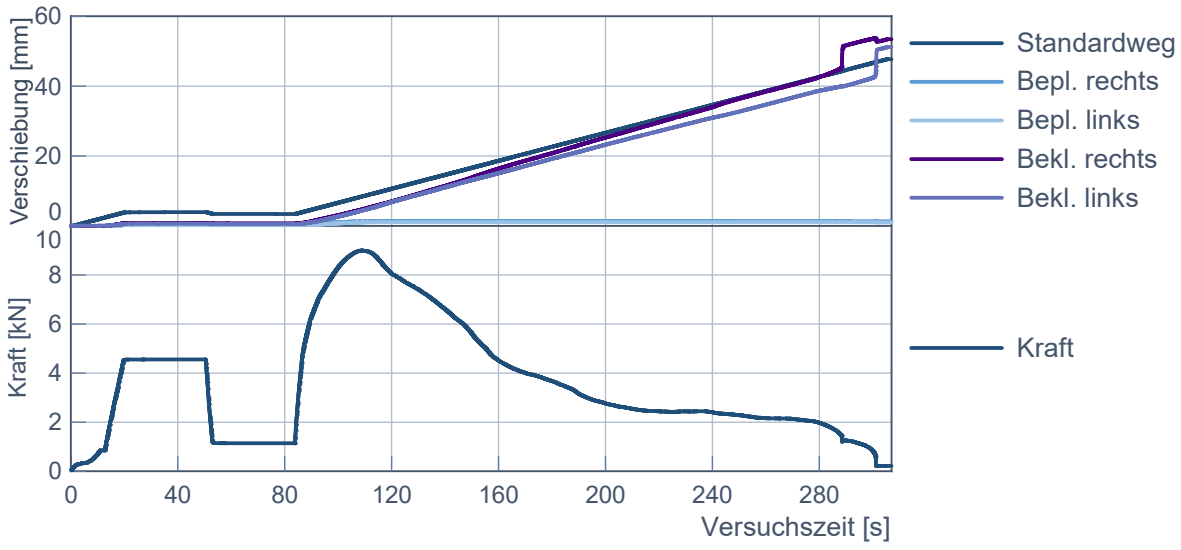


a) in Globalansicht nach Prüfende

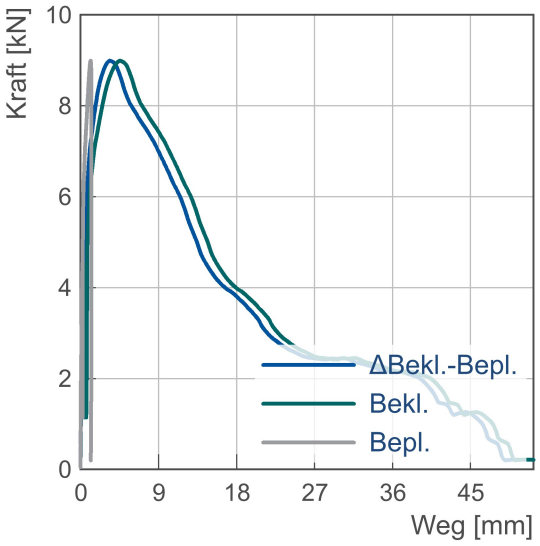


b) in Detailansicht

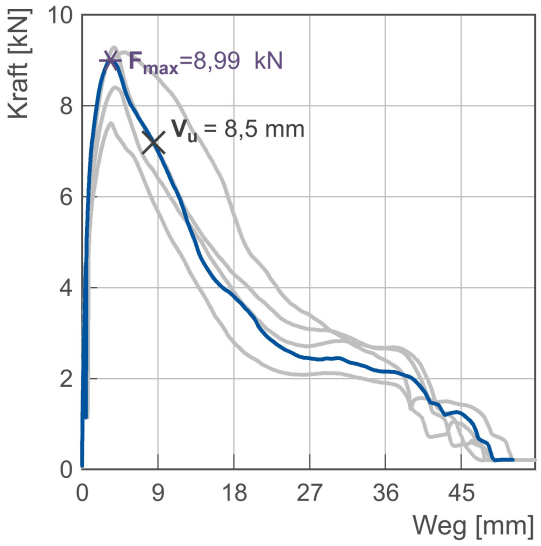
Zeitverläufe



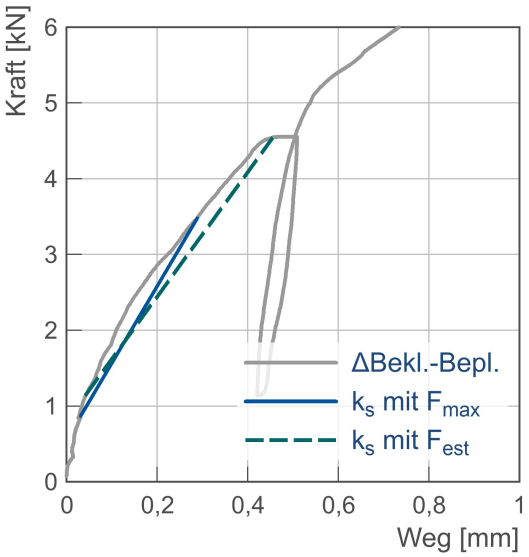
Last-Verformung

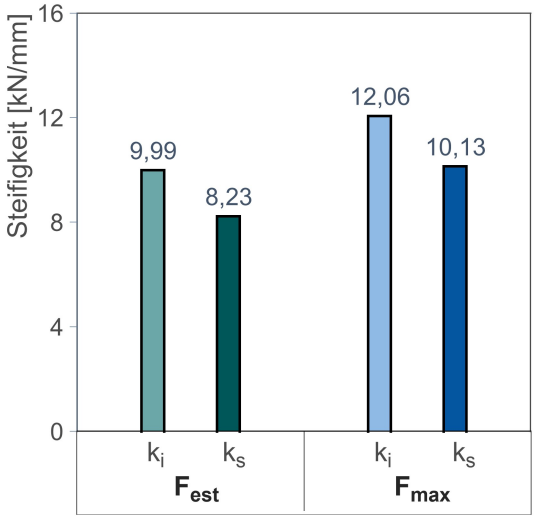


Vergleich innerhalb einesTyps

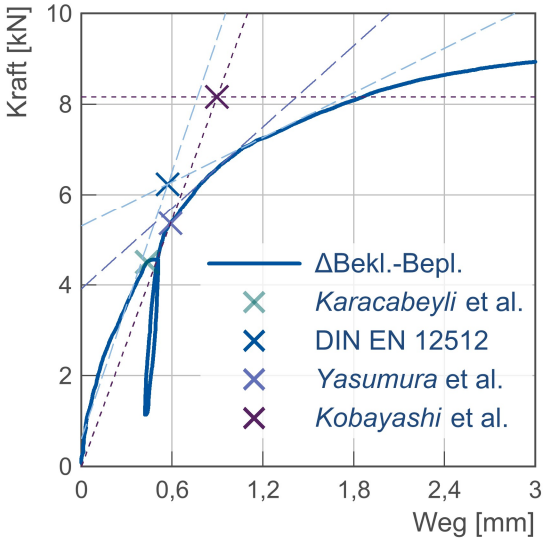


Seifigkeiten

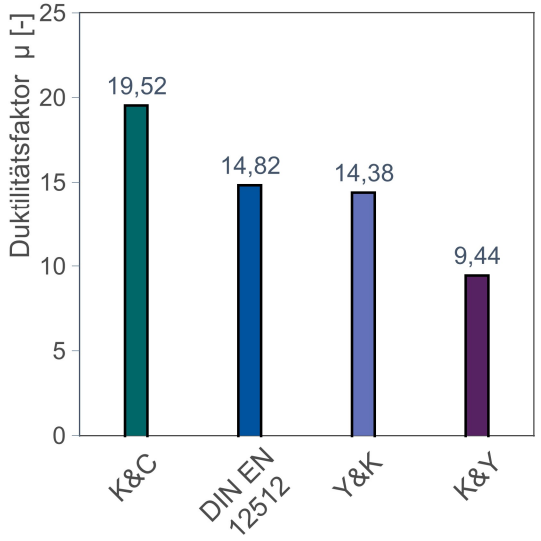




Fließverformungen

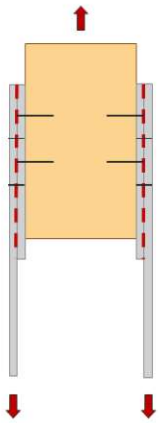


Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 13-CT-GFB18-GFB18-st1,53S-35-m-1

Datum:	02.02.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,53 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	36,6 %RH
Temperatur:	20,7 °C

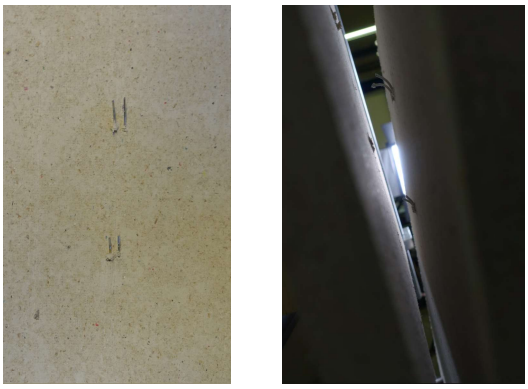


Maximale Kraft:	3,70 kN	Weg:	4,20 mm
Max. Kraft pro VM:	0,93 kN	V_u :	8,65 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Bekleidung		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

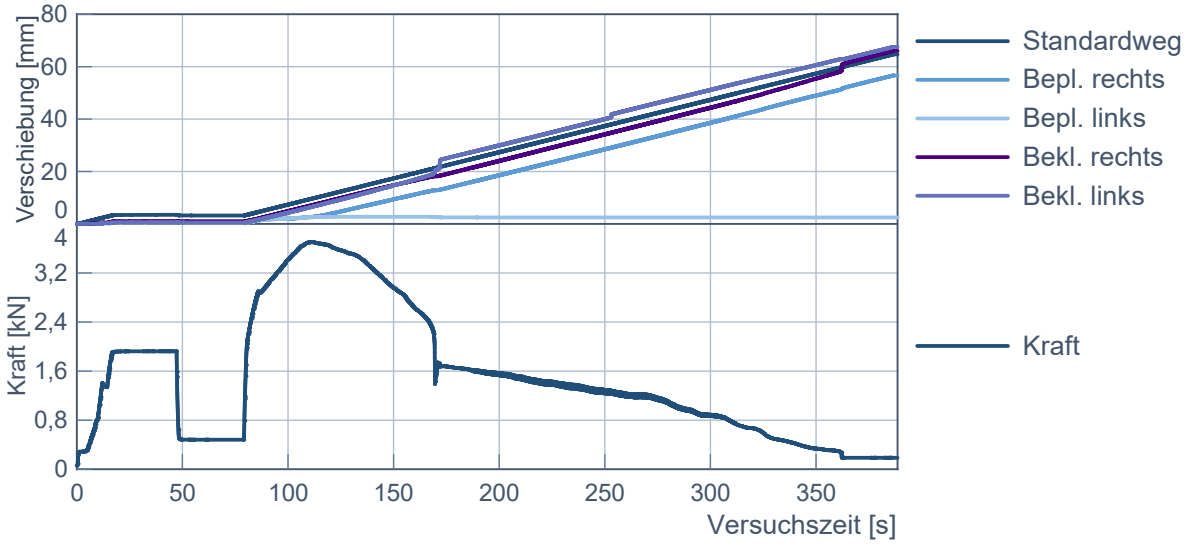


a) in Globalansicht nach Prüfende

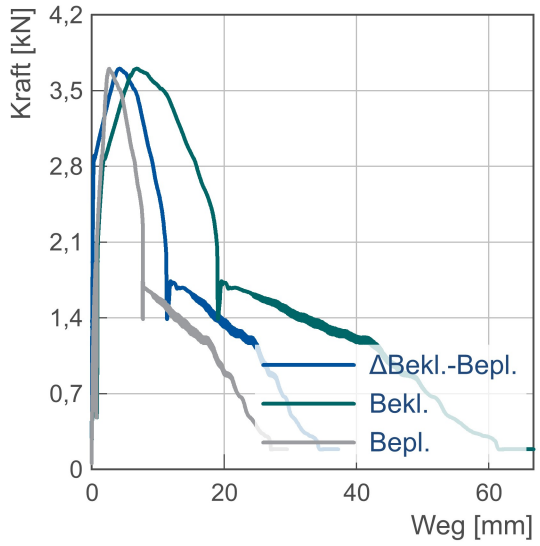


b) in Detailansicht

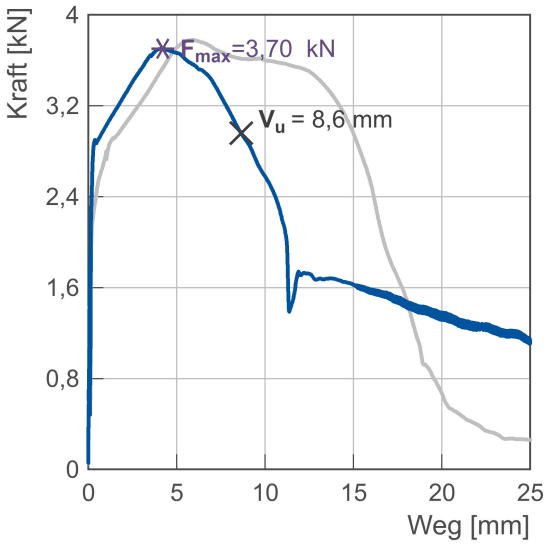
Zeitverläufe



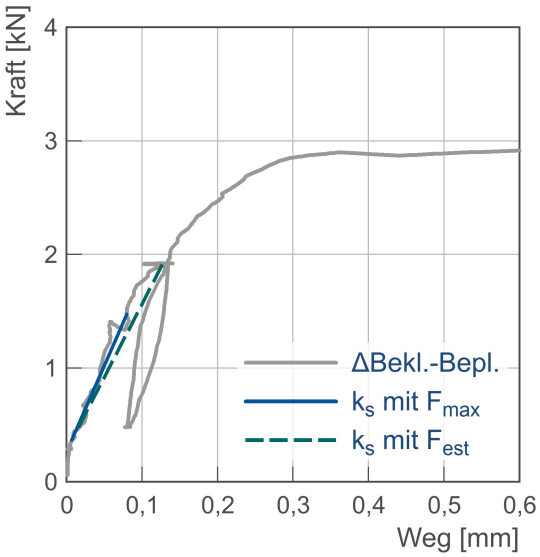
Last-Verformung

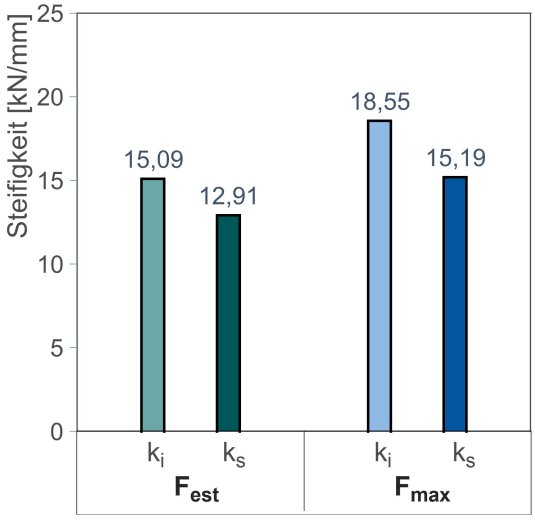


Vergleich innerhalb einesTyps

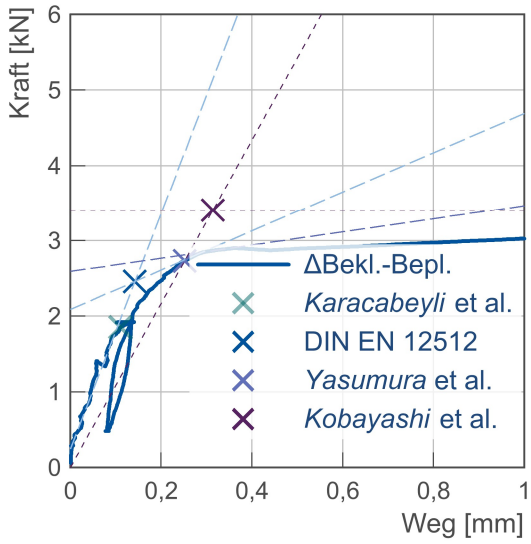


Seifigkeiten

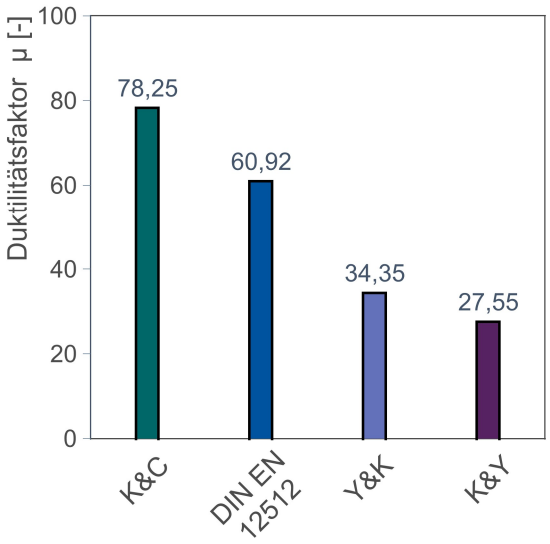




Fließverformungen

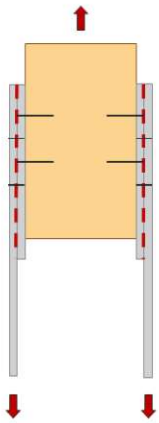


Duktilität nach DIN EN 12512



Versuch: 13-CT-GFB18-GFB18-st1,53S-35-m-2

Datum:	02.02.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,53 mm
Belastungsart:	monoton, nach DIN EN 26891
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	36,6 %RH
Temperatur:	20,7 °C



Maximale Kraft:	3,78 kN	Weg:	5,82 mm
Max. Kraft pro VM:	0,94 kN	V_u :	14,83 mm
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Bekleidung		
Bemerkung:	-		

Versagensmodus

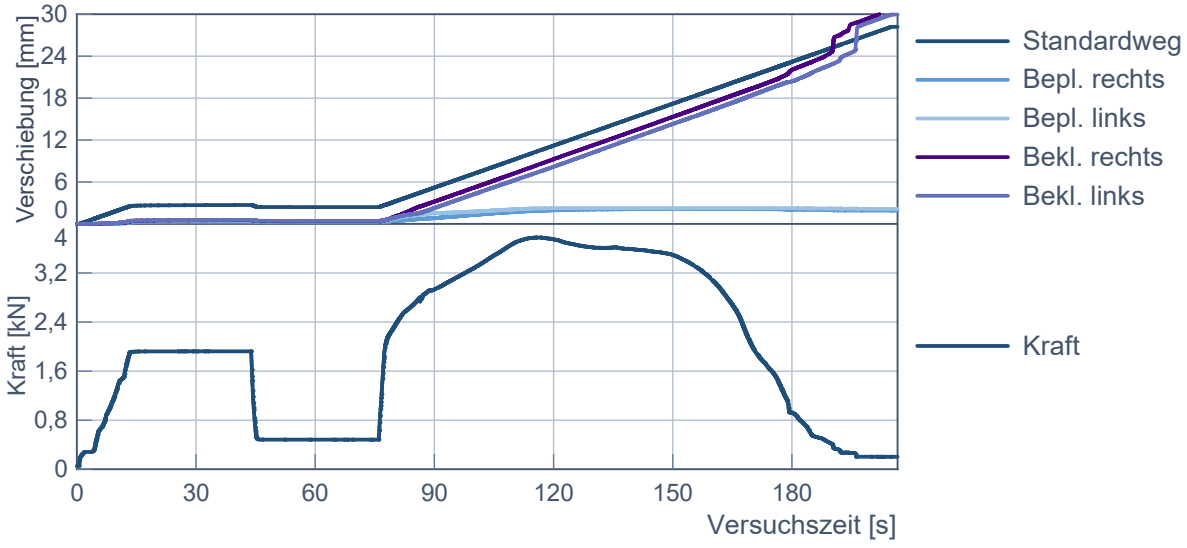


a) in Globalansicht nach Prüfende

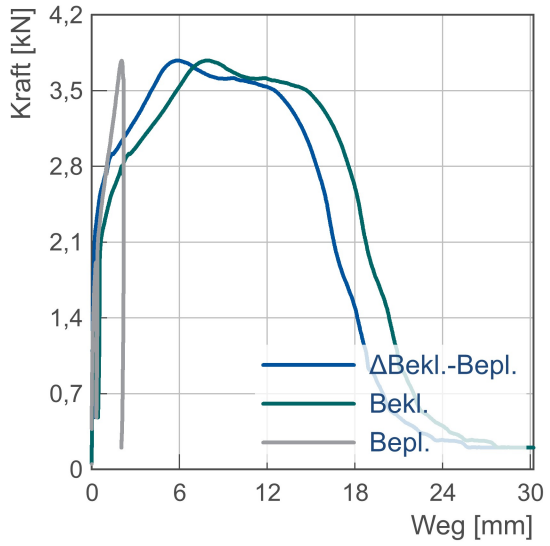


b) in Detailansicht

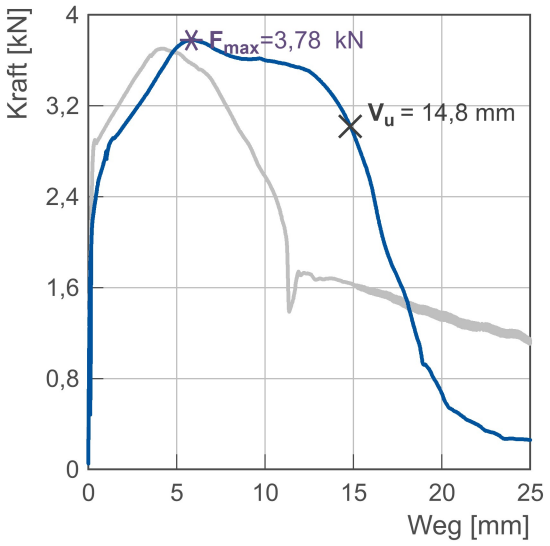
Zeitverläufe



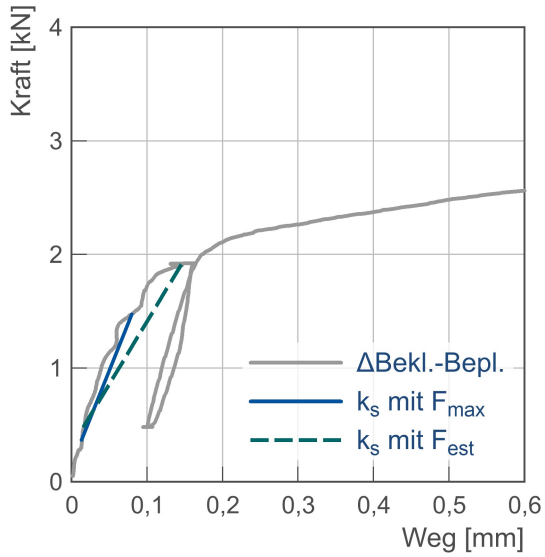
Last-Verformung

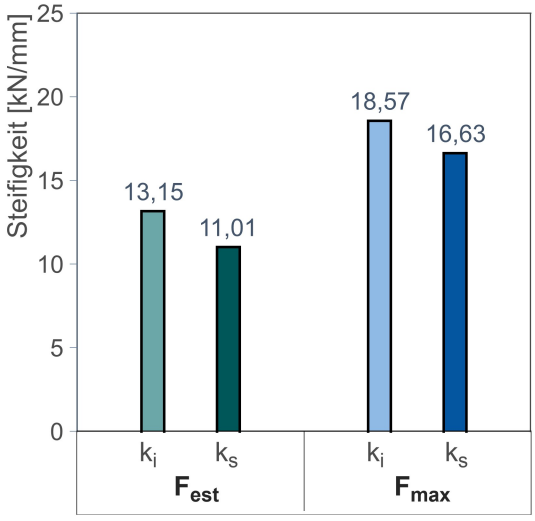


Vergleich innerhalb einesTyps

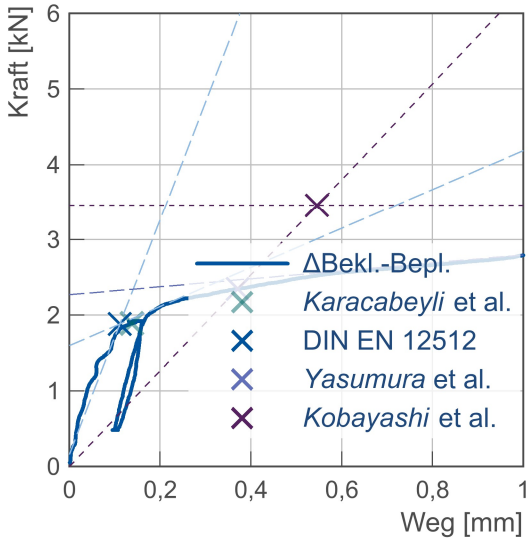


Seifigkeiten

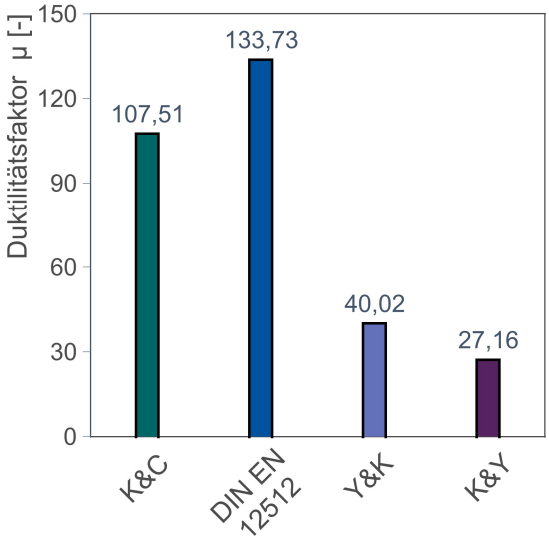




Fließverformungen



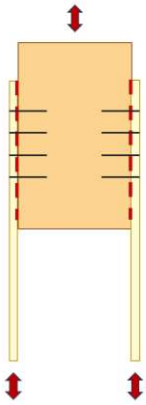
Duktilität nach DIN EN 12512



B Zyklische Versuche

Versuch: 1-ST-OSB15-st1,53-c1

Datum:	13.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,53 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	41,0 %RH
Temperatur:	22,2 °C

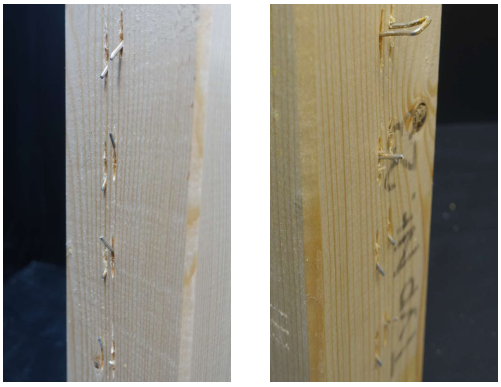


Maximale Kraft:	8,91 kN (-7,93 kN)	Weg: 7,70 mm (-10,21 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,11 kN (-0,99 kN)	V_u : 9,27 mm (-11,52 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern, vereinzelnt Durchziehen	
Bemerkung:	-	

Versagensmodus

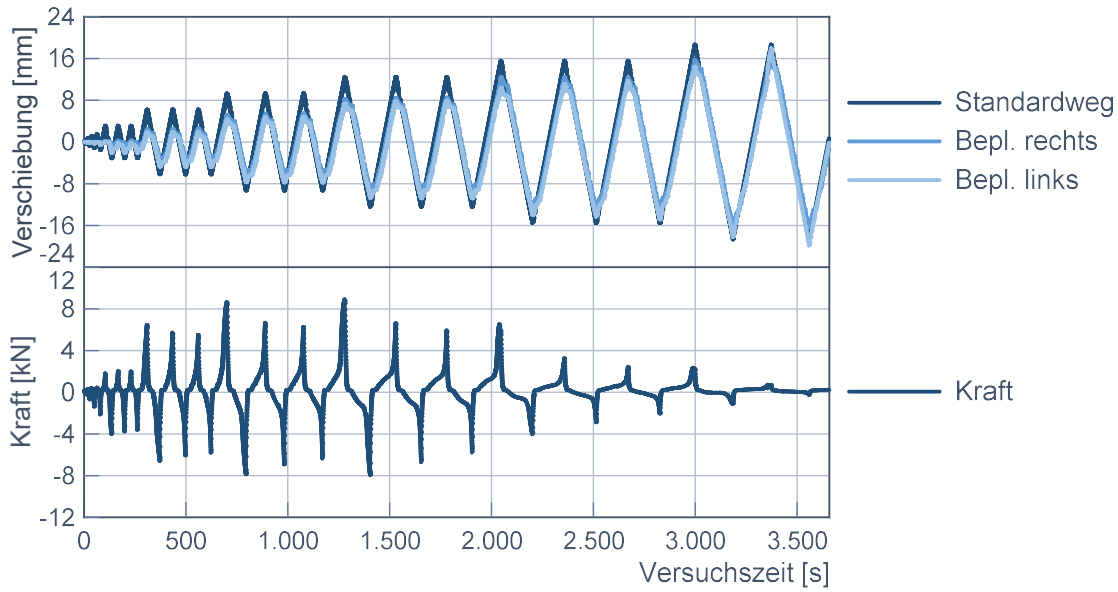


a) in Globalansicht nach Prüfende

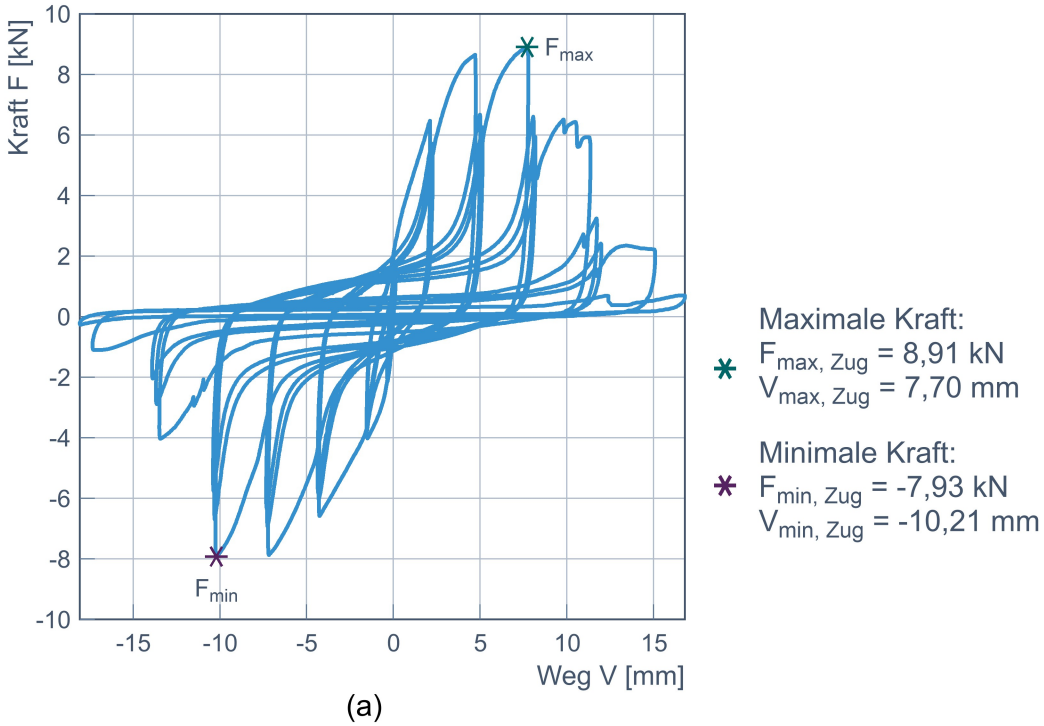


b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



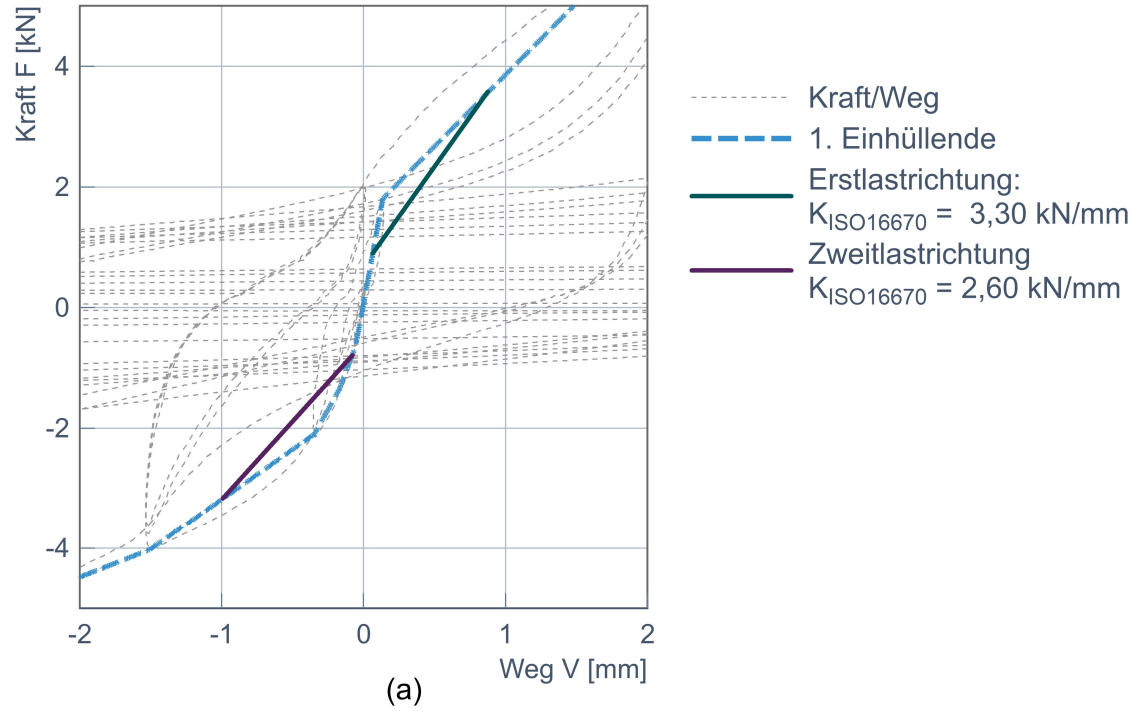
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

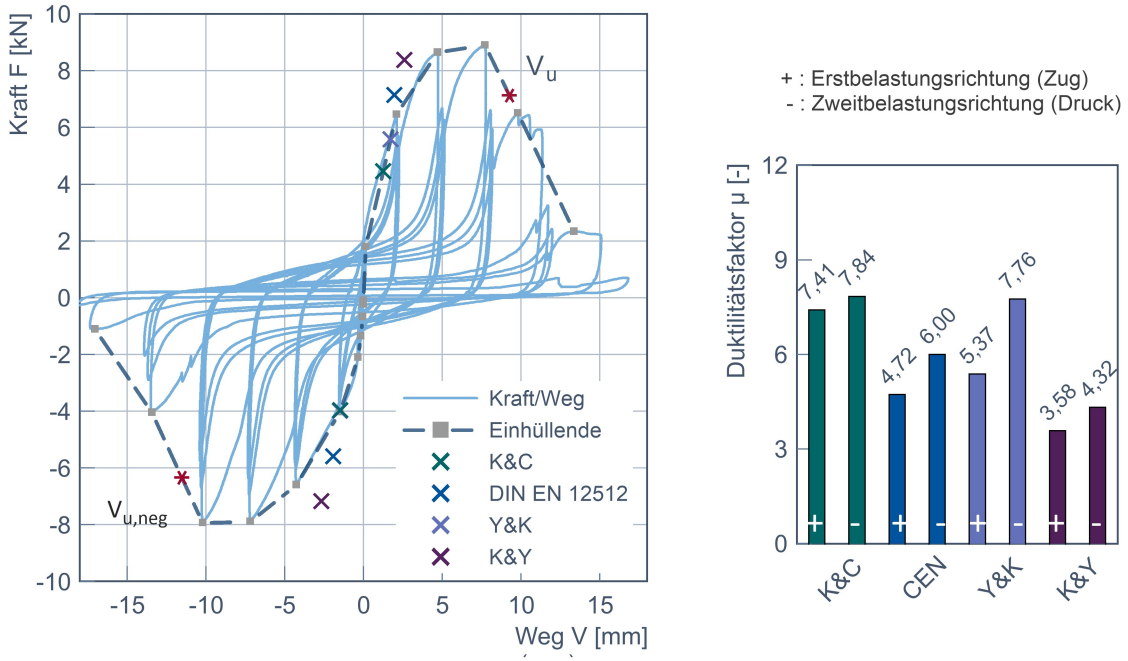
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

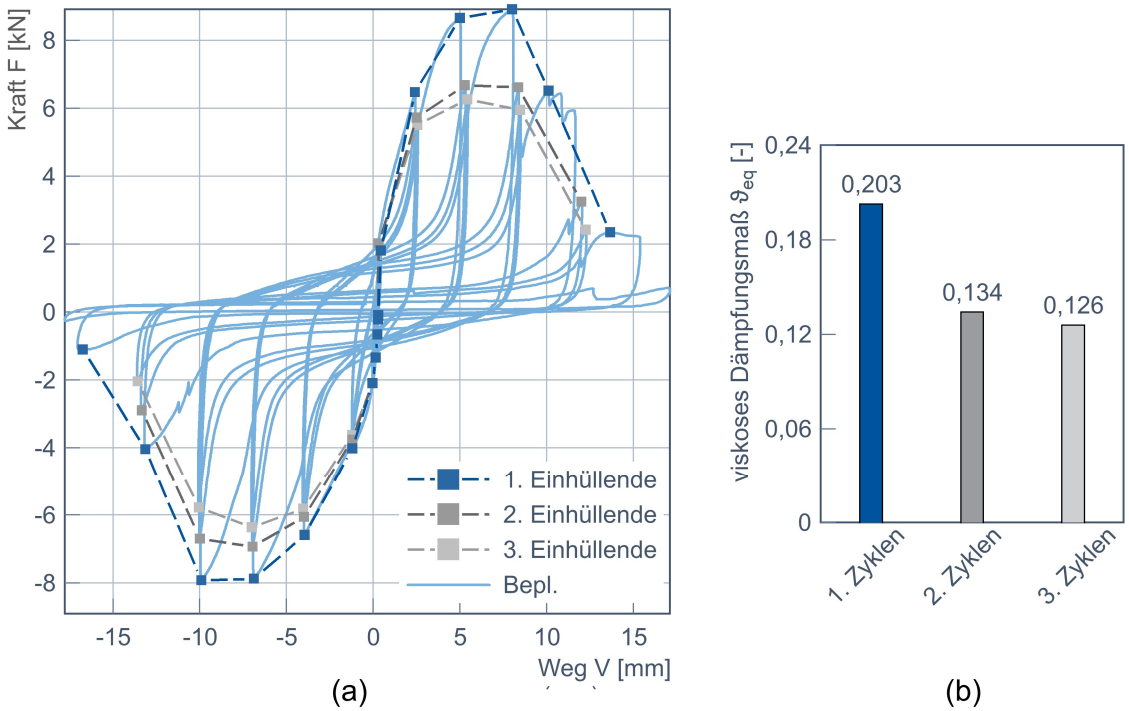
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

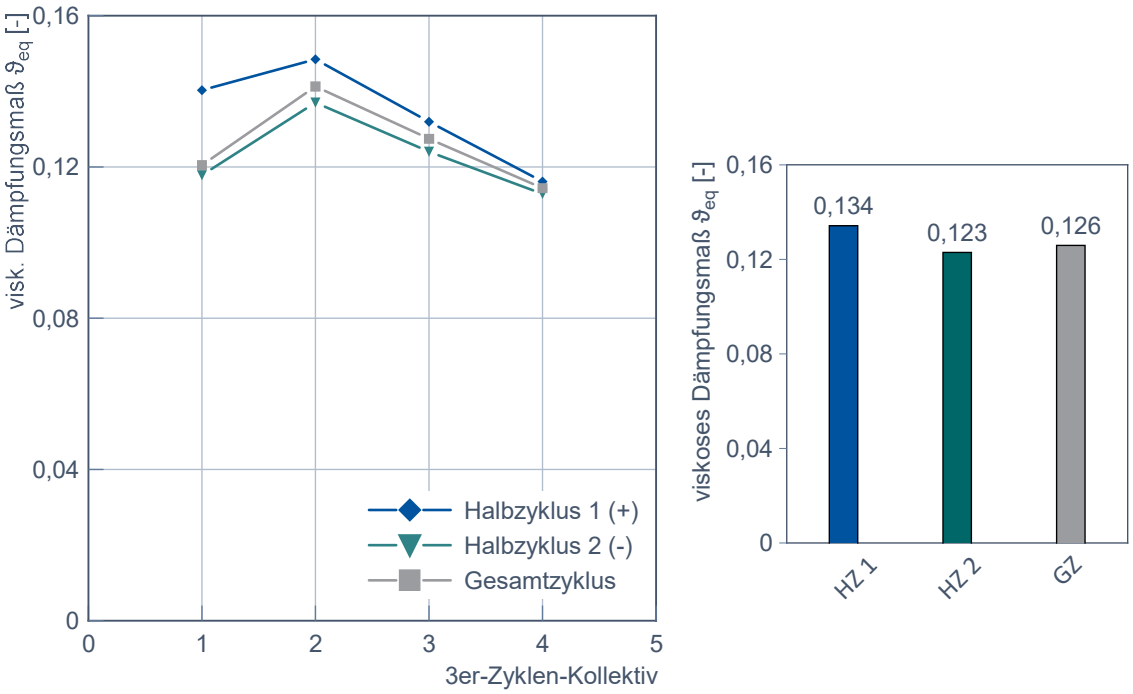
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

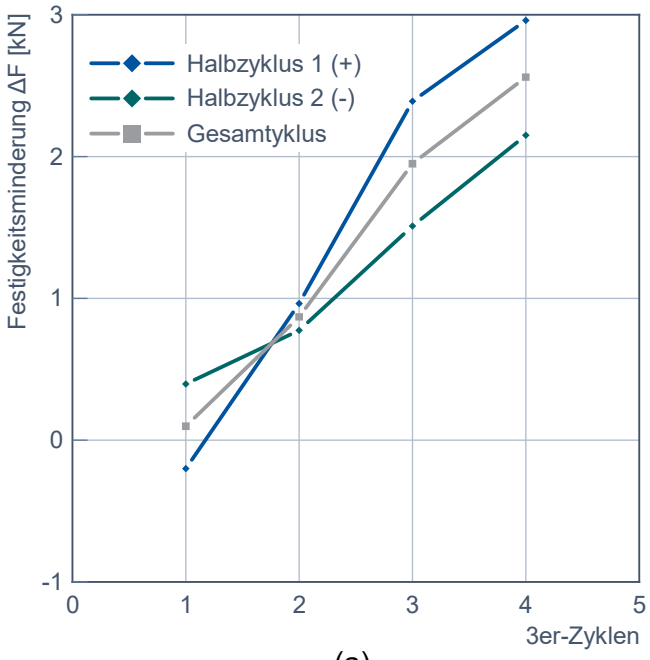
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



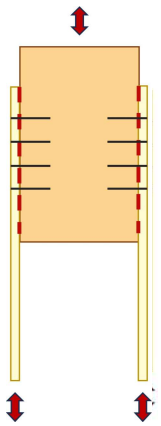
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-11,1%	9,9%	-0,6%
2	14,9%	11,7%	13,3%
3	27,6%	19,2%	23,4%
4	33,3%	27,1%	30,2%
$\bar{x}$	16,2%	17,0%	16,6%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 1-ST-OSB15-st1,53-c2

Datum:	13.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,53 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	42,0 %RH
Temperatur:	22,5 °C



Maximale Kraft:	8,10 kN (-7,25 kN)	Weg: 8,09 mm (-9,86 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,01 kN (-0,91 kN)	V_u : 11,53 mm (-13,35 mm)
Versagen:	Durchziehen der Klammerrücken durch Beplankung & Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	-	

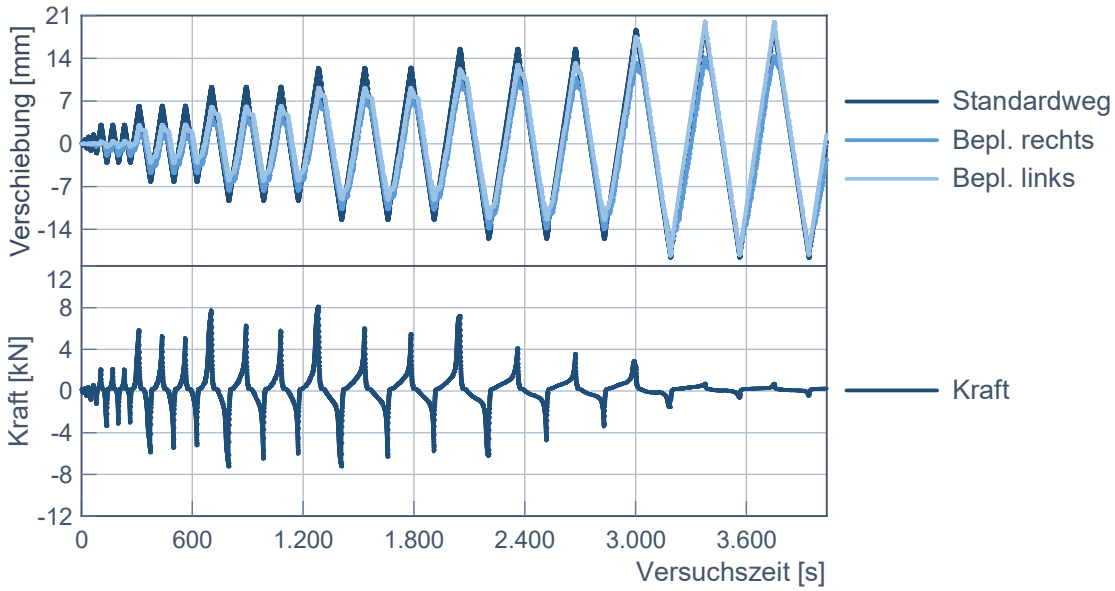
Versagensmodus



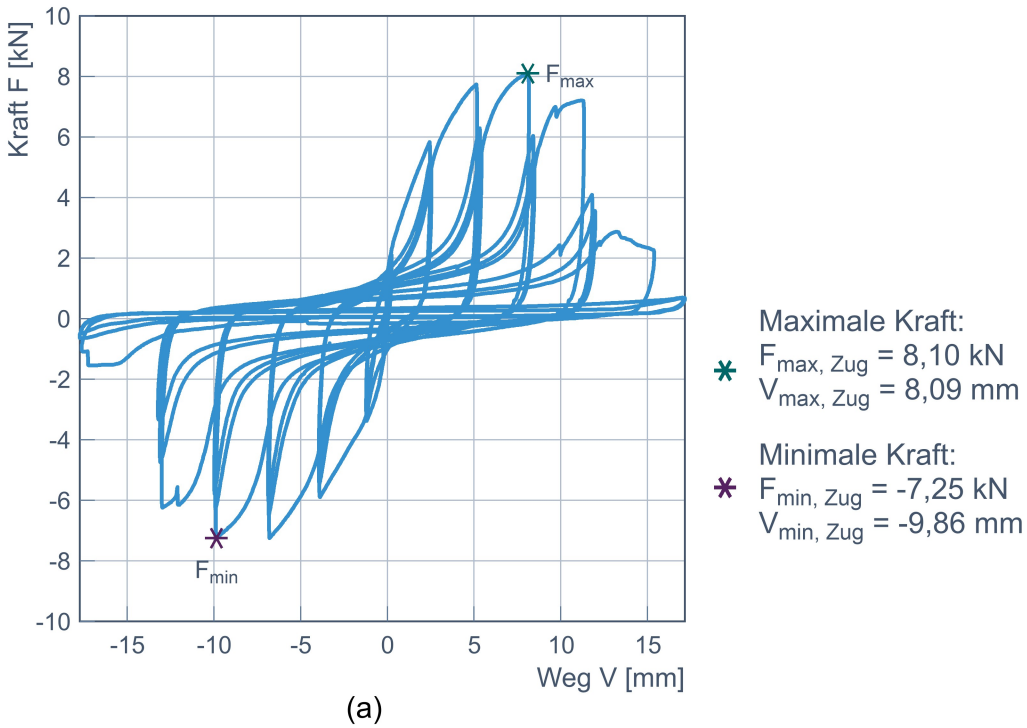
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



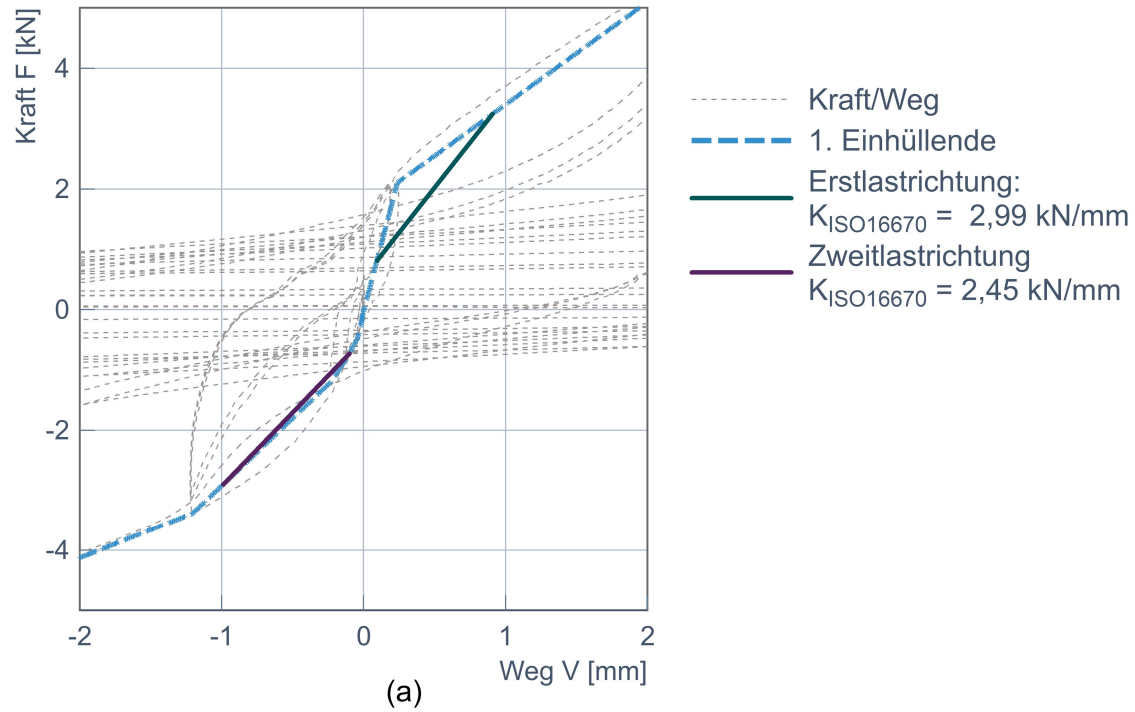
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

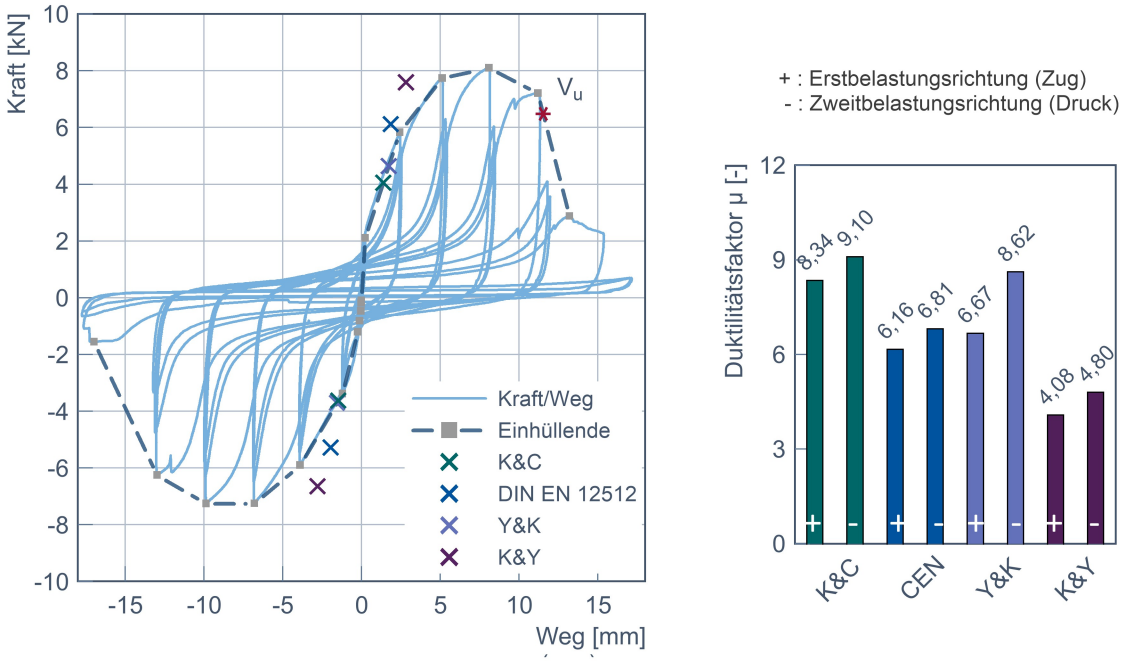
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

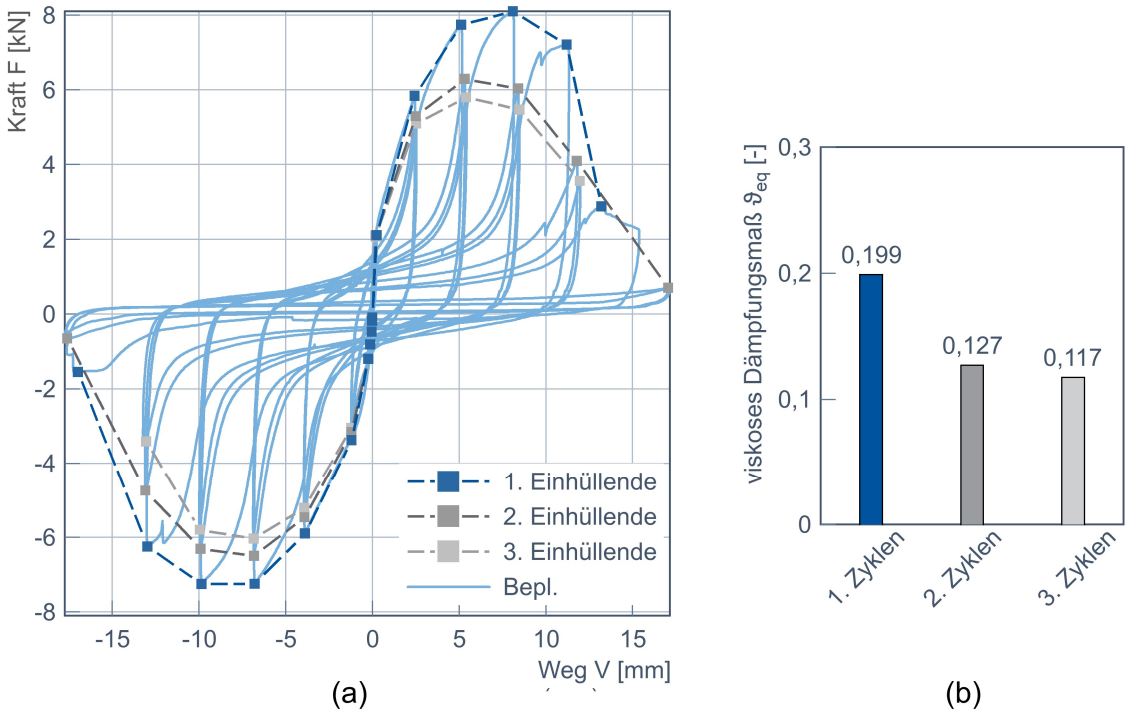
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

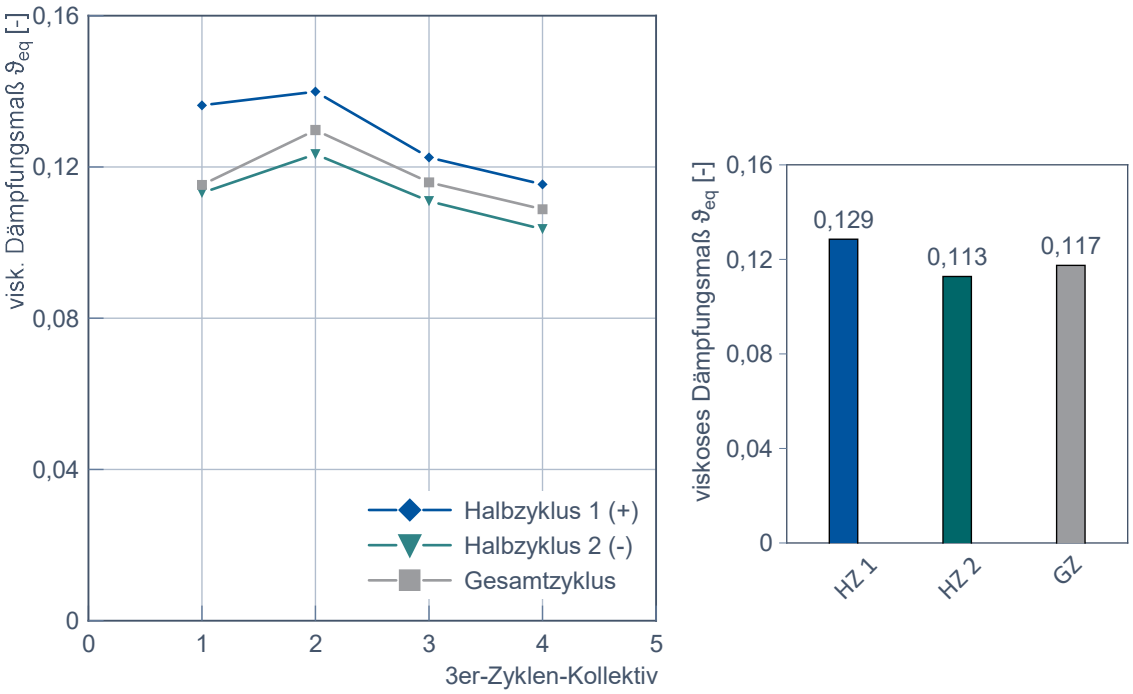
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

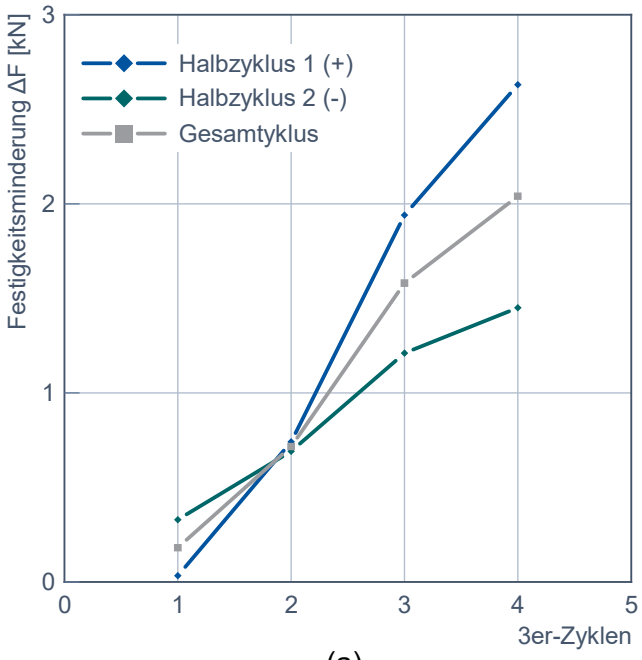
(a) Kraft-Standardweg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive des Standardwegs

Festigkeitsminderung



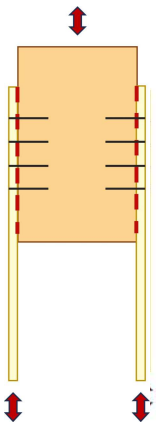
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	1,6%	9,7%	5,7%
2	12,7%	11,7%	12,2%
3	25,1%	16,7%	20,9%
4	32,5%	20,0%	26,2%
$\bar{x}$	18,0%	14,5%	16,3%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

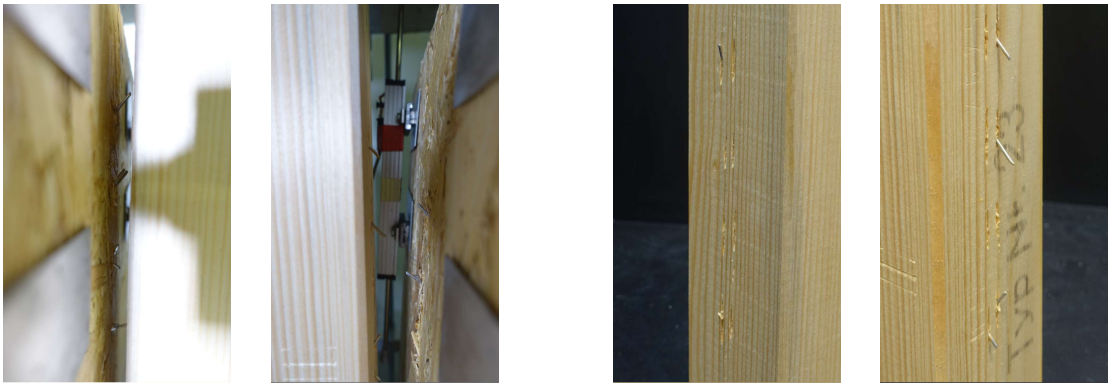
Versuch: 1-ST-OSB15-st1,53-c3

Datum:	13.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,53 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	45,0 %RH
Temperatur:	22,8 °C



Maximale Kraft:	8,07 kN (-7,97 kN)	Weg: 7,53 mm (-10,02 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,01 kN (-1,00 kN)	V_u : 11,84 mm (-12,99 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	-	

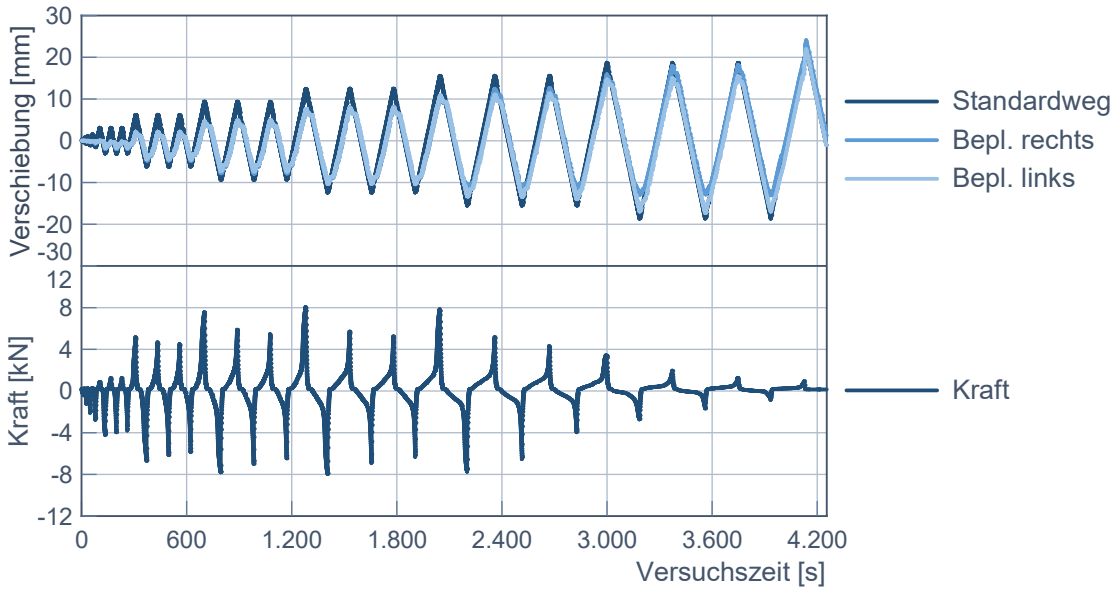
Versagensmodus



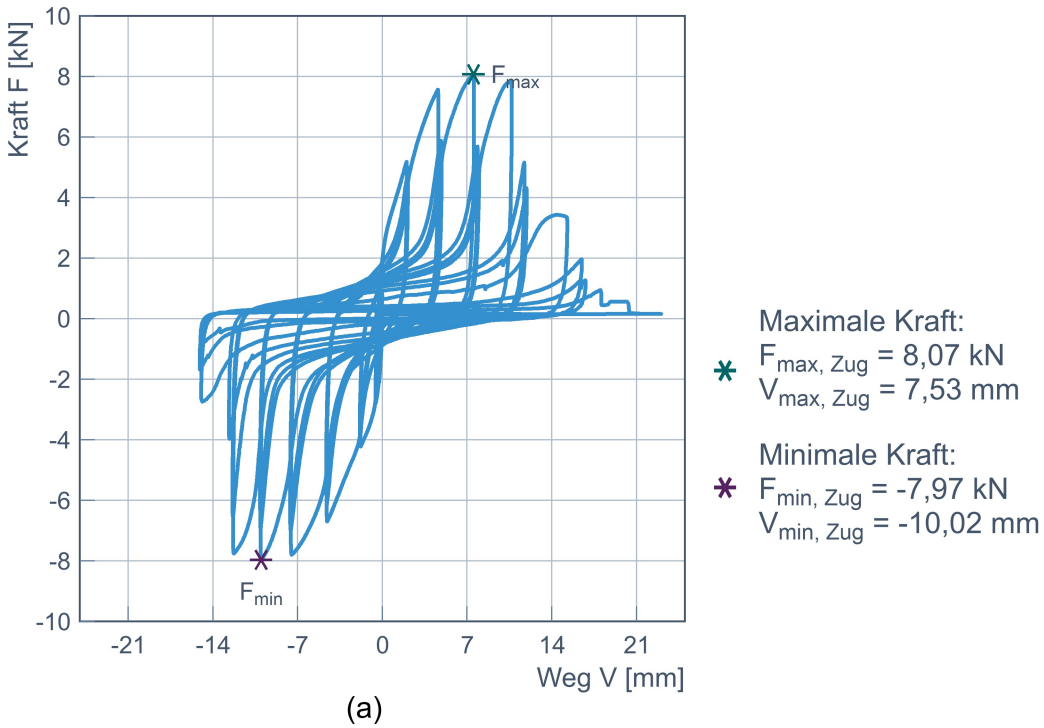
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



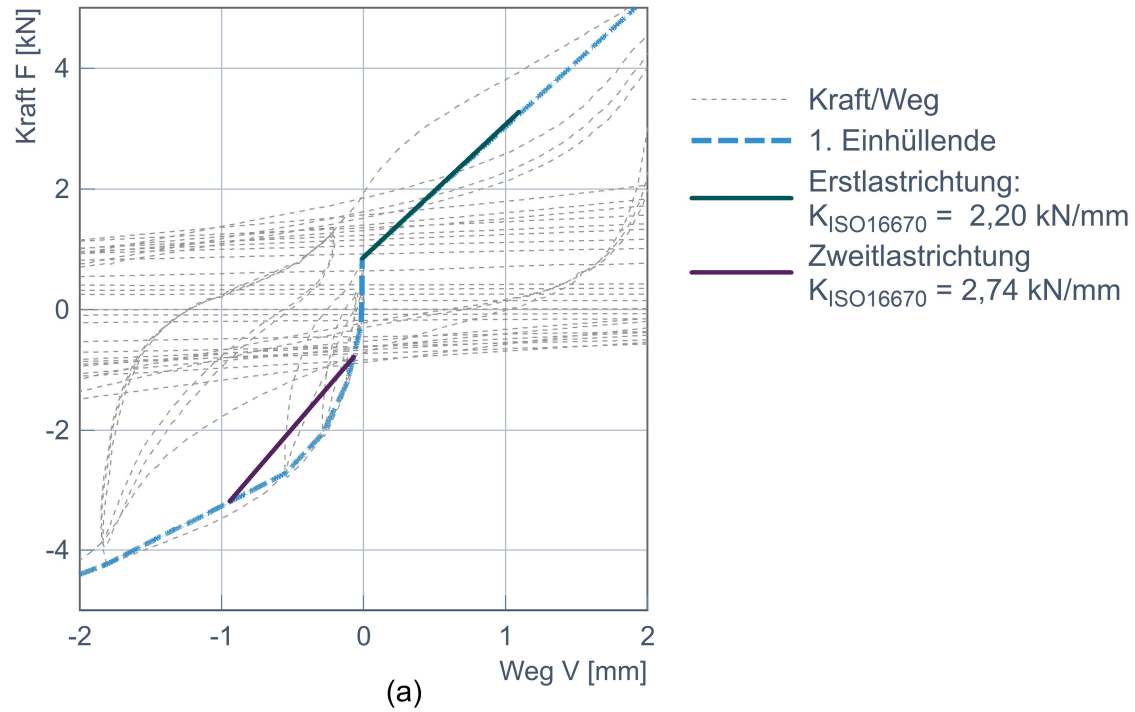
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

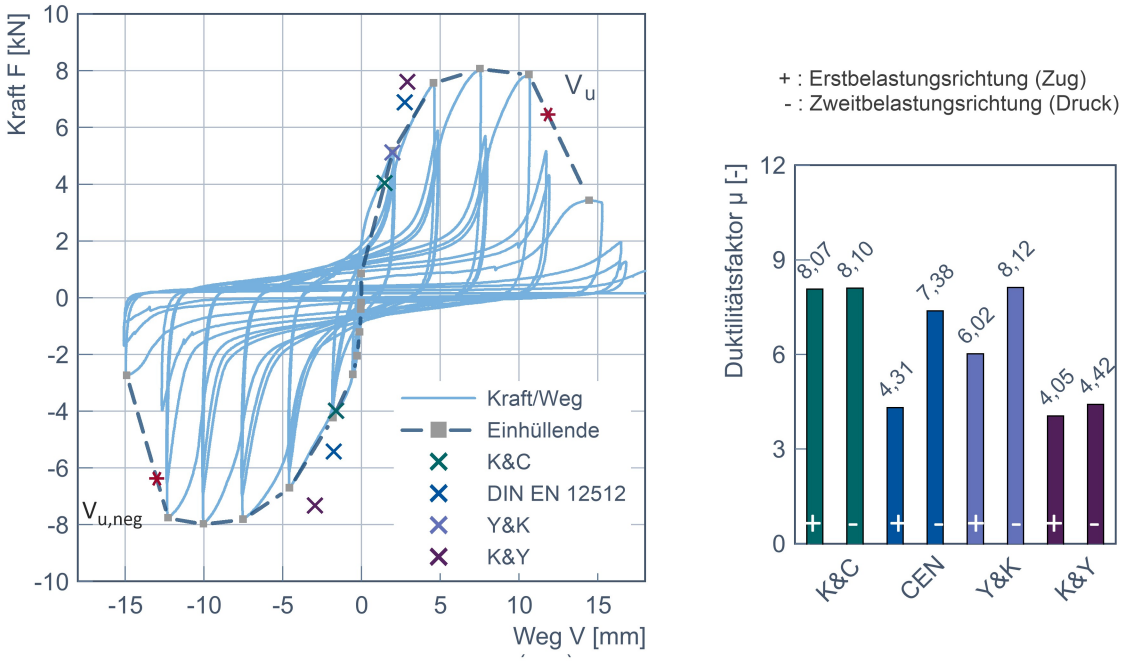
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

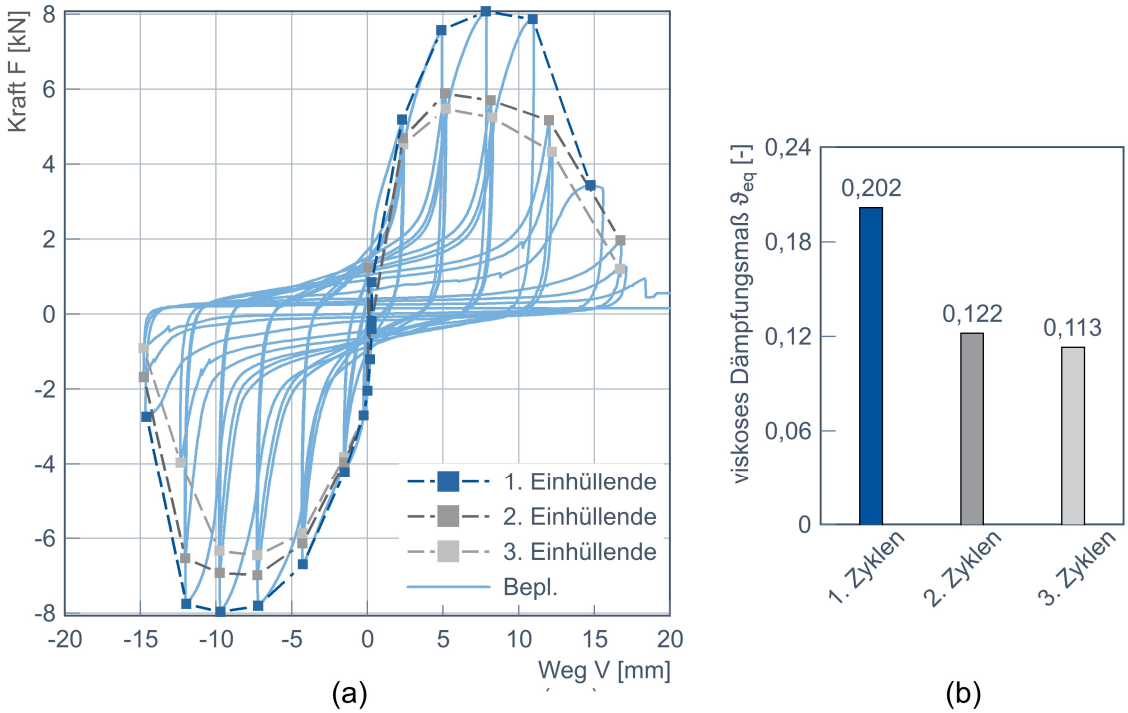
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

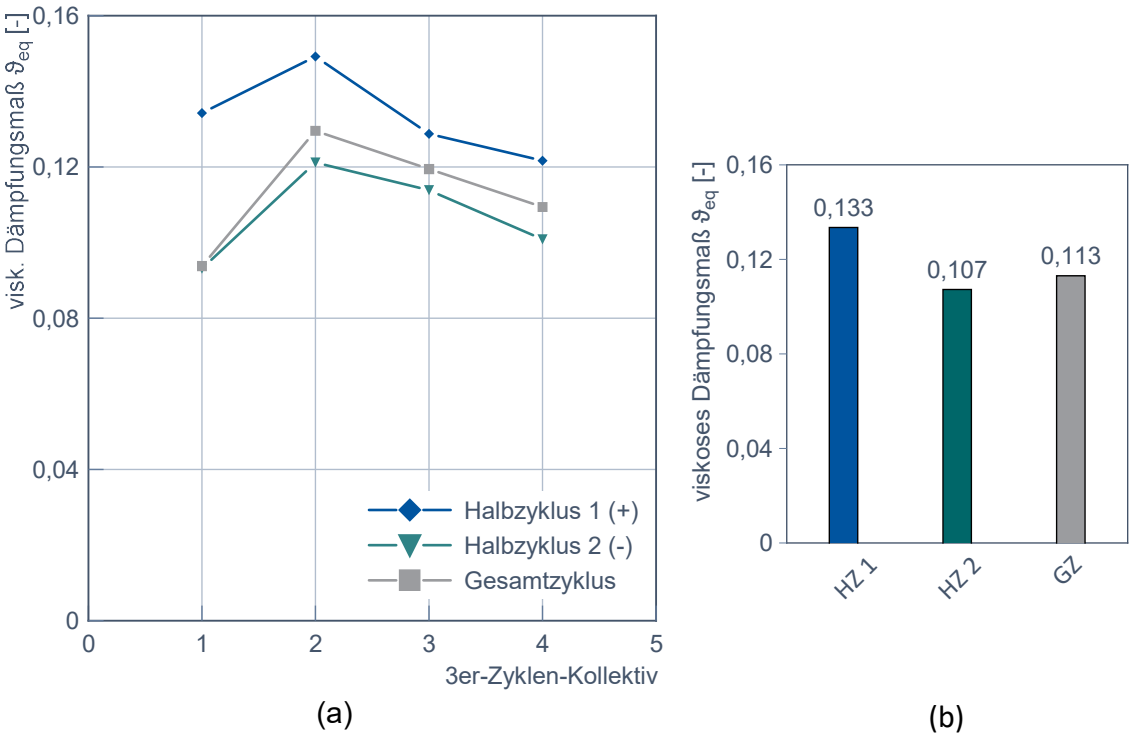
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

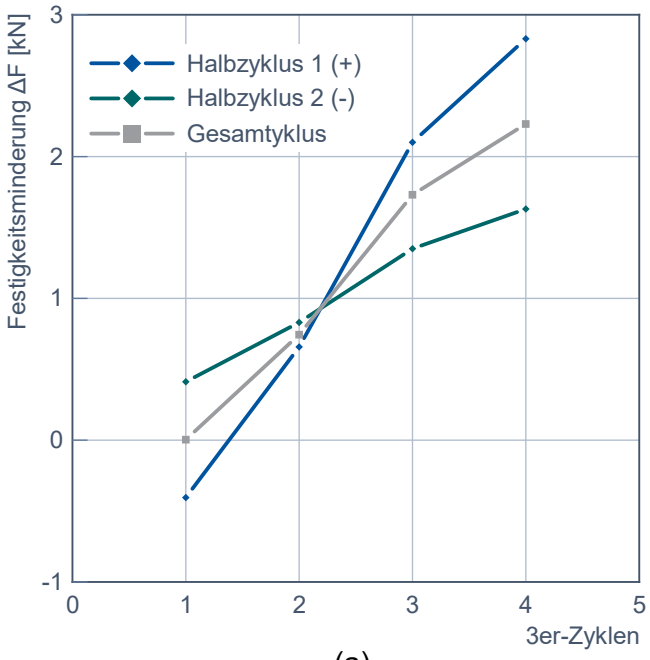
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive des Standardwegs

Festigkeitsminderung



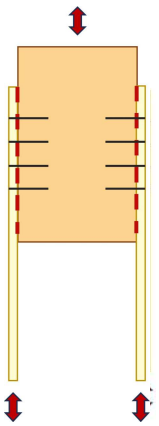
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-47,7%	9,7%	-19,0%
2	12,7%	12,4%	12,5%
3	27,7%	17,3%	22,5%
4	35,1%	20,4%	27,8%
$\bar{x}$	7,0%	15,0%	11,0%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 2-ST-OSB15-st1,80-c1

Datum:	15.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	43,0 %RH
Temperatur:	22,9 °C



Maximale Kraft:	10,81 kN (-7,84 kN)	Weg: 9,06 mm (-9,63 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,35 kN (-0,98 kN)	V_u : 9,29 mm (-12,41 mm)
Versagen:	Durchziehen der Klammerrücken durch Beplankung & Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	-	

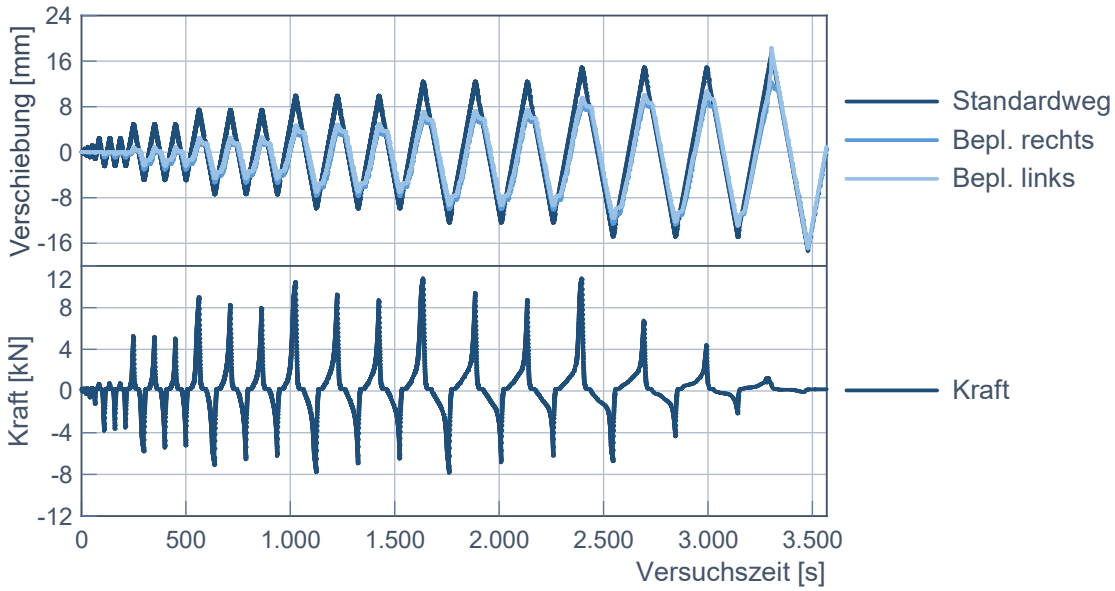
Versagensmodus



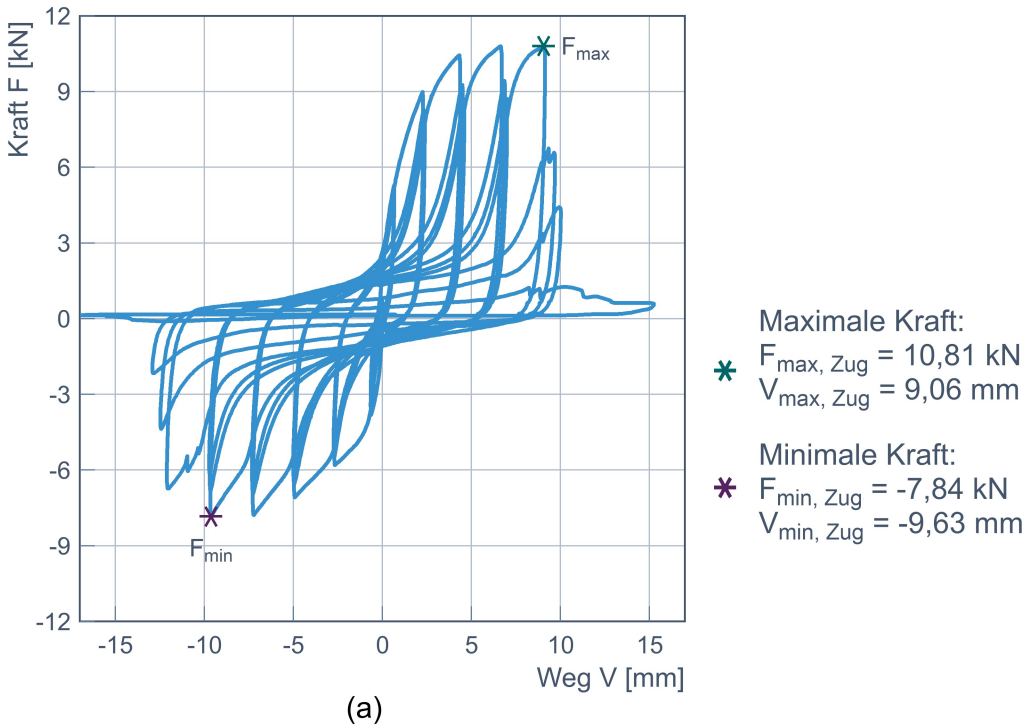
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



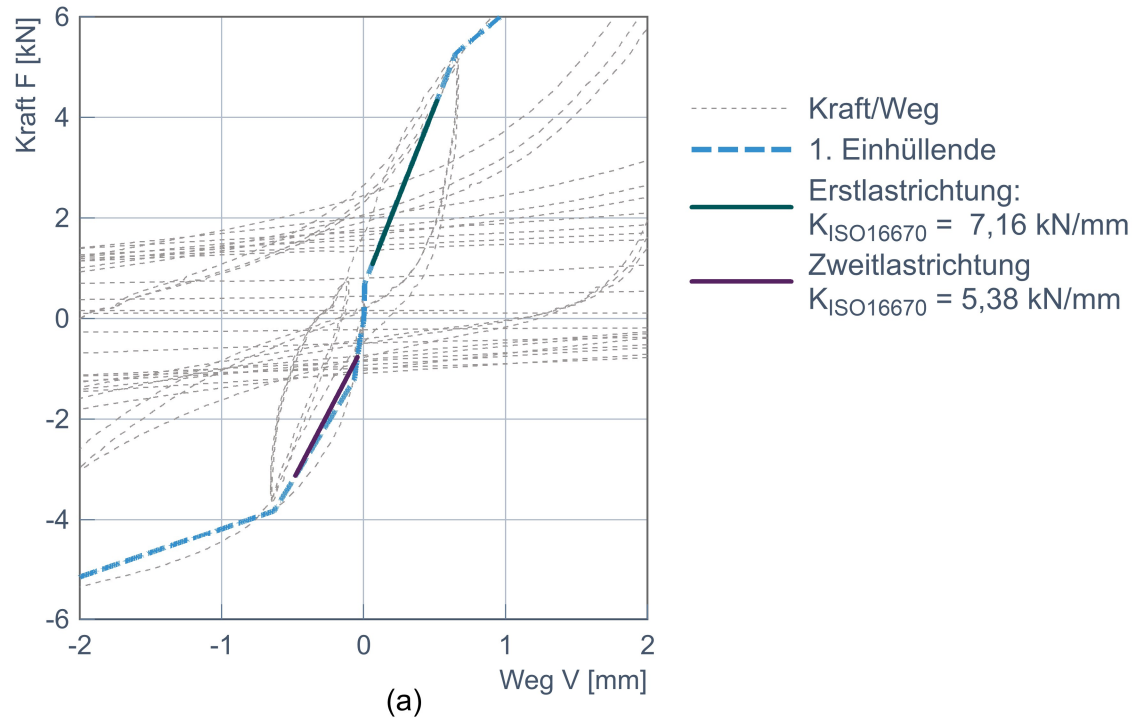
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

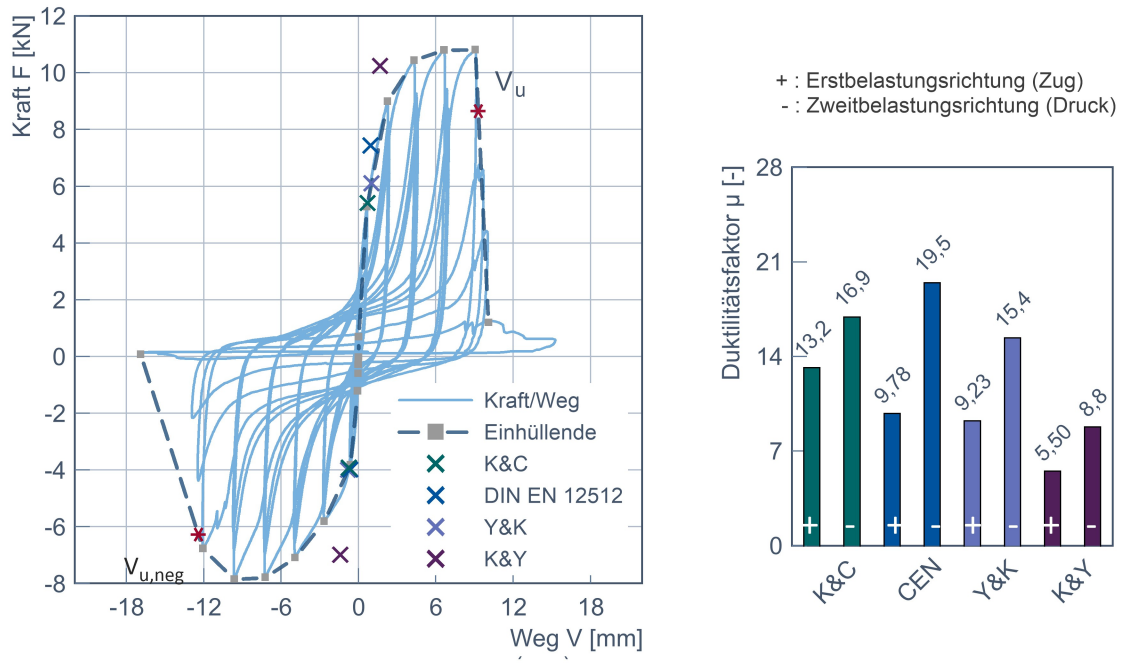
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

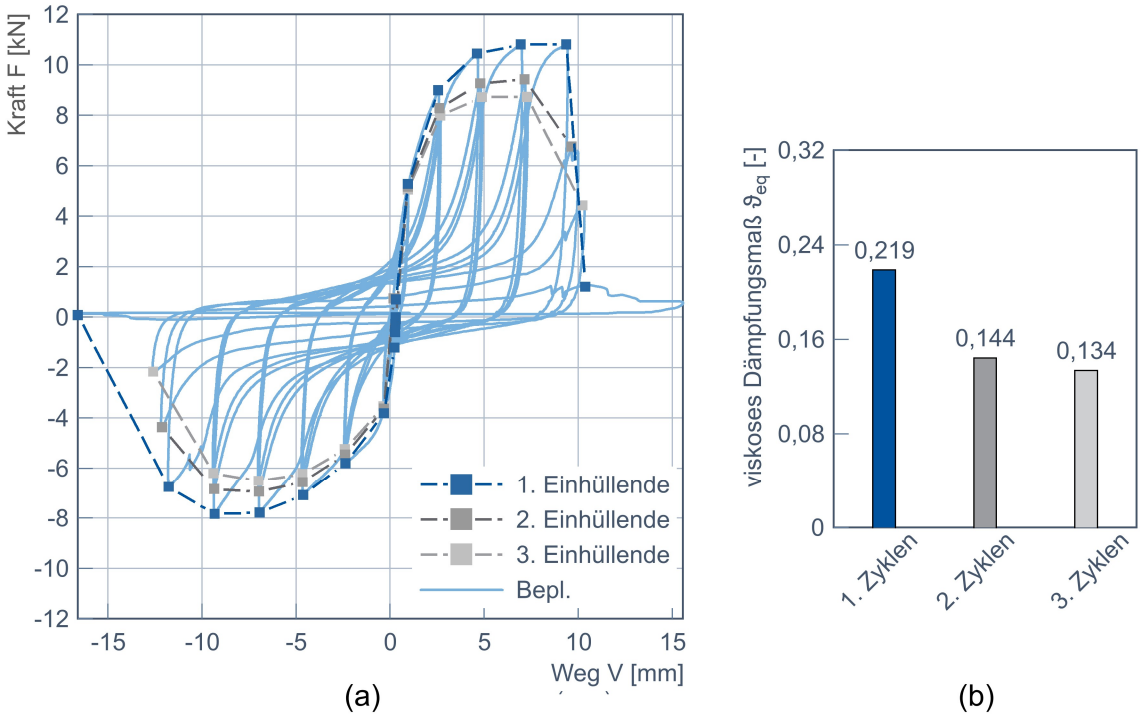
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

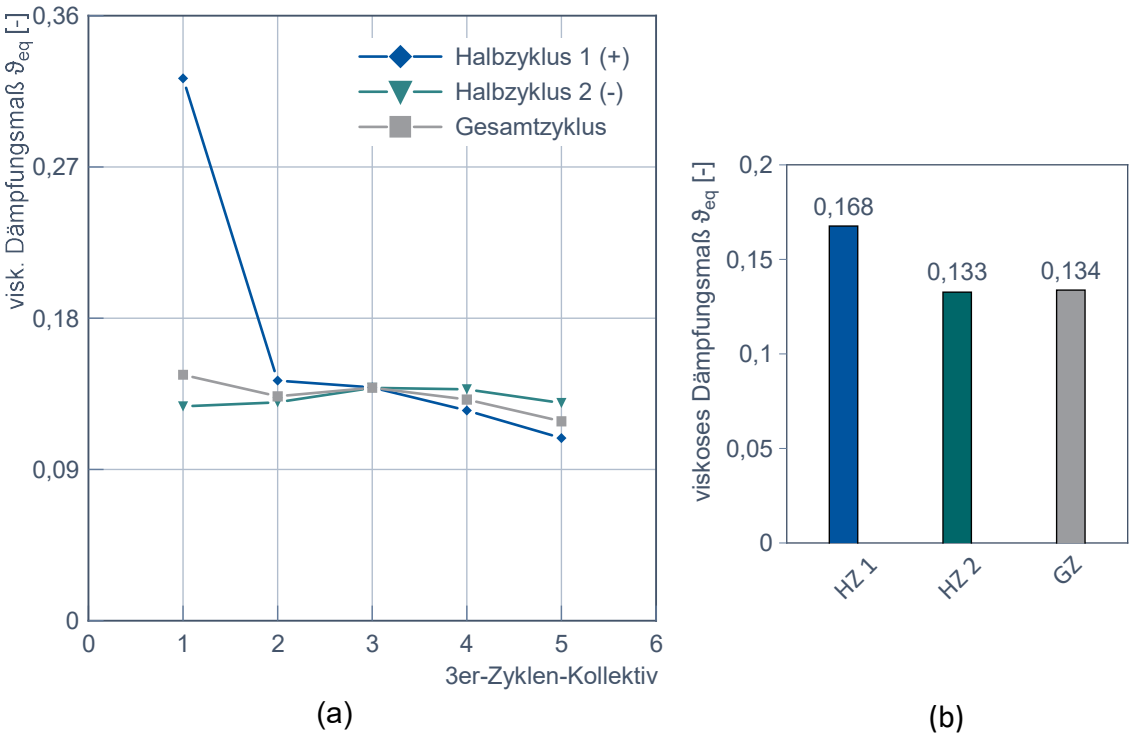
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

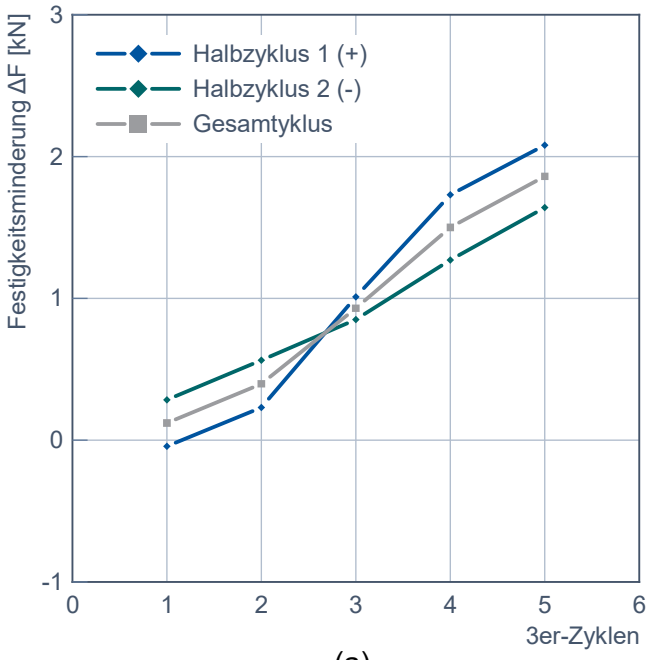
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive des Standardwegs

Festigkeitsminderung



(a)

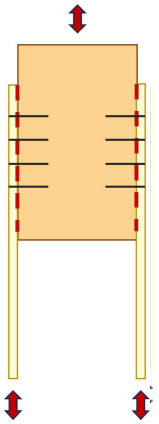
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-6,3%	7,4%	0,6%
2	4,4%	9,7%	7,0%
3	11,2%	12,0%	11,6%
4	16,5%	16,3%	16,4%
5	19,2%	20,9%	20,1%
$\bar{x}$	9,0%	13,3%	11,1%

(b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 2-ST-OSB15-st1,80-c2

Datum:	16.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	41,0 %RH
Temperatur:	22,2 °C



Maximale Kraft:	9,39 kN (-7,35 kN)	Weg: 6,14 mm (-7,20 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,17 kN (-0,92 kN)	V_u : 9,73 mm (-10,51 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	Löcher neu gebohrt (4 cm höher) und seitlich nachgeschliffen; Beplankung unten (4 cm) abgesägt	

Versagensmodus

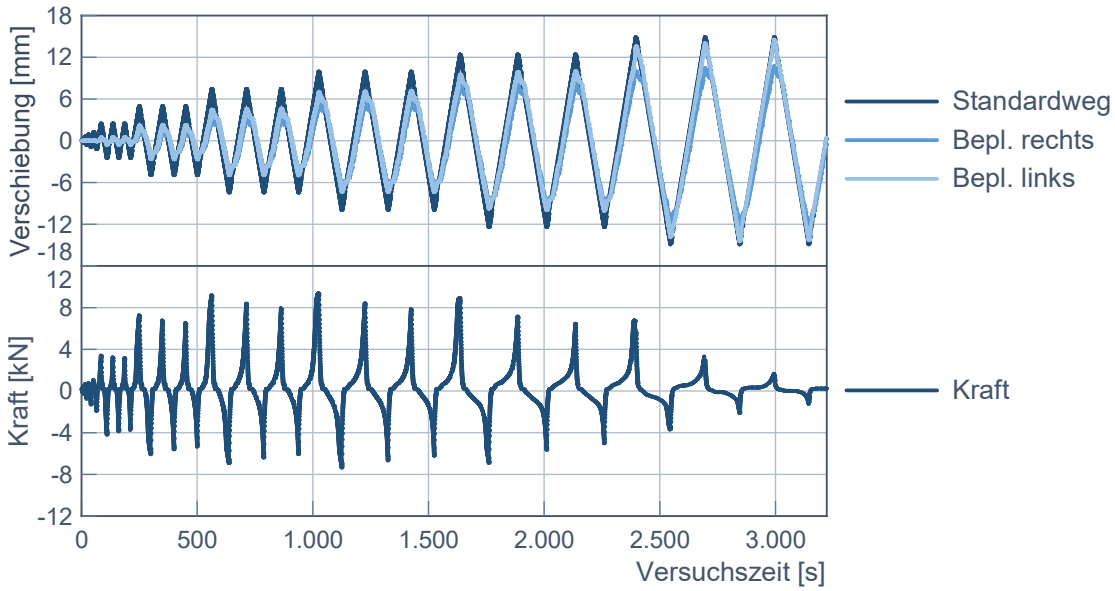


a) in Globalansicht nach Prüfende

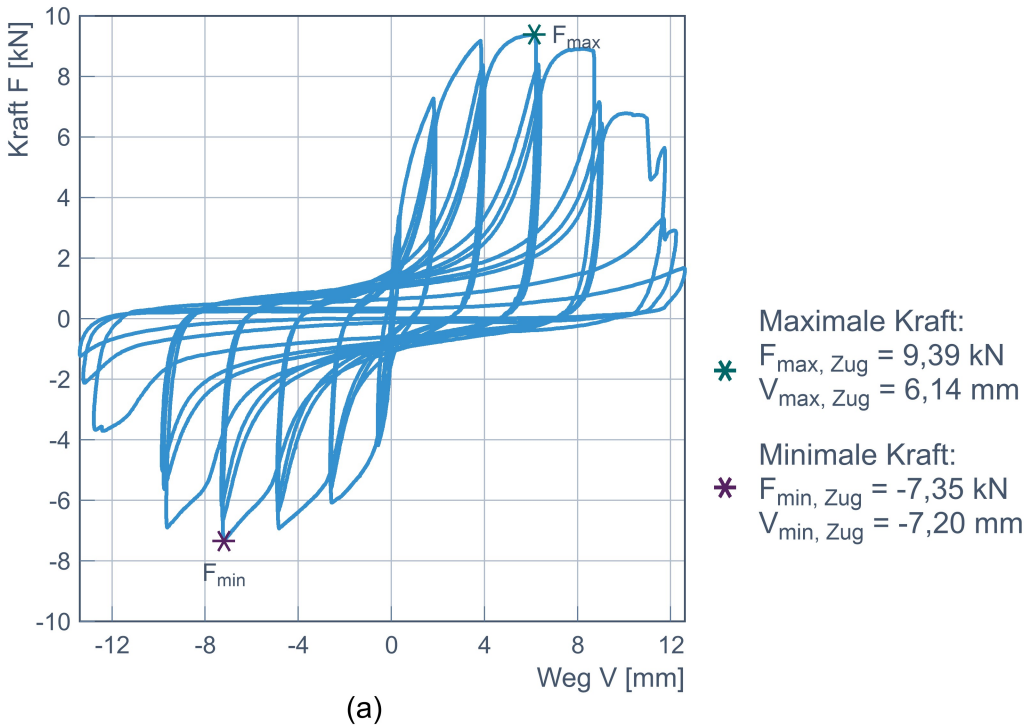


b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



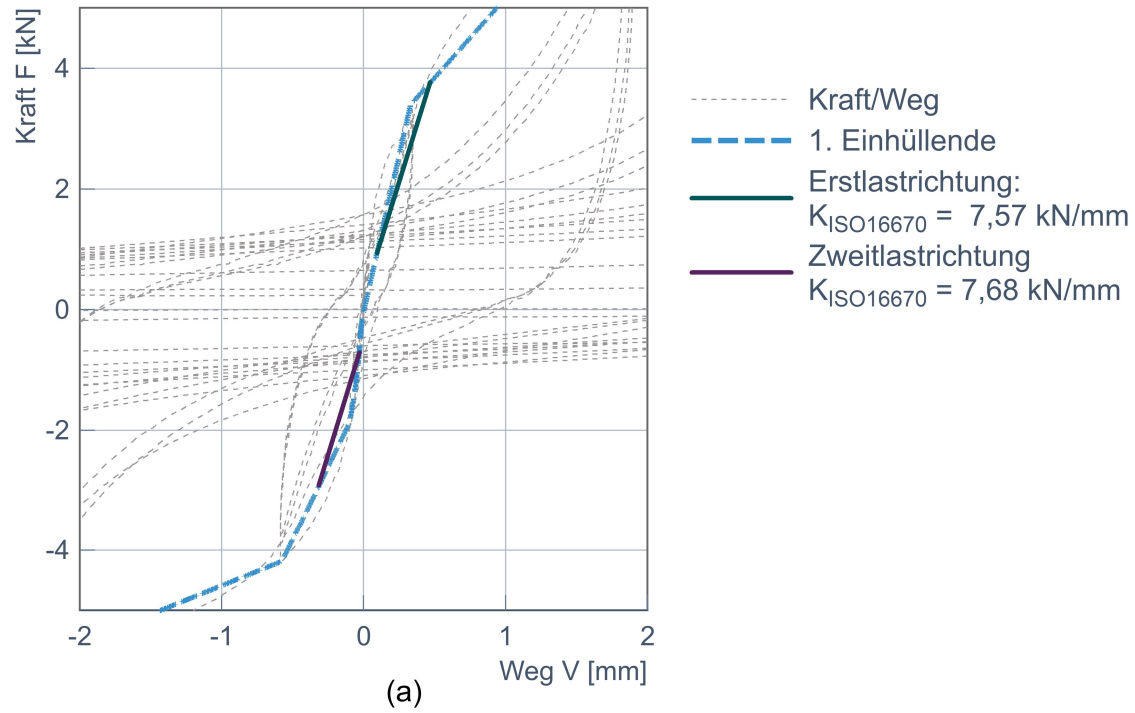
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

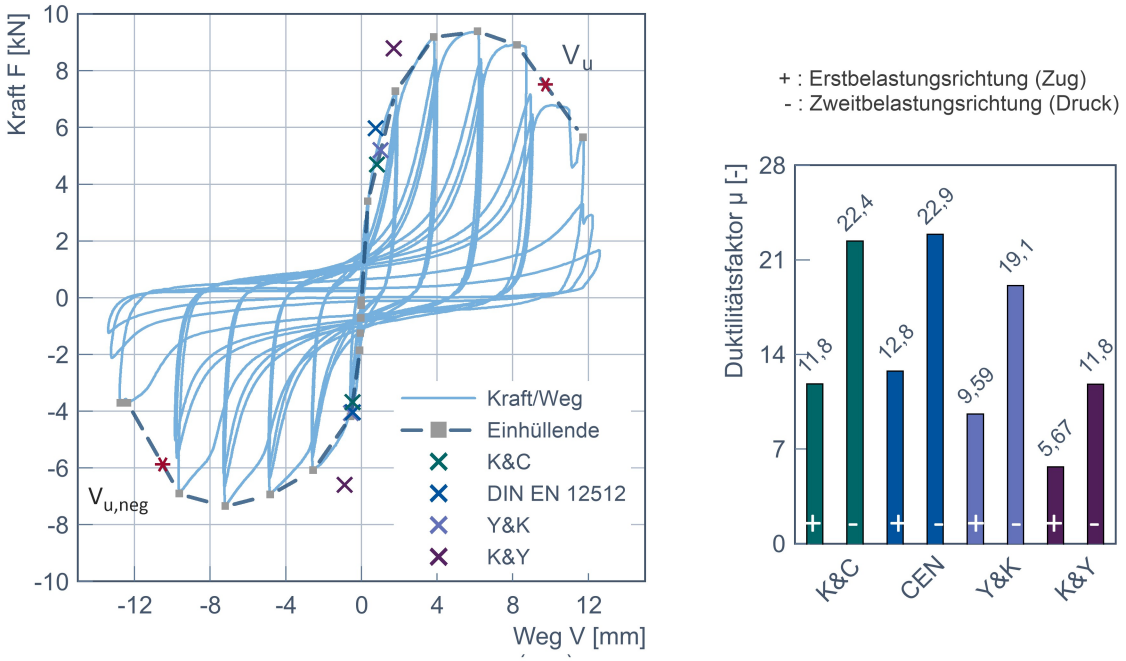
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

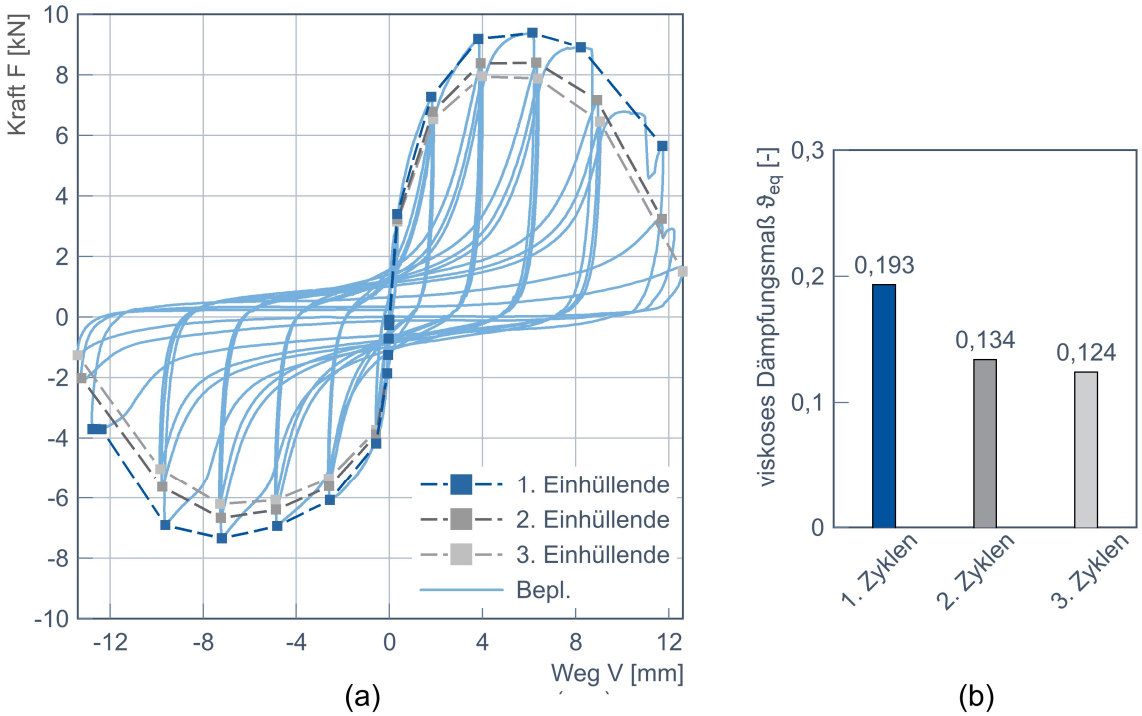
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

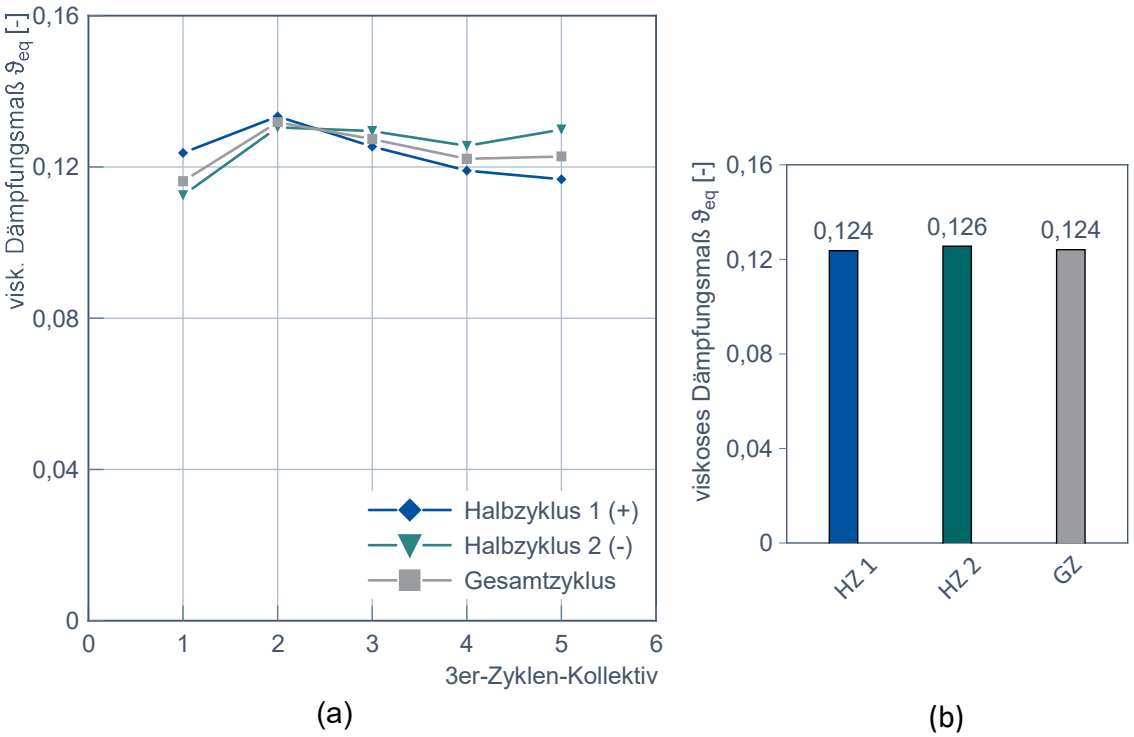
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

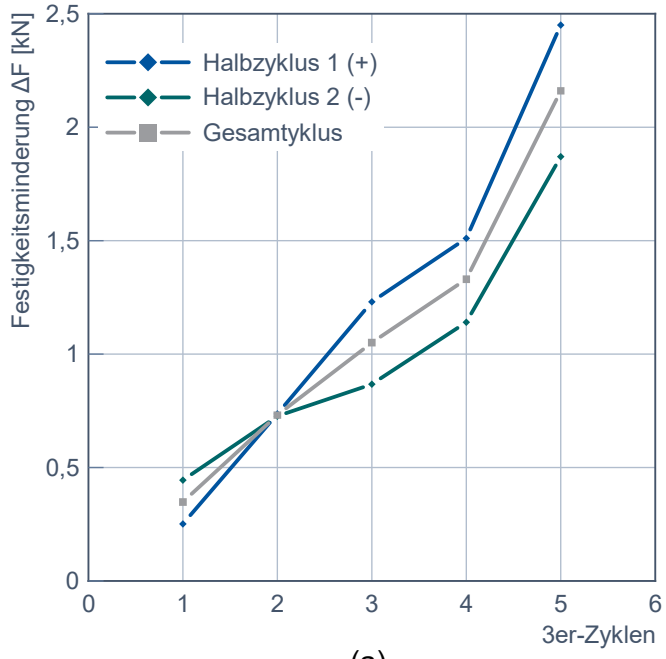
(a) Kraft-Standardweg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive des Standardwegs

Festigkeitsminderung



(a)

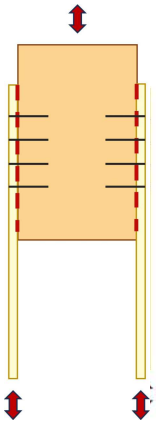
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	7,4%	10,6%	9,0%
2	10,1%	11,9%	11,0%
3	13,4%	12,5%	13,0%
4	16,1%	15,5%	15,8%
5	27,5%	27,1%	27,3%
$\bar{x}$	14,9%	15,5%	15,2%

(b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 2-ST-OSB15-st1,80-c3

Datum:	16.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	41,0 %RH
Temperatur:	22,2 °C

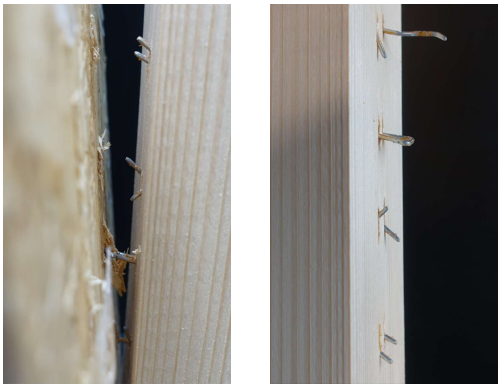


Maximale Kraft:	11,01 kN (-8,67 kN)	Weg: 8,26 mm (-10,27 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,38 kN (-1,08 kN)	V_u : 9,51 mm (-11,66 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	Löcher neu gebohrt (4 cm höher) und seitlich nachgeschliffen; Beplankung unten (4 cm) abgesägt	

Versagensmodus

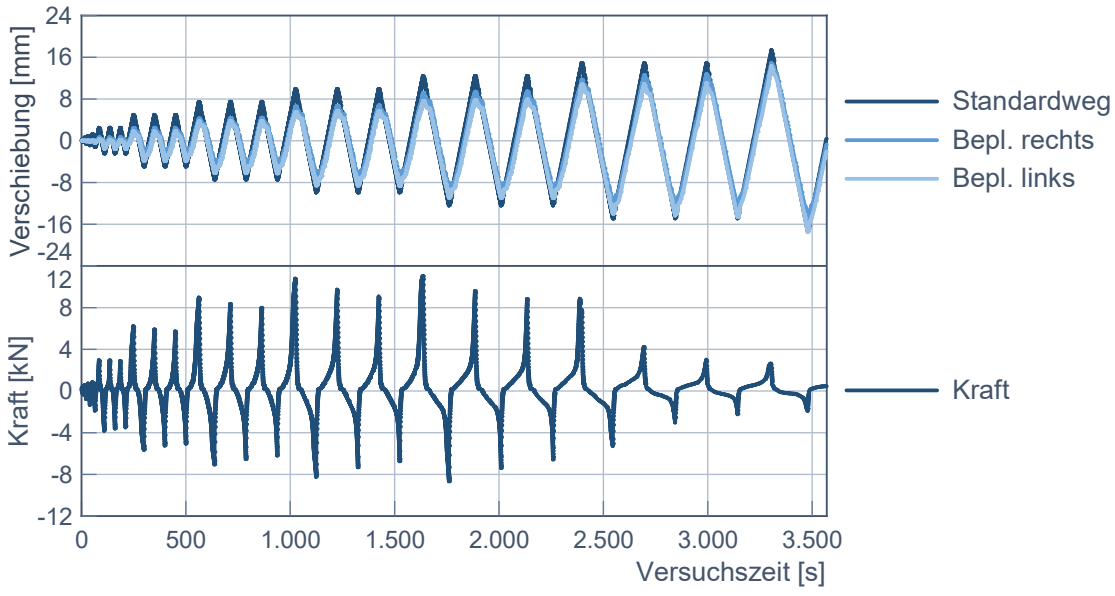


a) in Globalansicht nach Prüfende

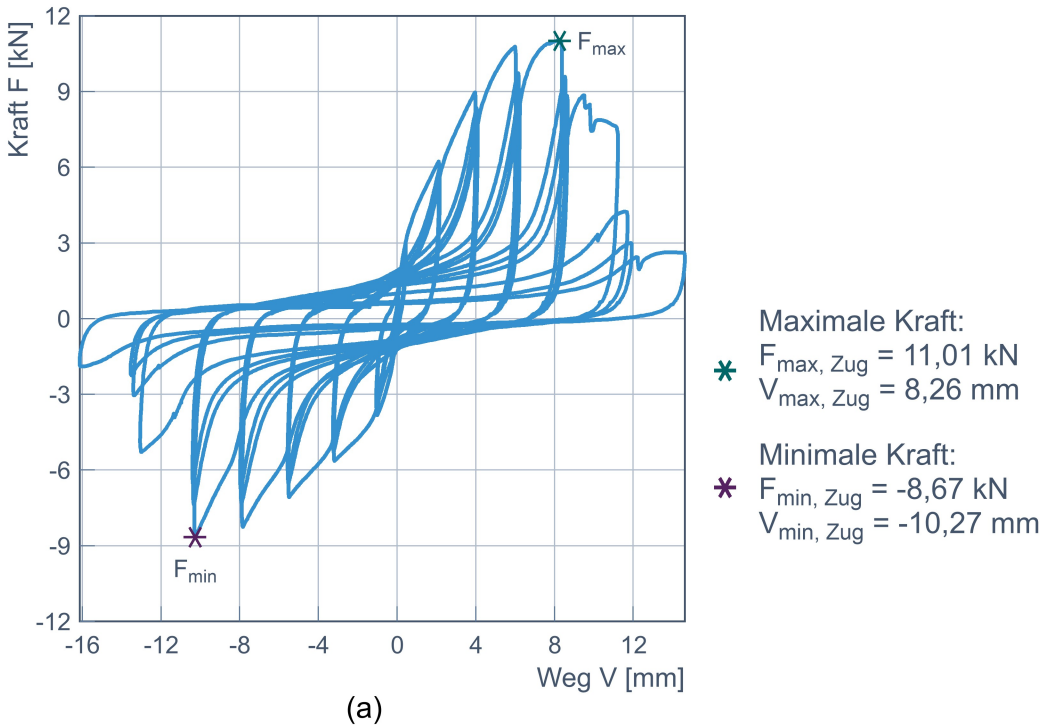


b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



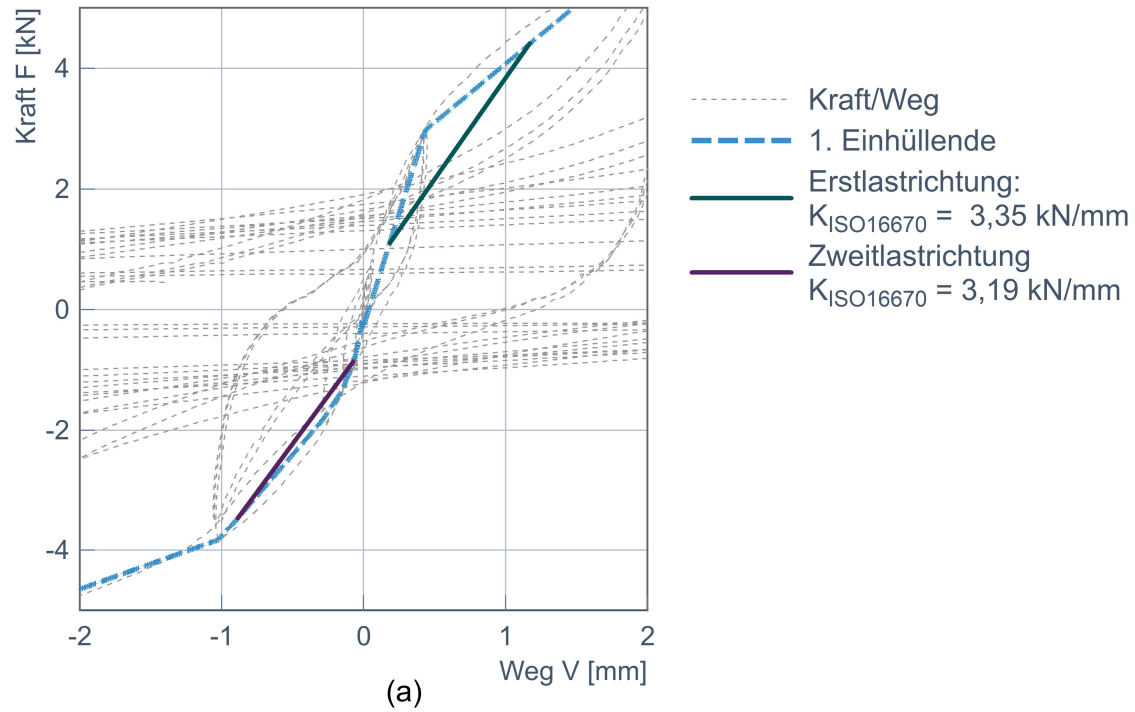
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

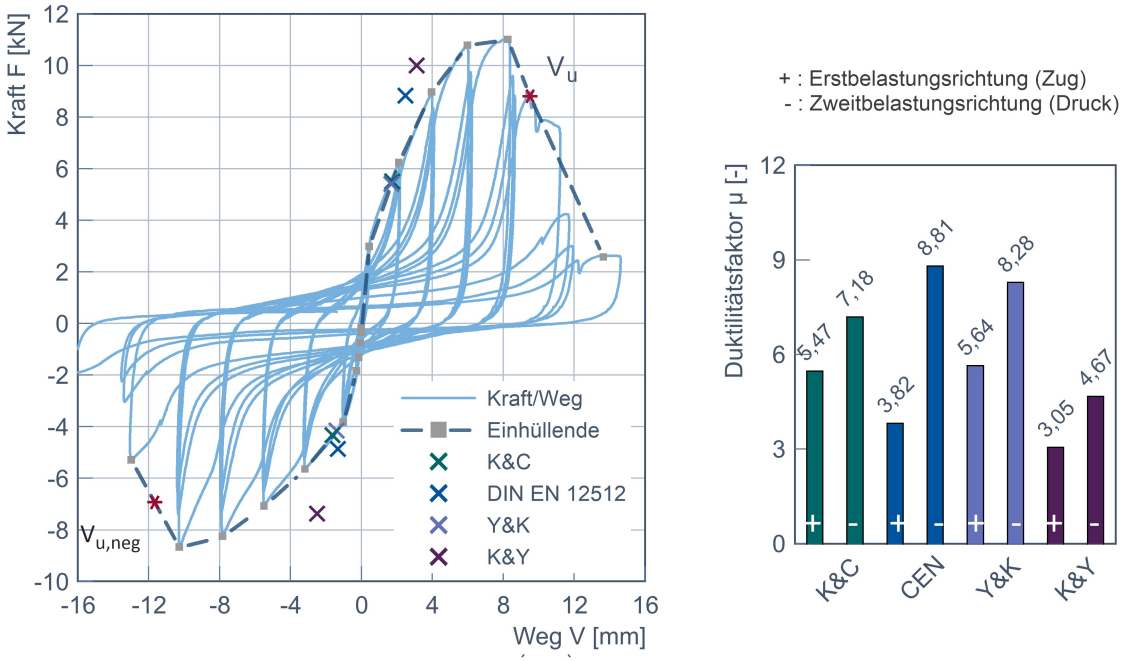
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

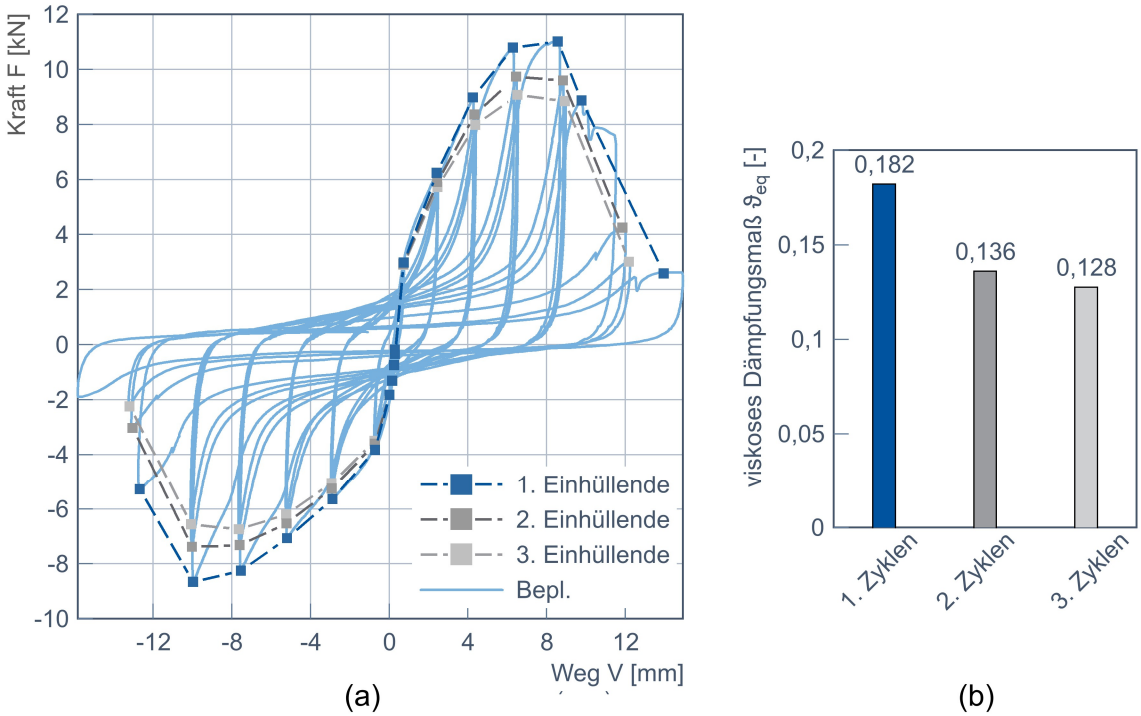
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

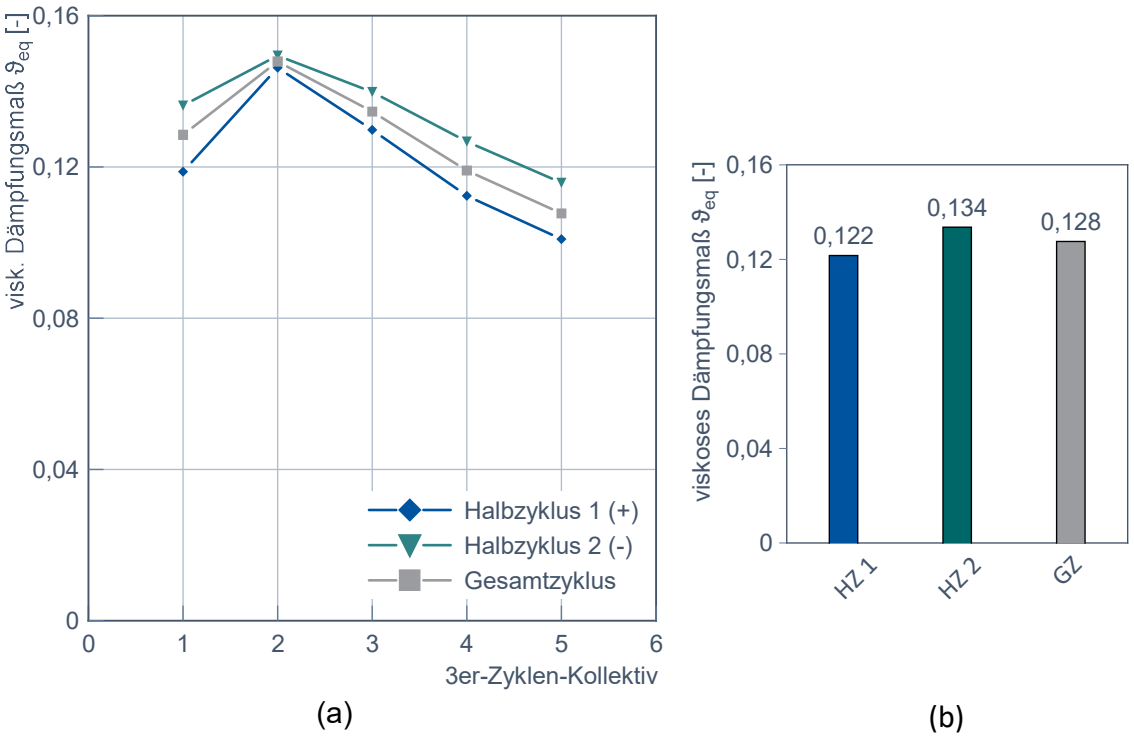
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

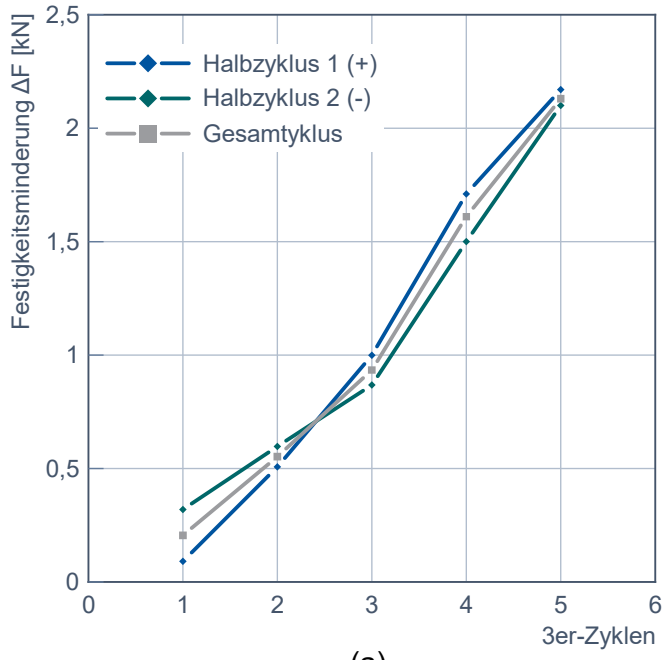
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



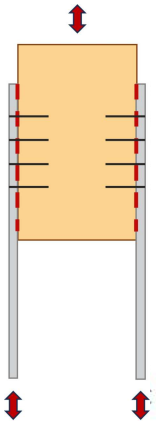
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	3,0%	8,3%	5,7%
2	8,1%	10,6%	9,4%
3	11,1%	12,3%	11,7%
4	15,9%	18,2%	17,1%
5	19,7%	24,2%	22,0%
$\bar{x}$	11,6%	14,7%	13,2%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 3-ST-GFB12,5-st1,80-c1

Datum:	14.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	43,0 %RH
Temperatur:	22,3 °C



Maximale Kraft:	8,22 kN (-6,46 kN)	Weg: 3,87 mm (-4,35 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,03 kN (-0,81 kN)	V_u : 5,81 mm (-6,34 mm)
Versagen:	Durchziehen & Ermüdungsbruch	
Bemerkung:	Kleinen Spalt (ca. 1mm) zwischen Rippe und rechter Beplankung beobachtet; bei erster Durchführung maximale Lastzyklenzahl erreicht ohne Versagenseintritt → zusätzliche Zyklen angehängt	

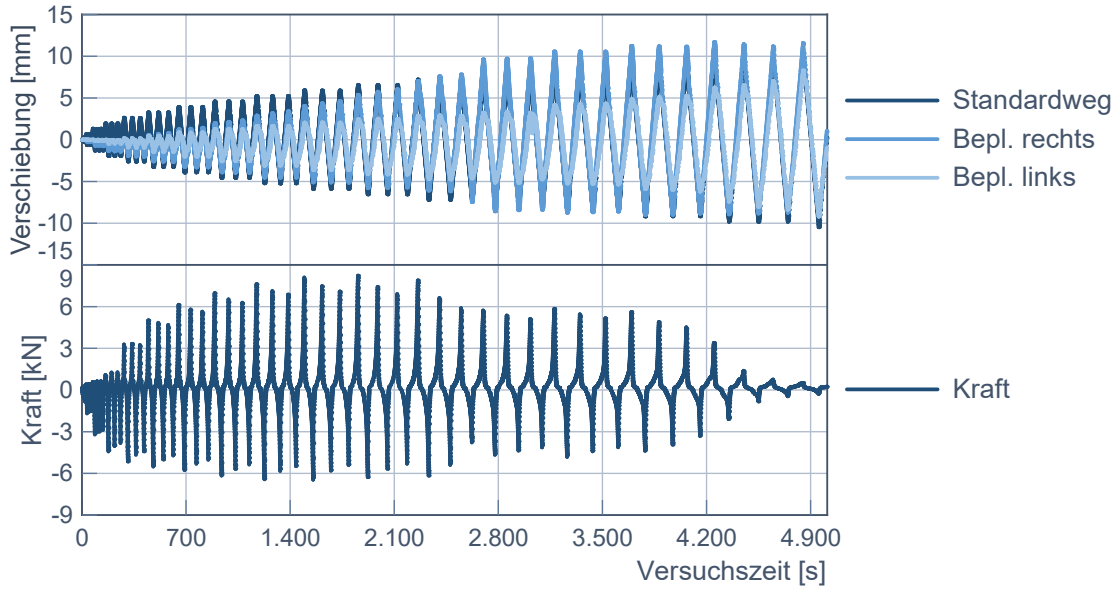
Versagensmodus



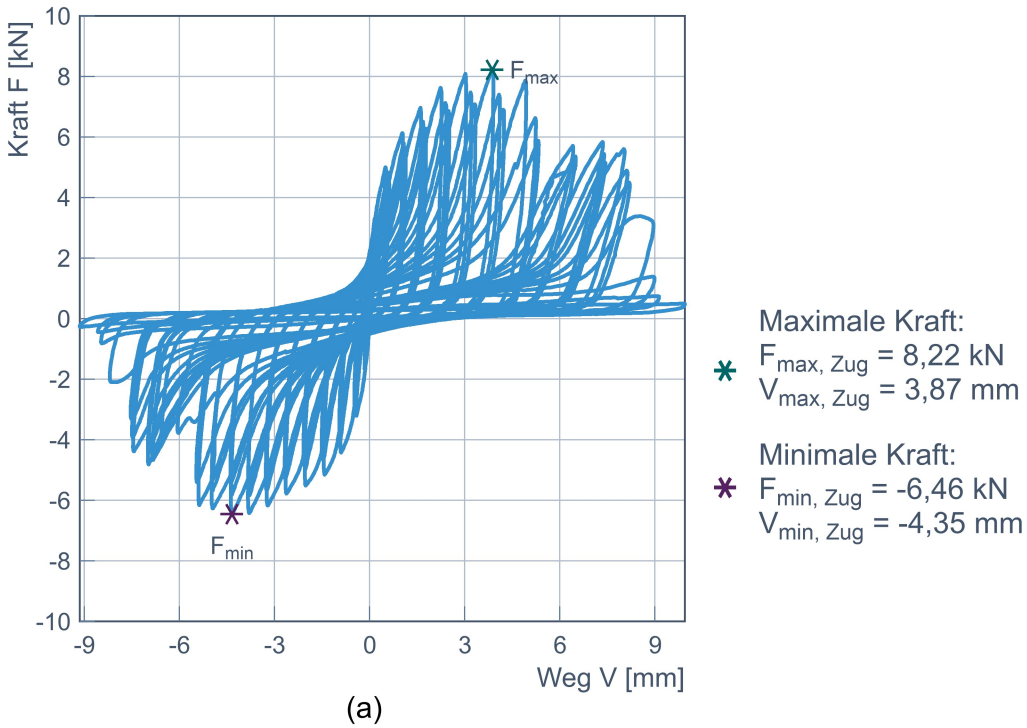
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



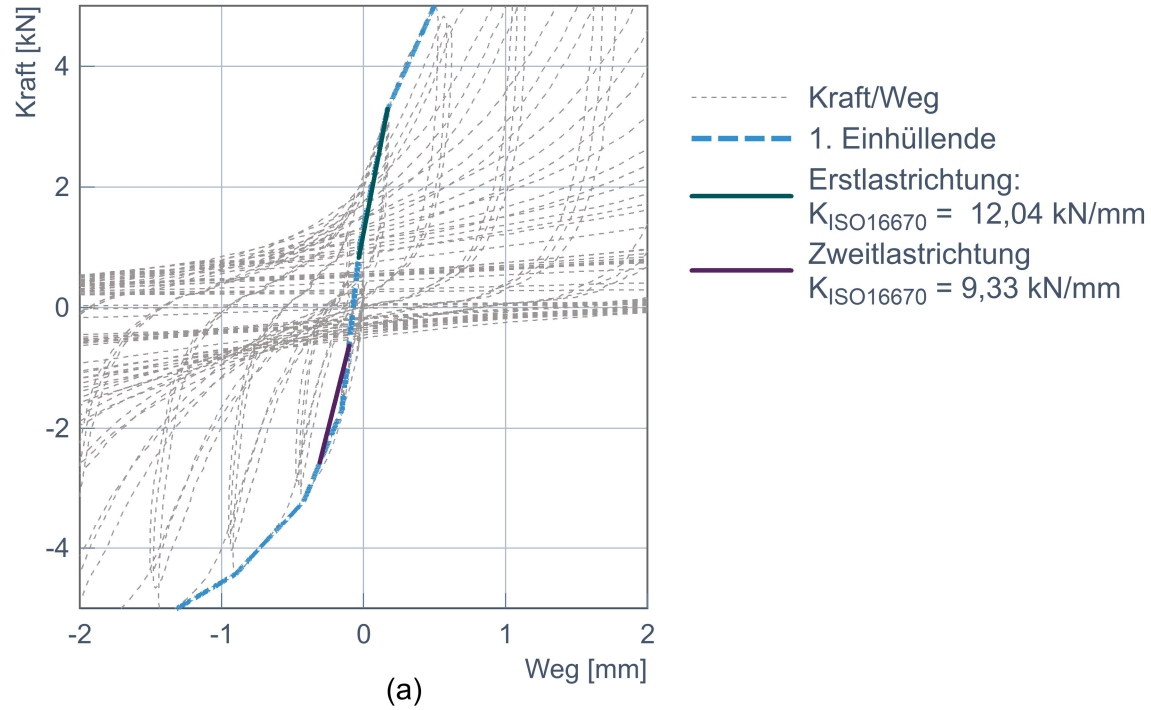
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

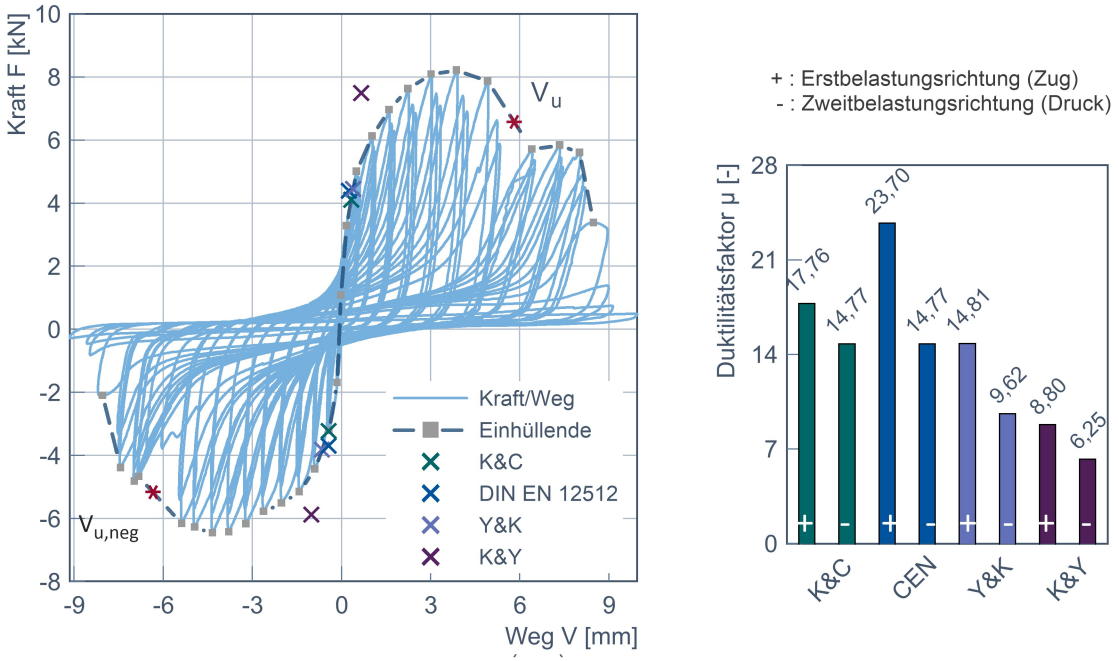
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

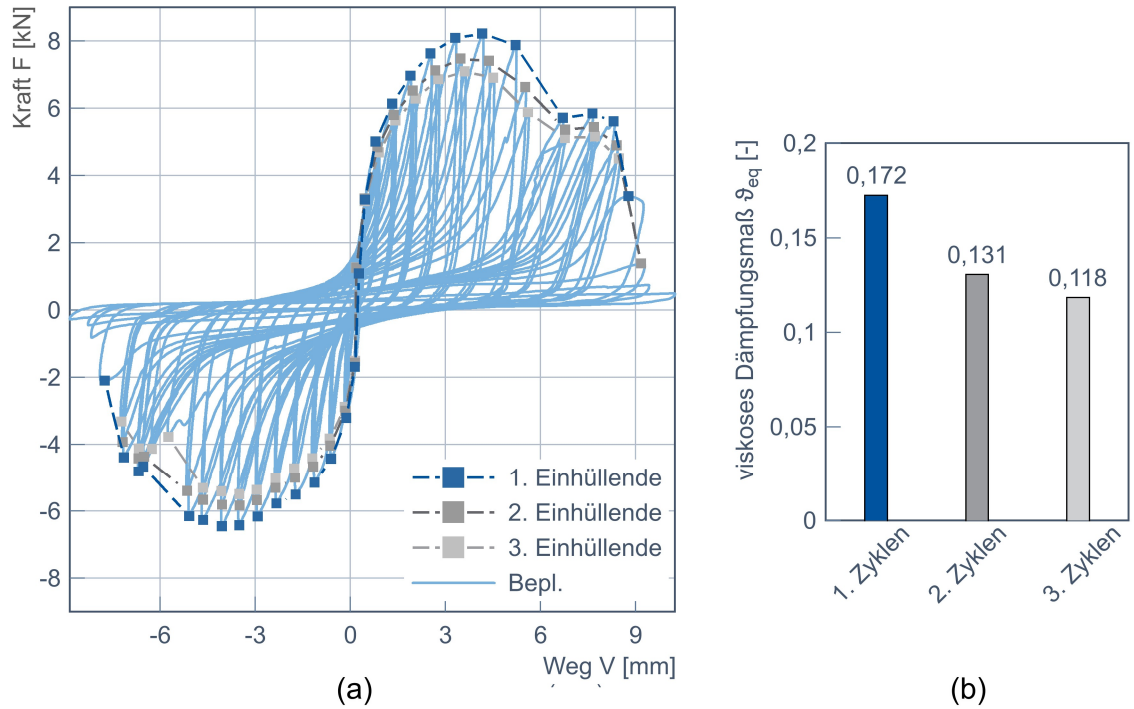
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

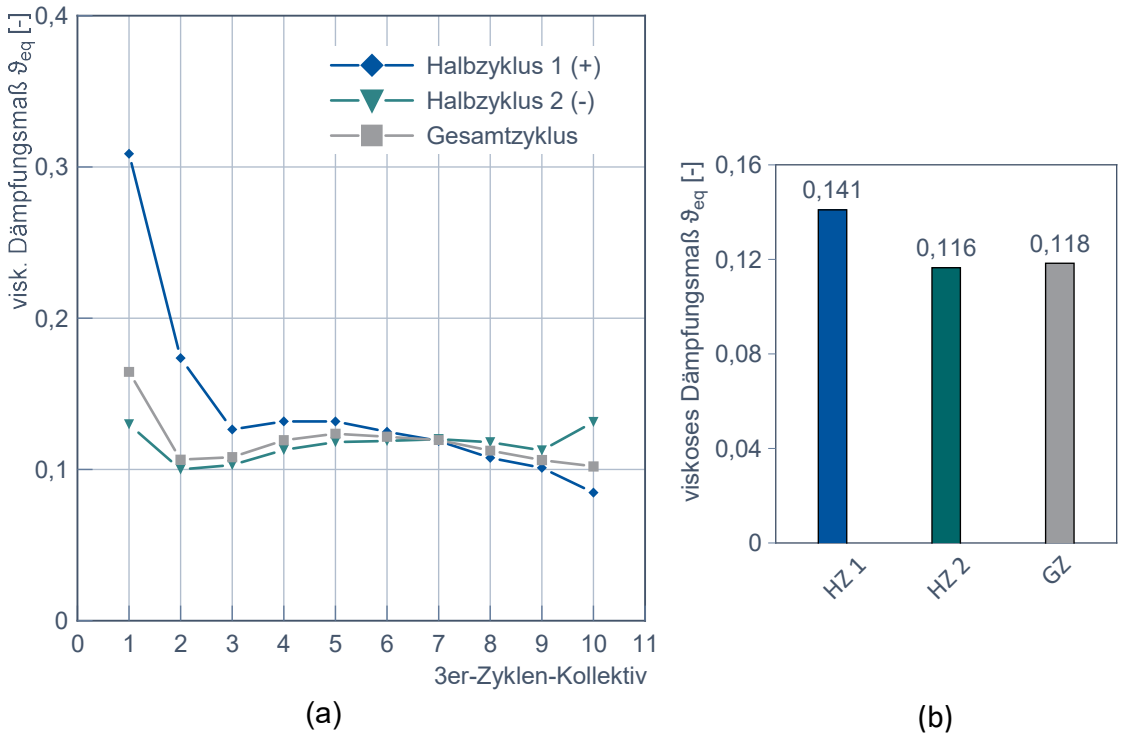
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

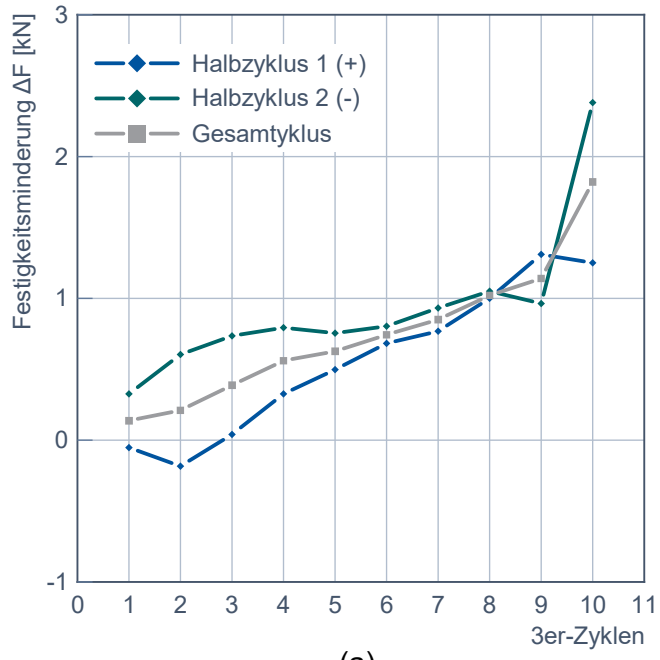
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



(a)

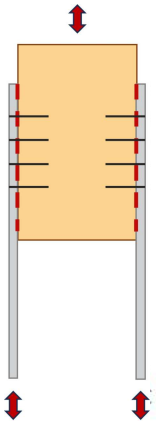
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-9,1%	10,2%	0,5%
2	-17,0%	13,6%	-1,7%
3	1,2%	14,3%	7,7%
4	6,5%	14,4%	10,4%
5	8,1%	13,1%	10,6%
6	9,8%	13,0%	11,4%
7	10,1%	14,5%	12,3%
8	12,4%	16,2%	14,3%
9	16,0%	15,3%	15,7%
10	15,8%	38,7%	27,3%
$\bar{x}$	5,4%	16,3%	10,8%

(b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 3-ST-GFB12,5-st1,80-c2

Datum:	14.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	43,0 %RH
Temperatur:	22,1 °C



Maximale Kraft:	6,36 kN (-5,46 kN)	Weg: 1,61 mm (-2,86 mm)
Max. Kraft pro VM:	0,79 kN (-0,68 kN)	V_u : 3,51 mm (-7,46 mm)
Versagen:	Durchziehen & Ermüdungsbruch	
Bemerkung:	Kleinen Spalt (ca. 1mm) zwischen Rippe und rechter Beplankung beobachtet;	

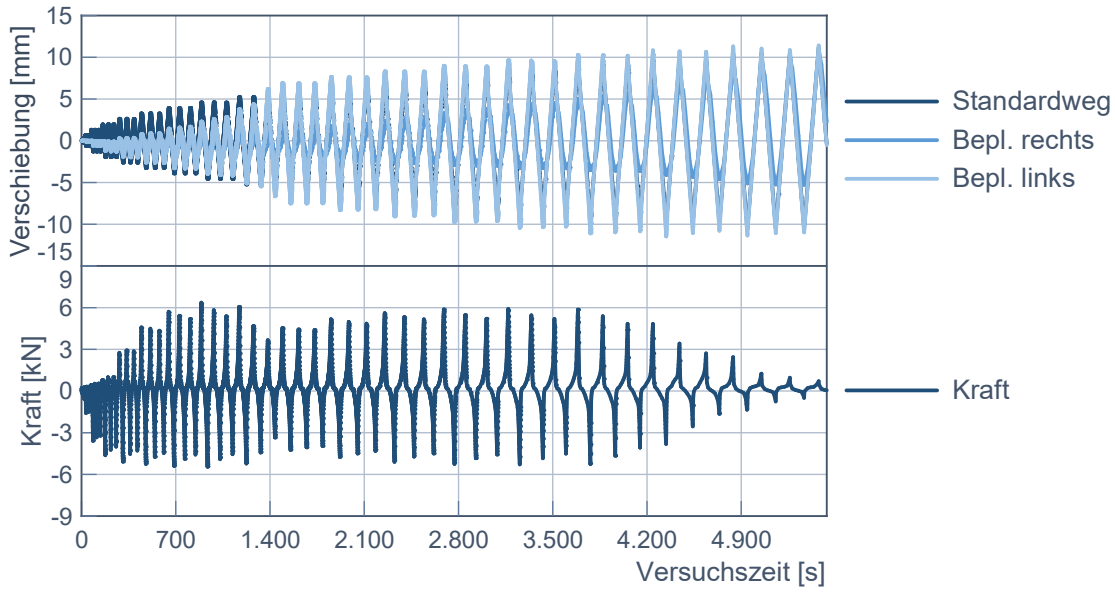
Versagensmodus



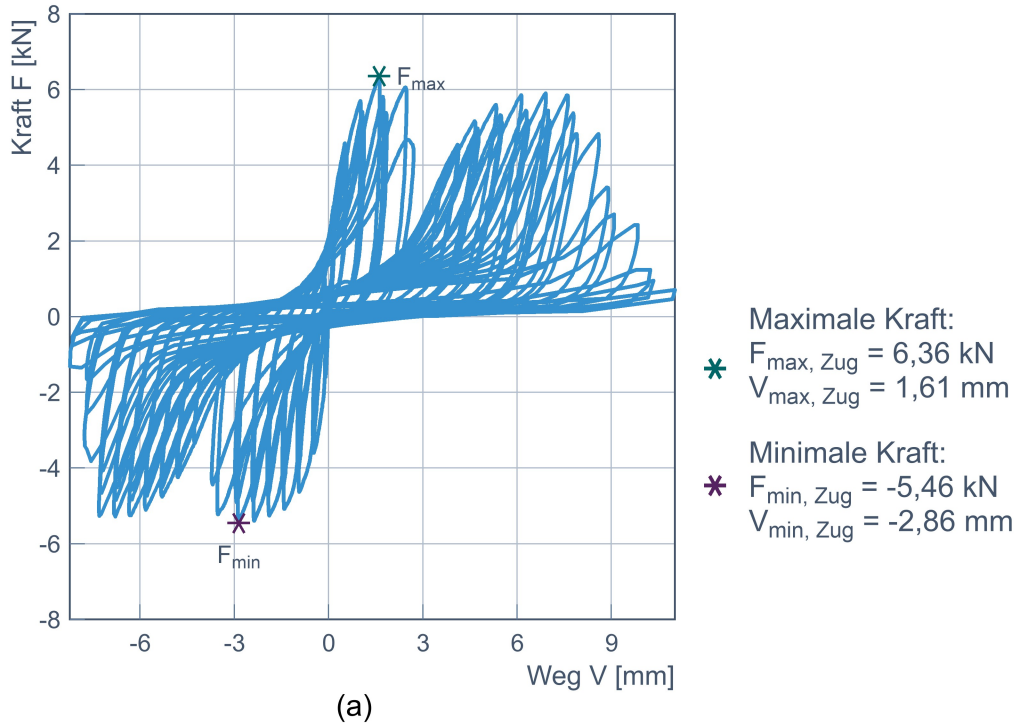
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



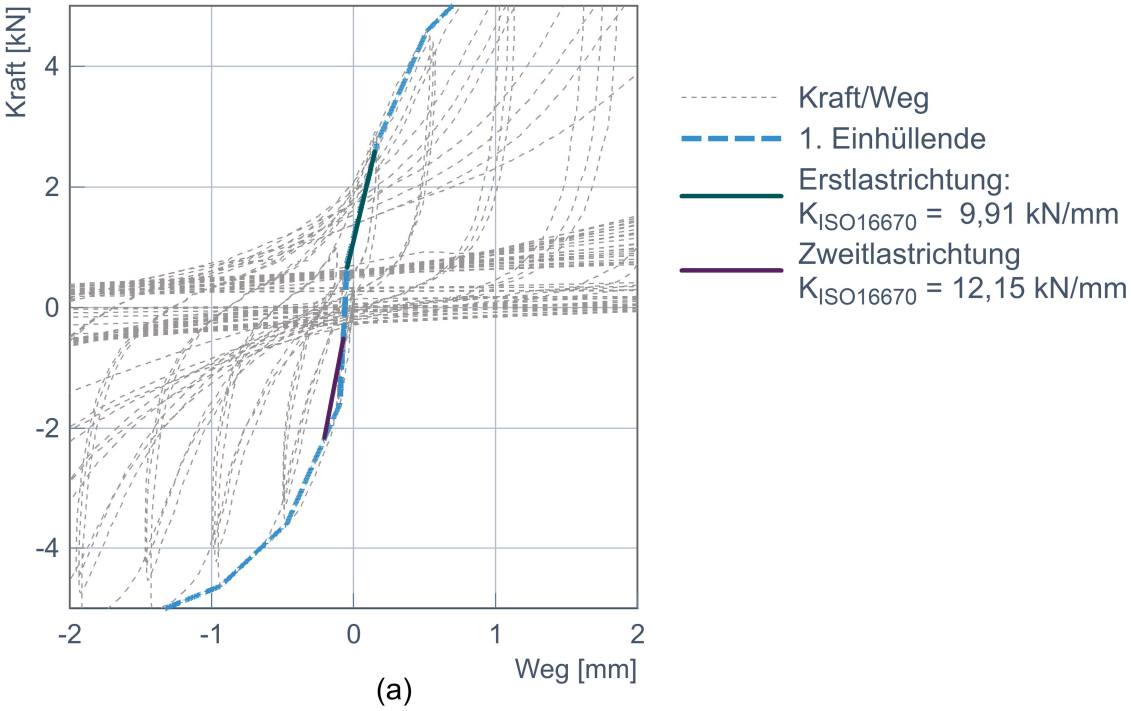
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

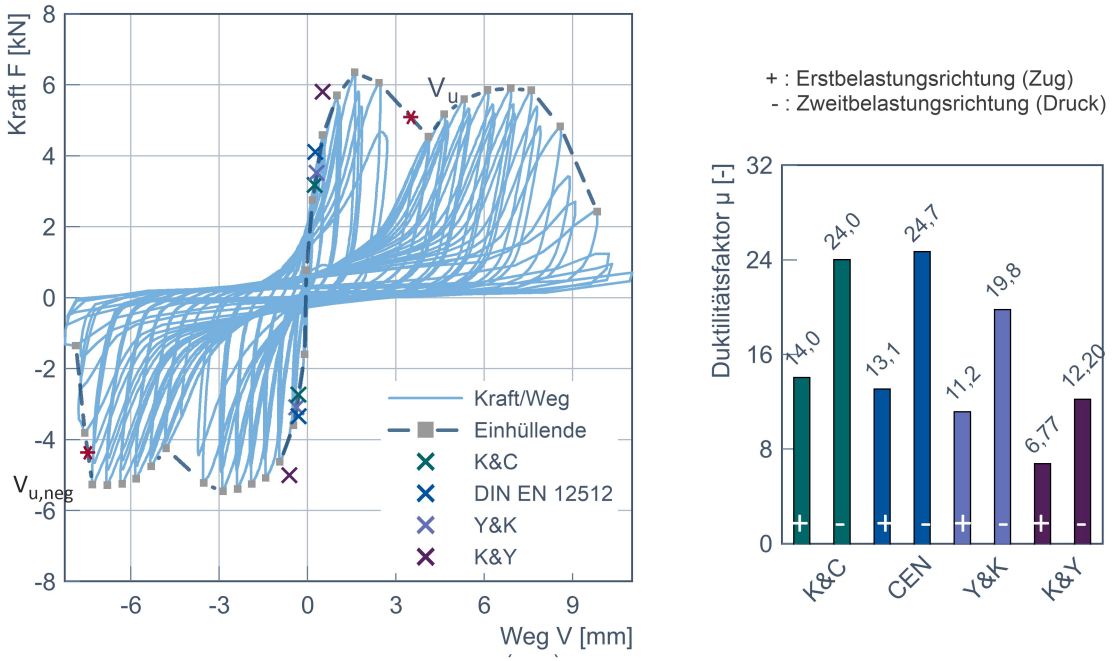
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

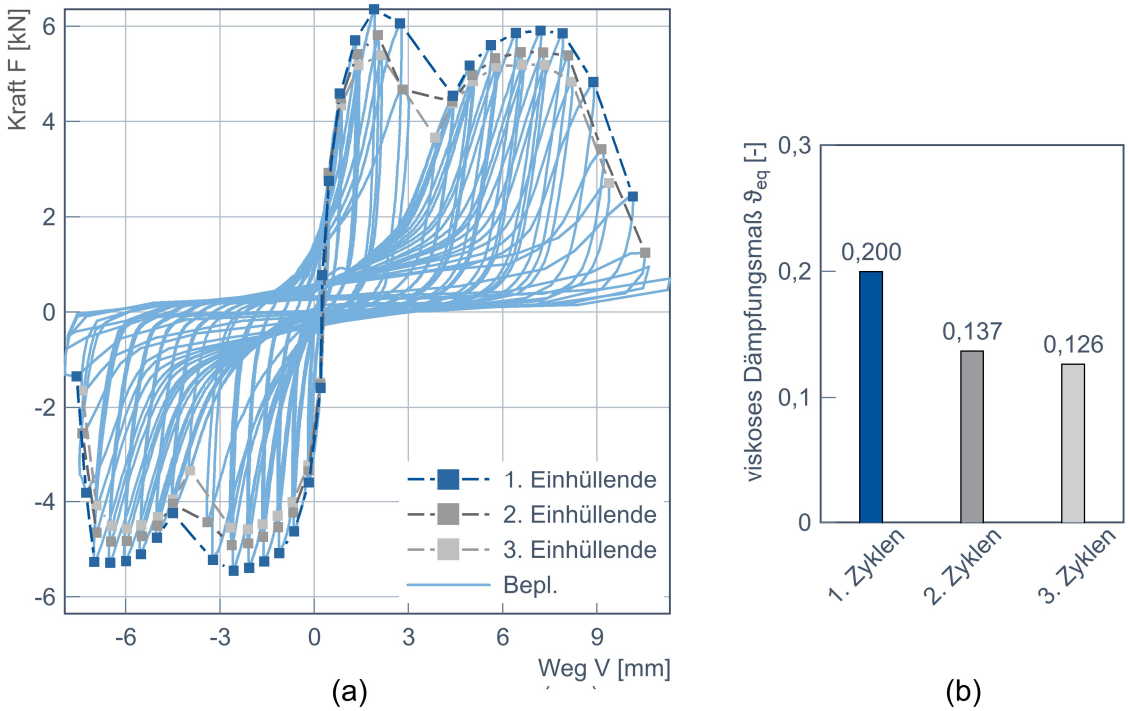
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

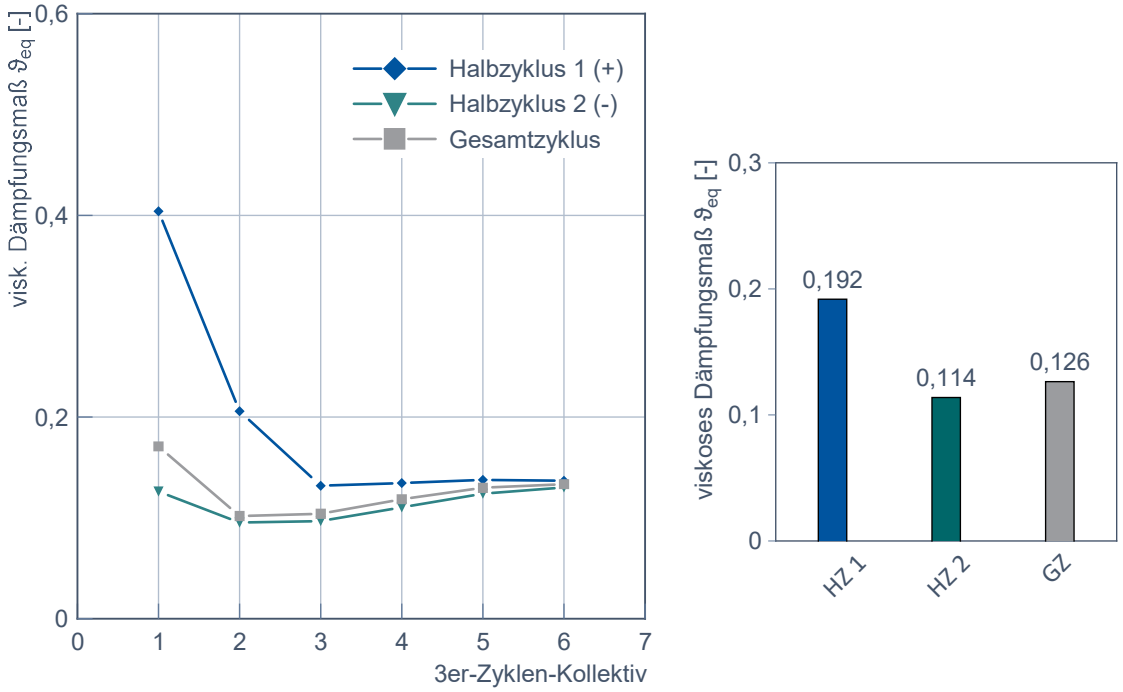
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

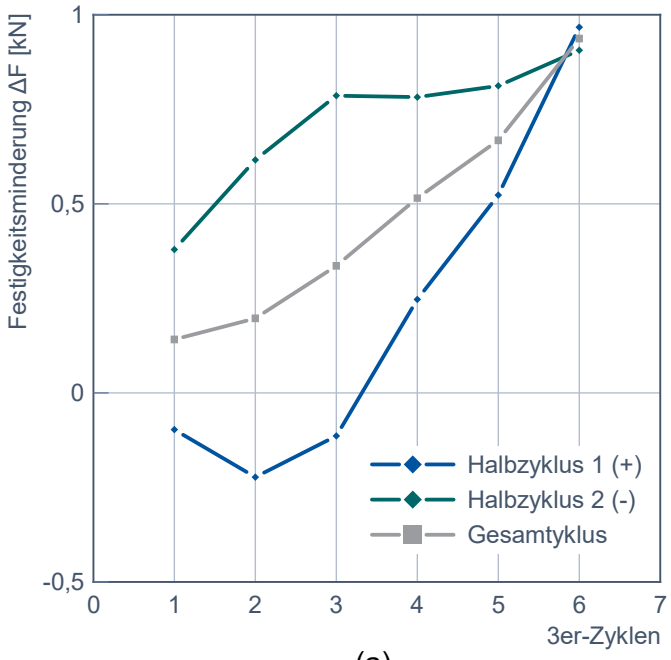
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



(a)

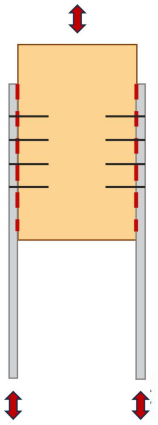
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-22,5%	10,5%	-6,0%
2	-28,8%	13,3%	-7,8%
3	-4,2%	15,5%	5,7%
4	5,4%	14,9%	10,1%
5	9,2%	15,0%	12,1%
6	15,2%	16,6%	15,9%
$\bar{x}$	-4,3%	14,3%	5,0%

(b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 3-ST-GFB12,5-st1,80-c3

Datum:	14.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	44,0 %RH
Temperatur:	22,5 °C



Maximale Kraft:	8,78 kN (-5,76 kN)	Weg: 3,65 mm (-4,35 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,10 kN (-0,72 kN)	V_u : 5,44 mm (-6,37 mm)
Versagen:	Durchziehen der Klammerrücken durch Beplankung, vereinzelnt Ermüdungsbruch	
Bemerkung:	-	

Versagensmodus

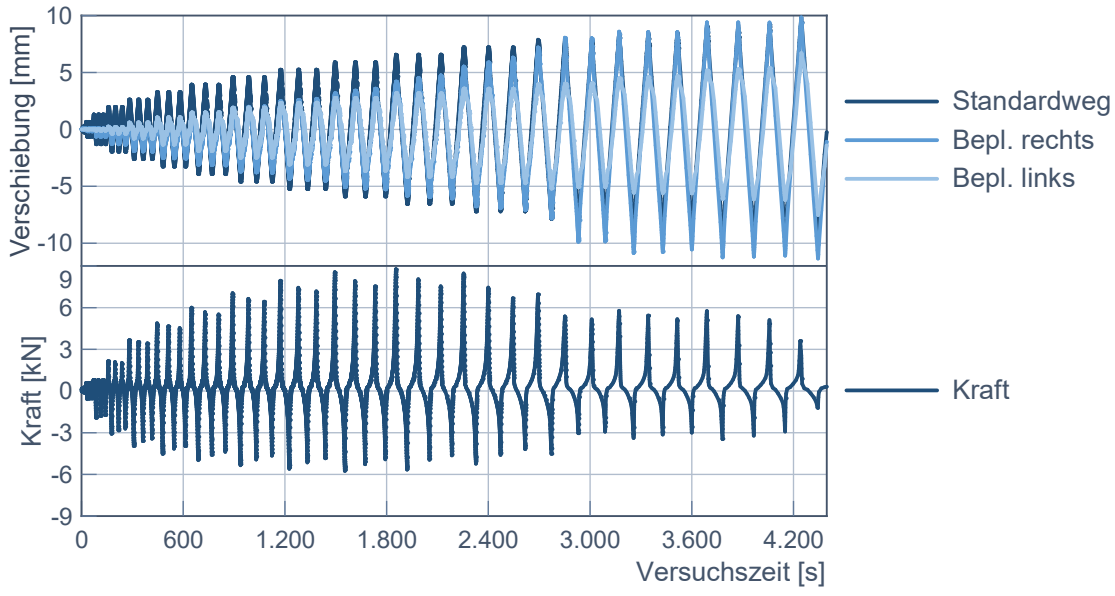


a) in Globalansicht nach Prüfende

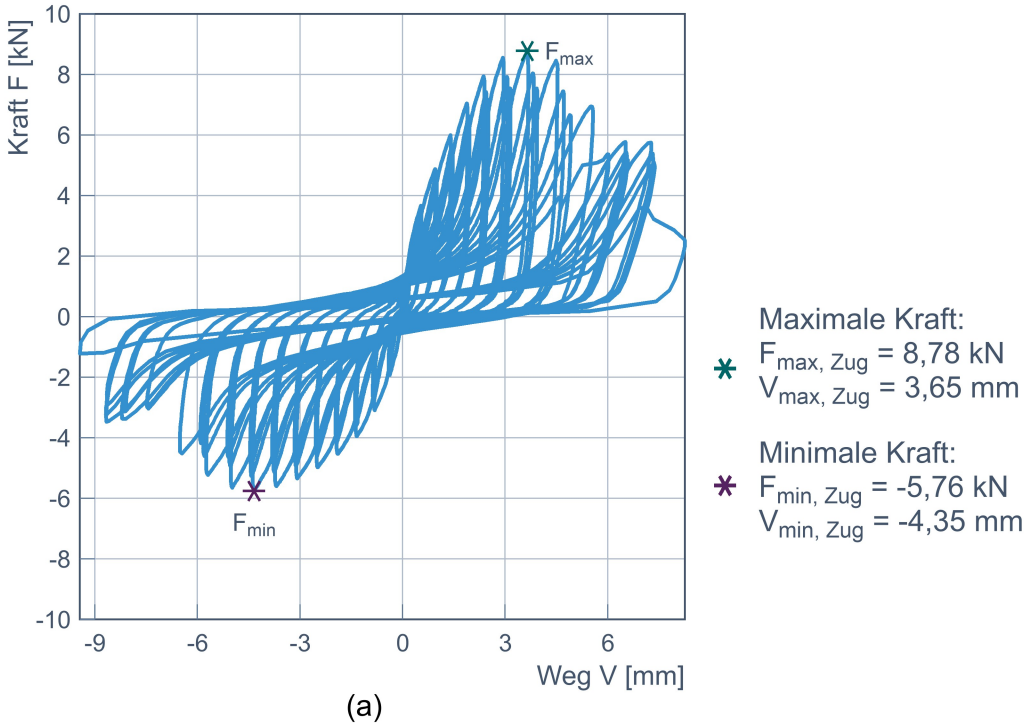


b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



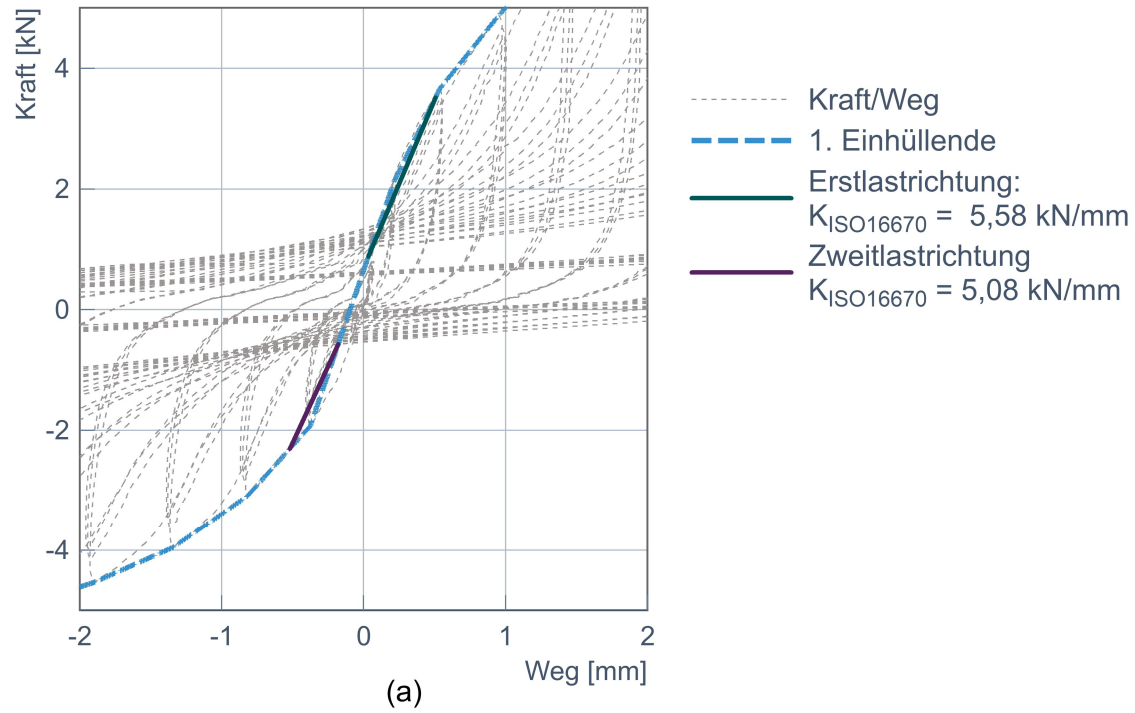
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

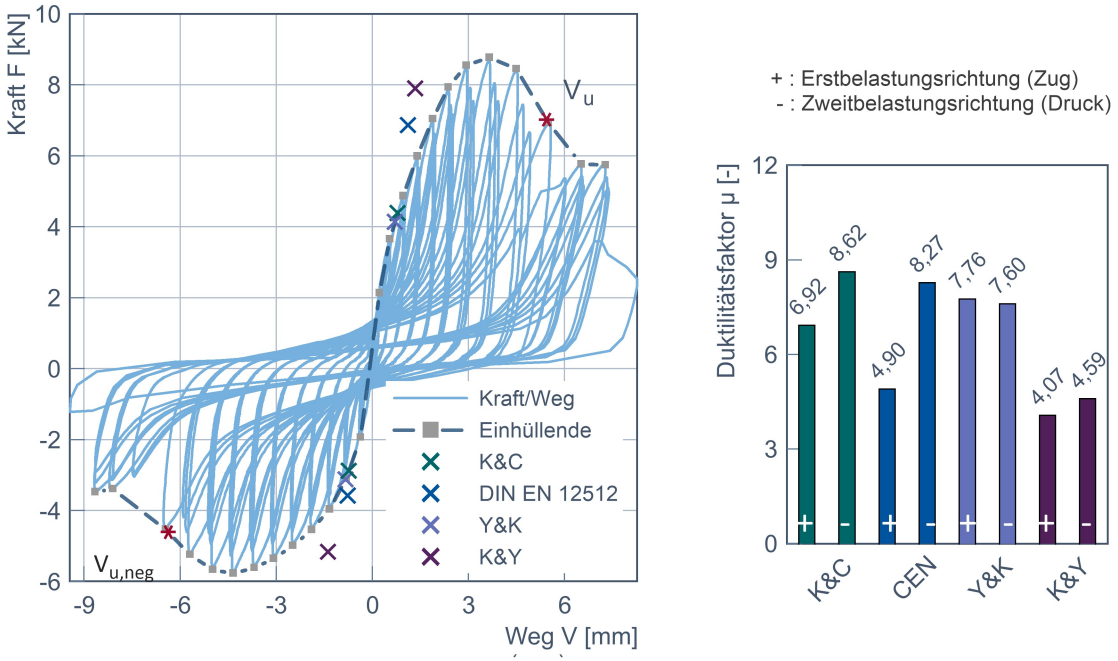
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

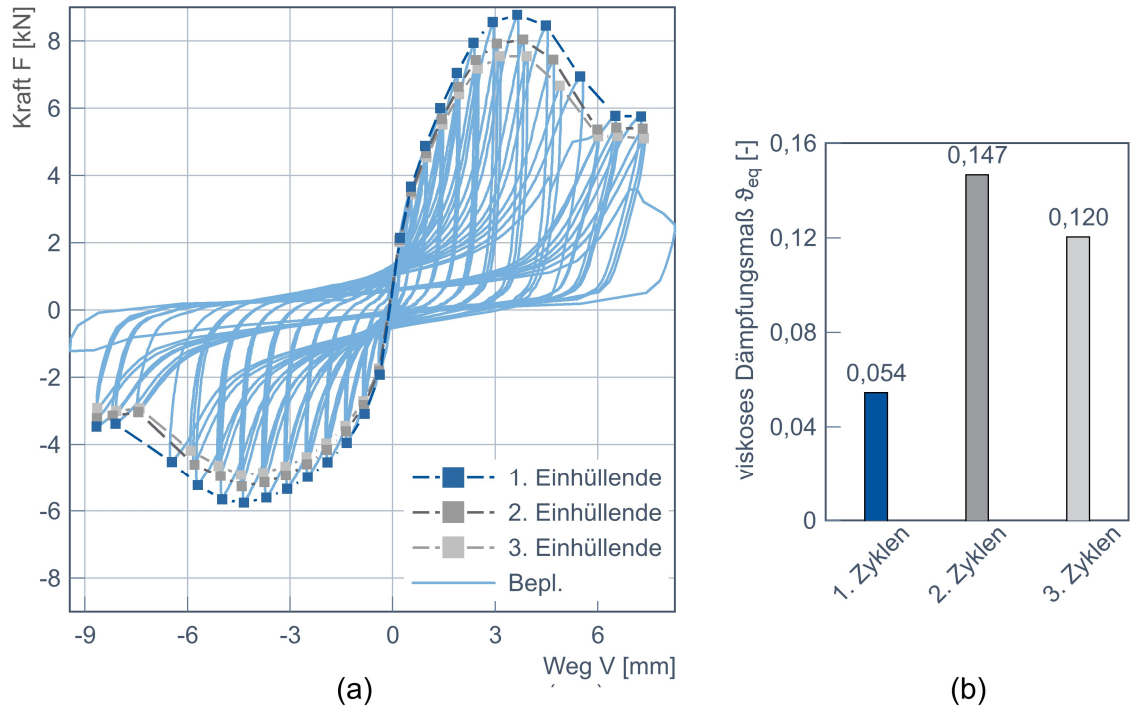
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

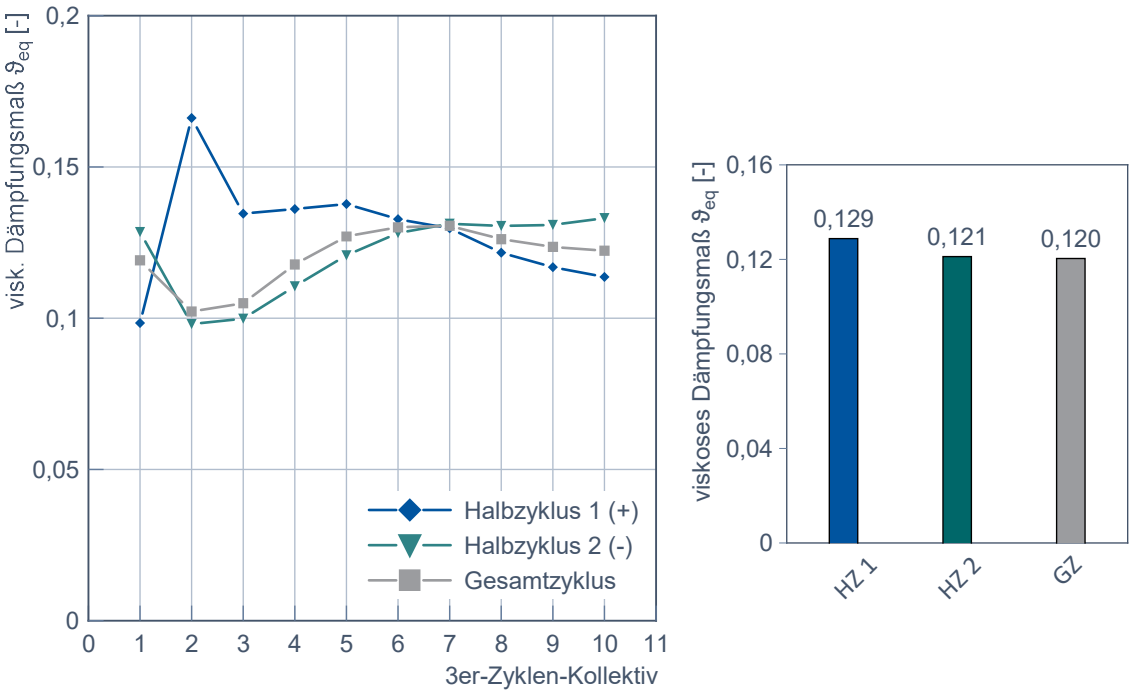
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

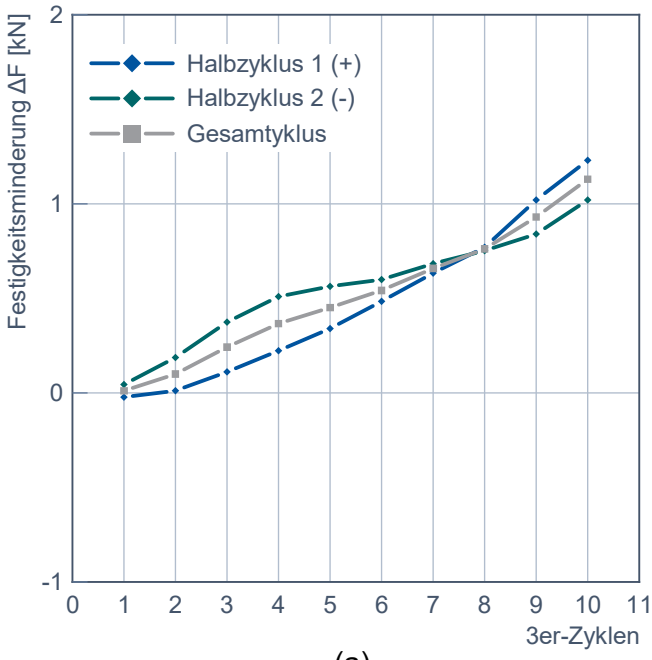
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung

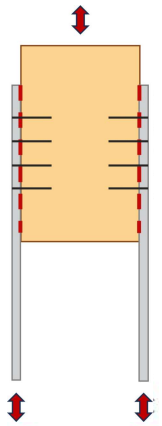


Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-4,0%	7,5%	1,7%
2	1,4%	9,7%	5,5%
3	5,2%	12,1%	8,7%
4	6,1%	12,9%	9,5%
5	7,0%	12,4%	9,7%
6	8,1%	12,0%	10,0%
7	9,0%	12,8%	10,9%
8	9,7%	13,4%	11,6%
9	11,9%	14,6%	13,3%
10	14,1%	18,0%	16,0%
$\bar{x}$	6,8%	12,5%	9,7%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 4-ST-GFB18-st1,80-c1



Datum:	15.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	45,0 %RH
Temperatur:	22,1 °C

Maximale Kraft:	14,16 kN (-10,87 kN)	Weg: 3,09 mm (-6,07 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,77 kN (-1,36 kN)	V_u : 7,27 mm (-9,45 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	Rechte Beplankung noch gelockert an Rippe befestigt	

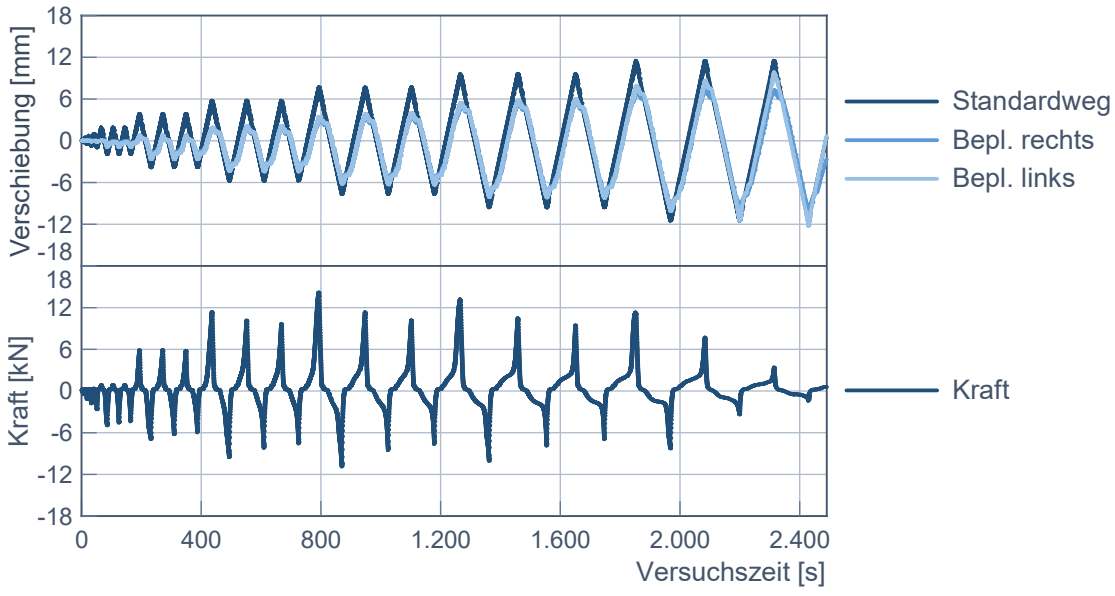
Versagensmodus



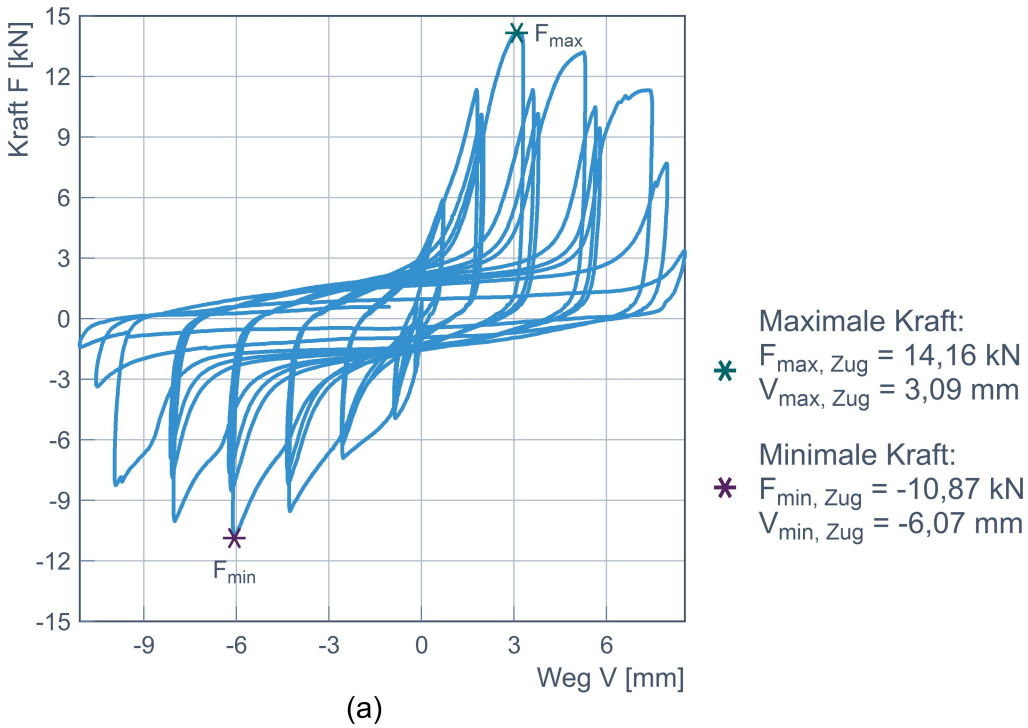
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



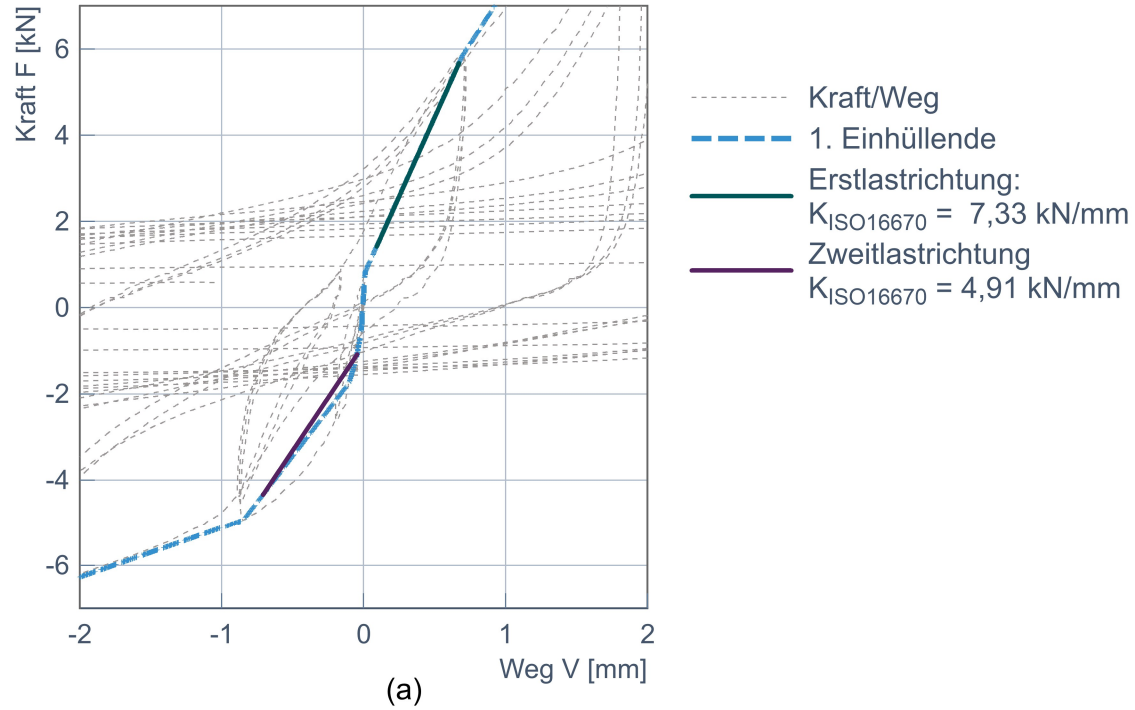
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

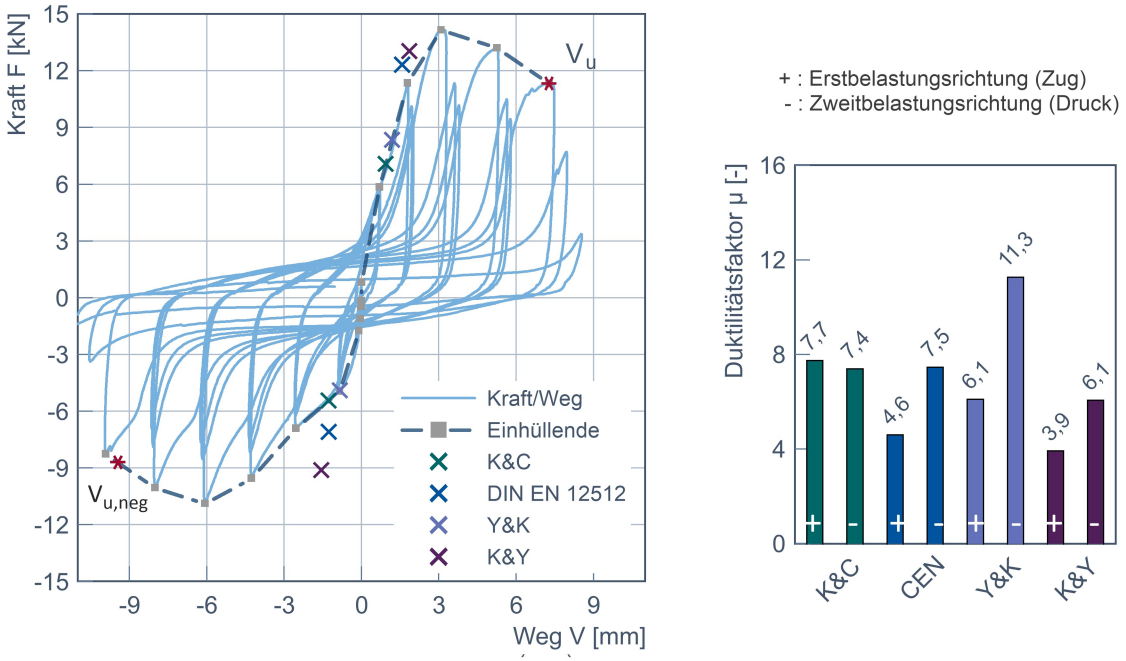
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

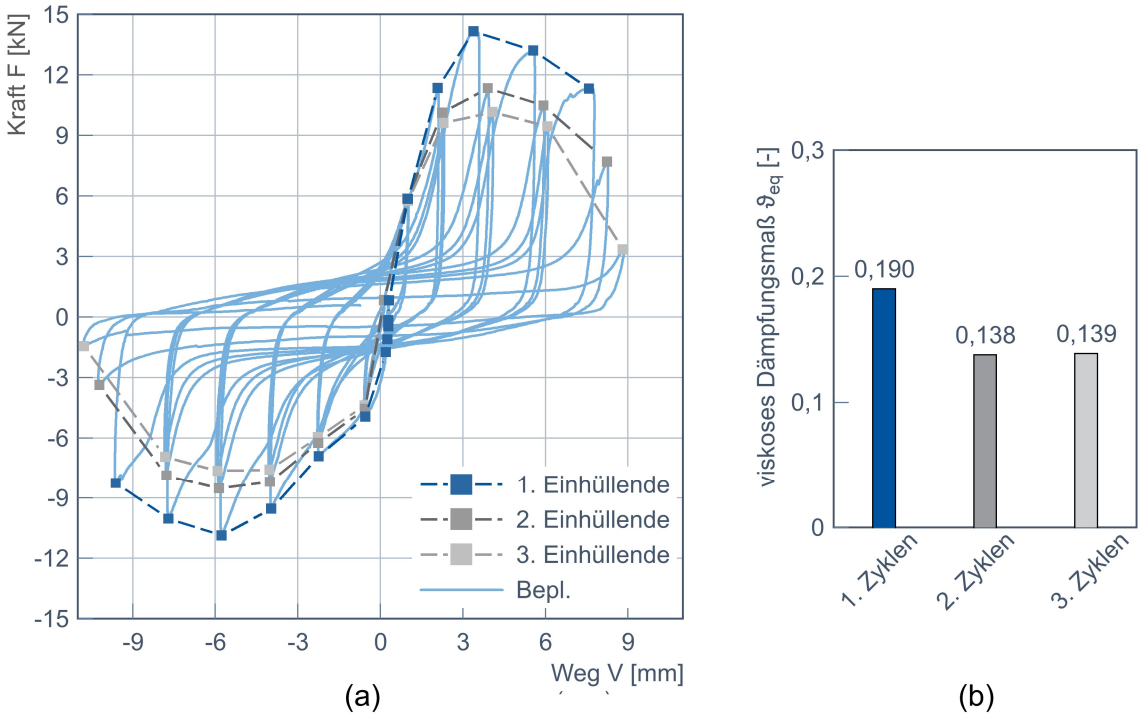
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

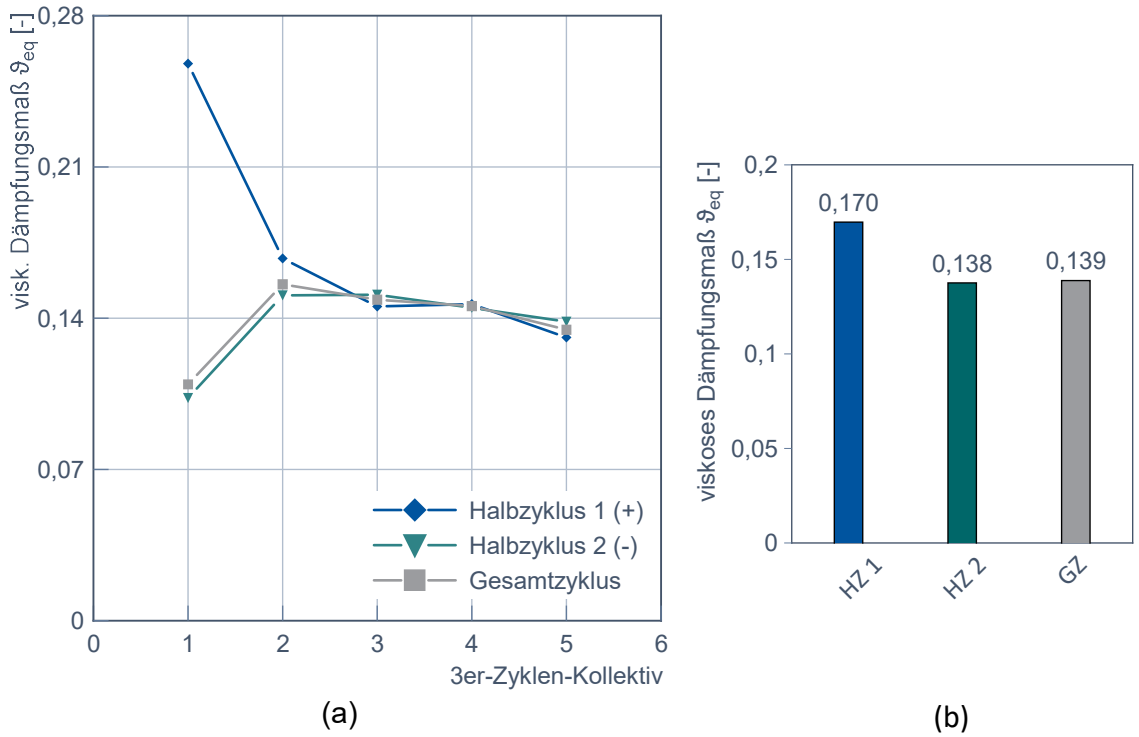
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

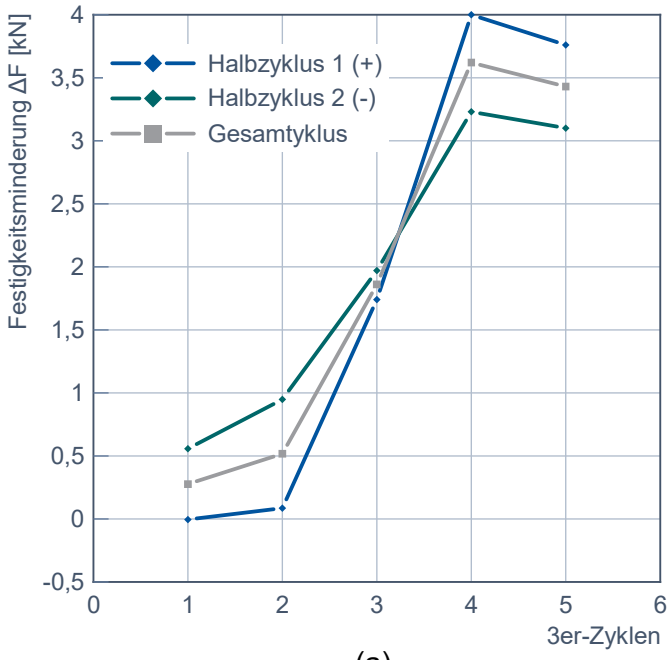
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung

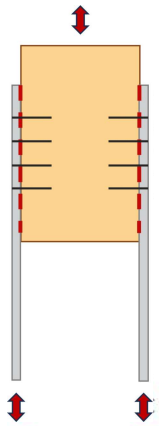


Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-0,7%	11,3%	5,3%
2	1,5%	13,7%	7,6%
3	15,3%	20,7%	18,0%
4	28,2%	29,7%	29,0%
5	28,5%	30,9%	29,7%
x̄	14,6%	21,3%	17,9%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

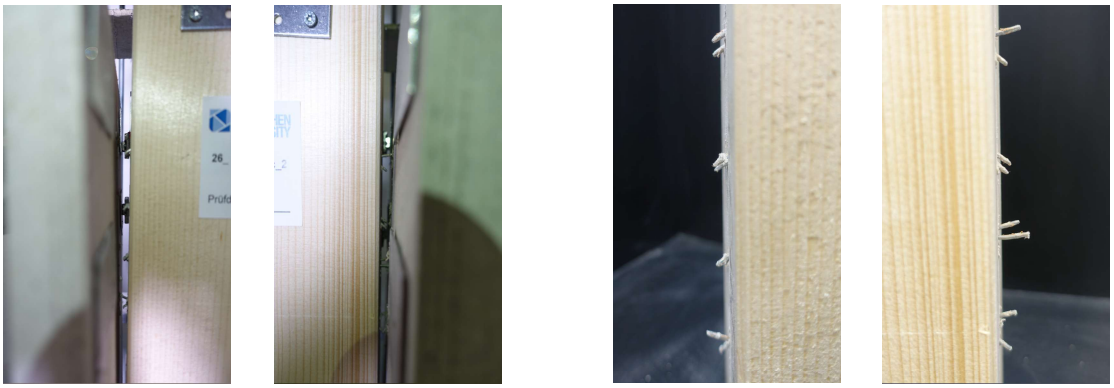
Versuch: 4-ST-GFB18-st1,80-c2



Datum:	15.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	44,0 %RH
Temperatur:	22,4 °C

Maximale Kraft:	12,95 kN (-9,44 kN)	Weg: 3,42 mm (-5,60 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,62 kN (-1,18 kN)	V_u : 8,04 mm (-9,96 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	-	

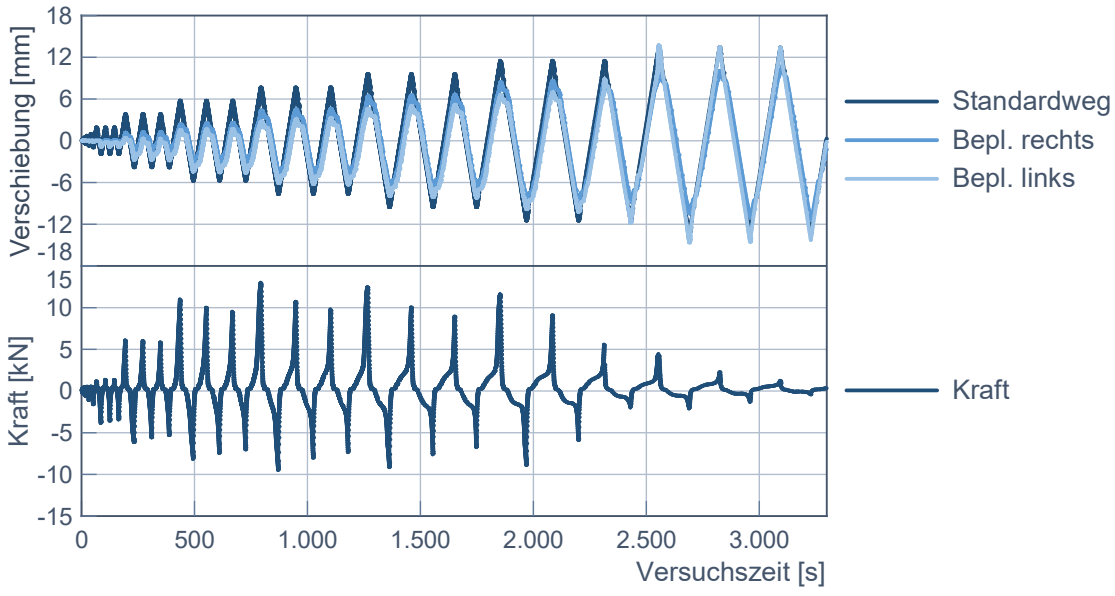
Versagensmodus



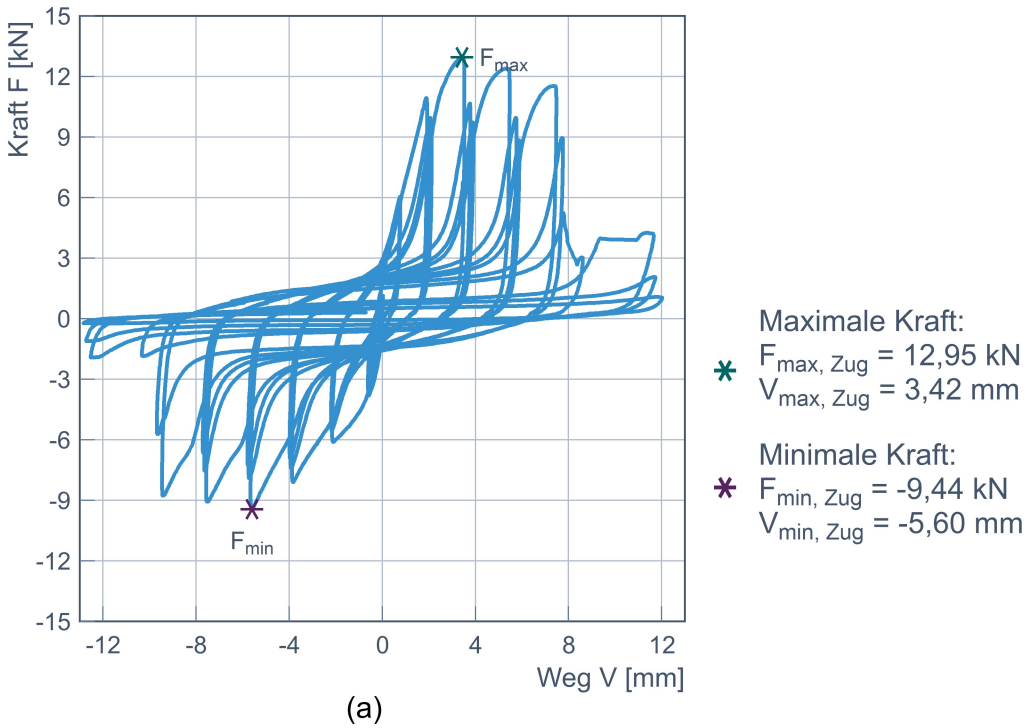
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



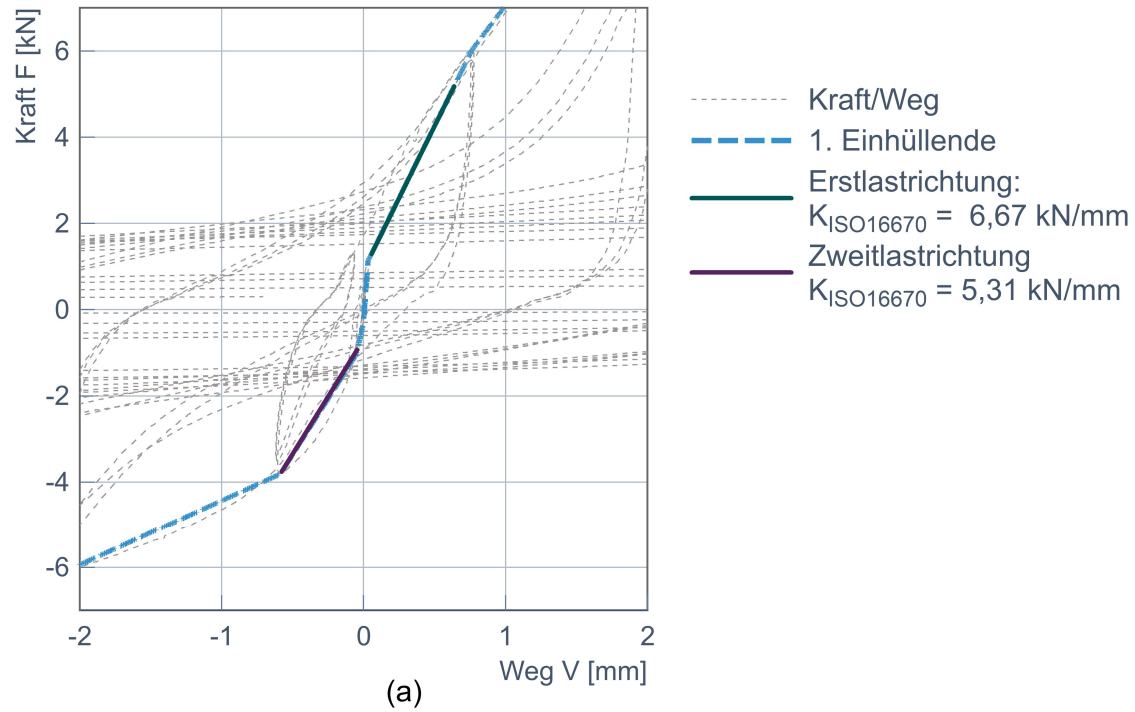
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

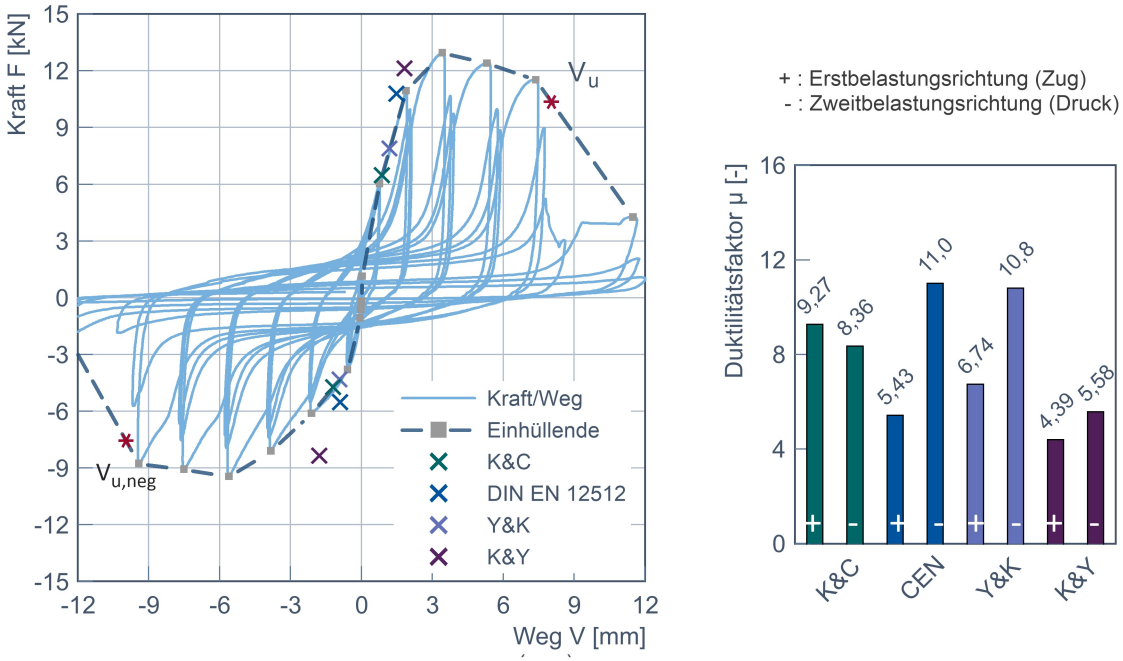
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

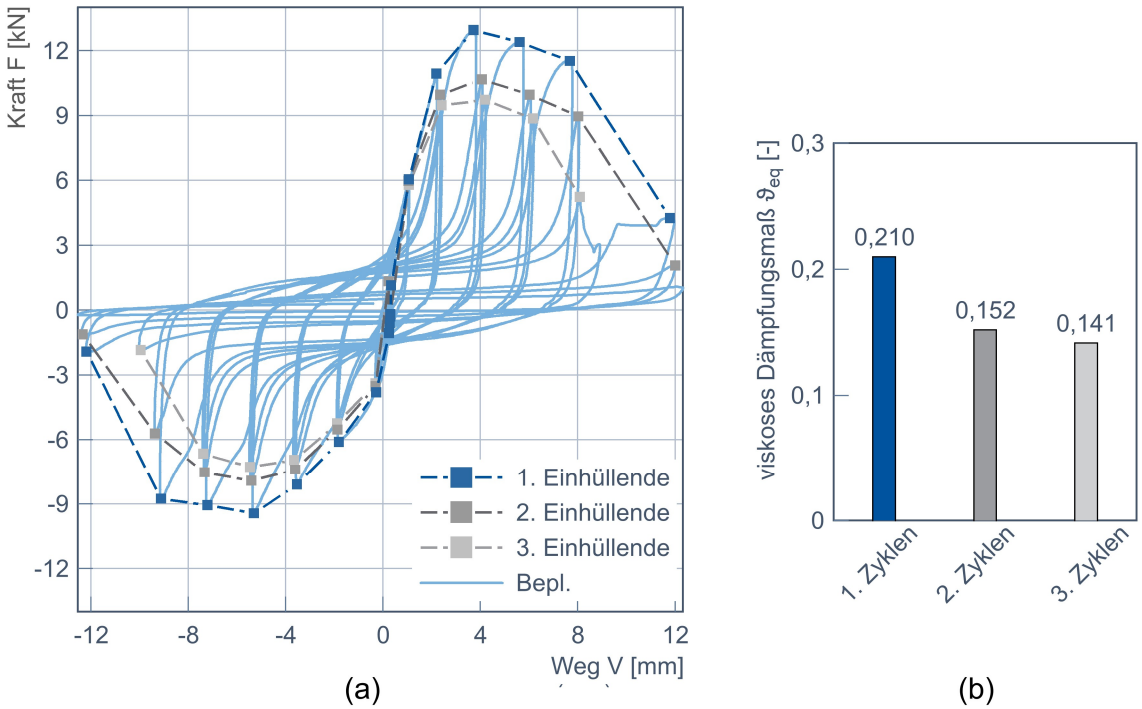
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

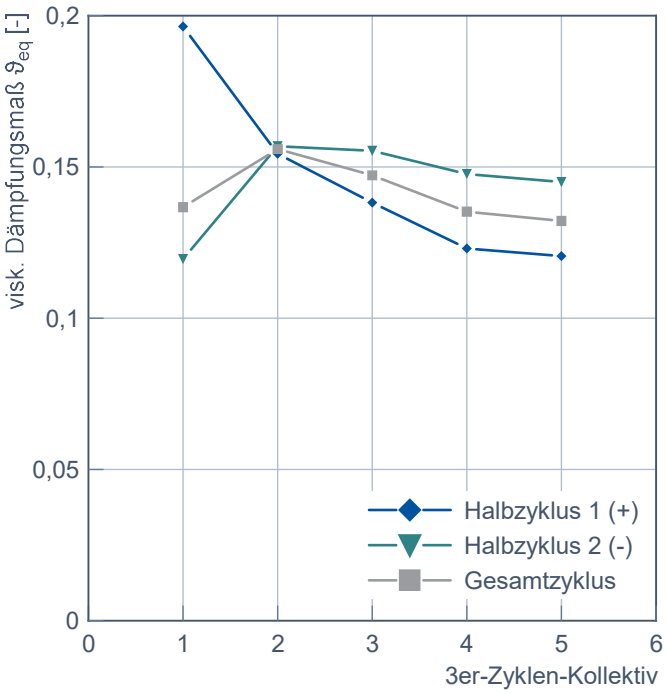
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß

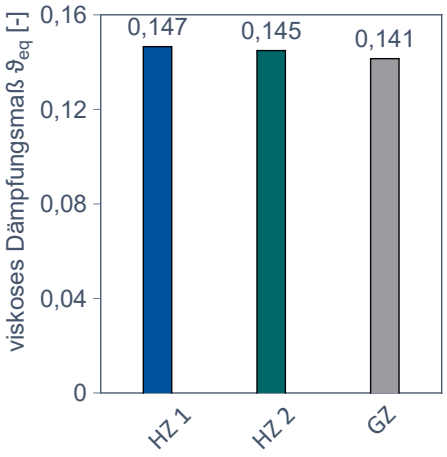


(a) (b)

(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



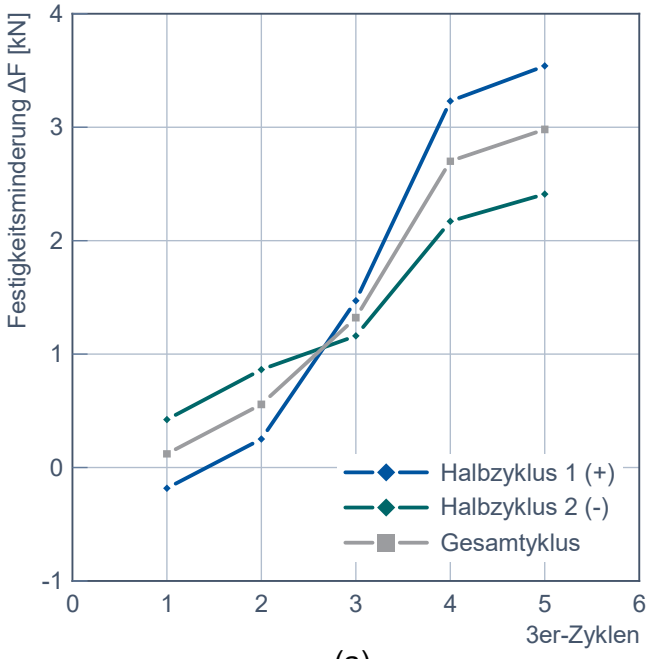
(a)



(b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



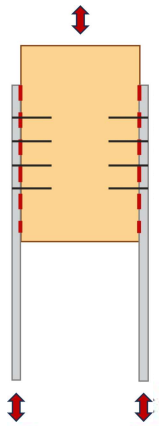
(a)

Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-16,0%	11,1%	-2,5%
2	4,1%	14,1%	9,1%
3	13,5%	14,3%	13,9%
4	24,9%	23,0%	23,9%
5	28,6%	26,6%	27,6%
$\bar{x}$	11,0%	17,8%	14,4%

(b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 4-ST-GFB18-st1,80-c3



Datum:	15.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	ohne Bekleidung
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	44,0 %RH
Temperatur:	22,5 °C

Maximale Kraft:	12,86 kN (-11,33 kN)	Weg: 3,23 mm (-5,87 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,61 kN (-1,42 kN)	V_u : 7,69 mm (-9,93 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	-	

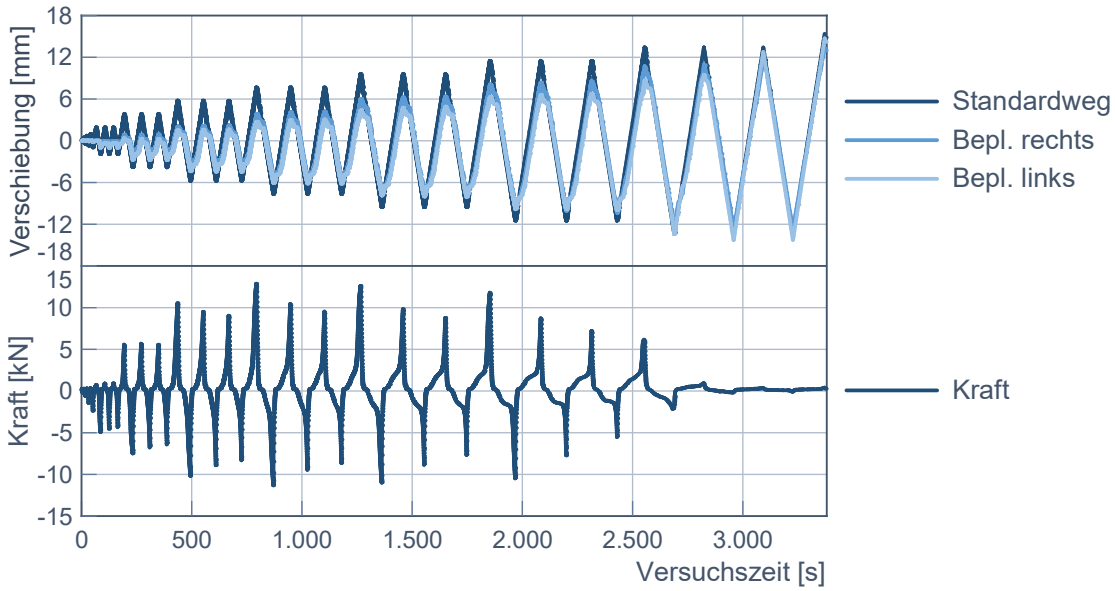
Versagensmodus



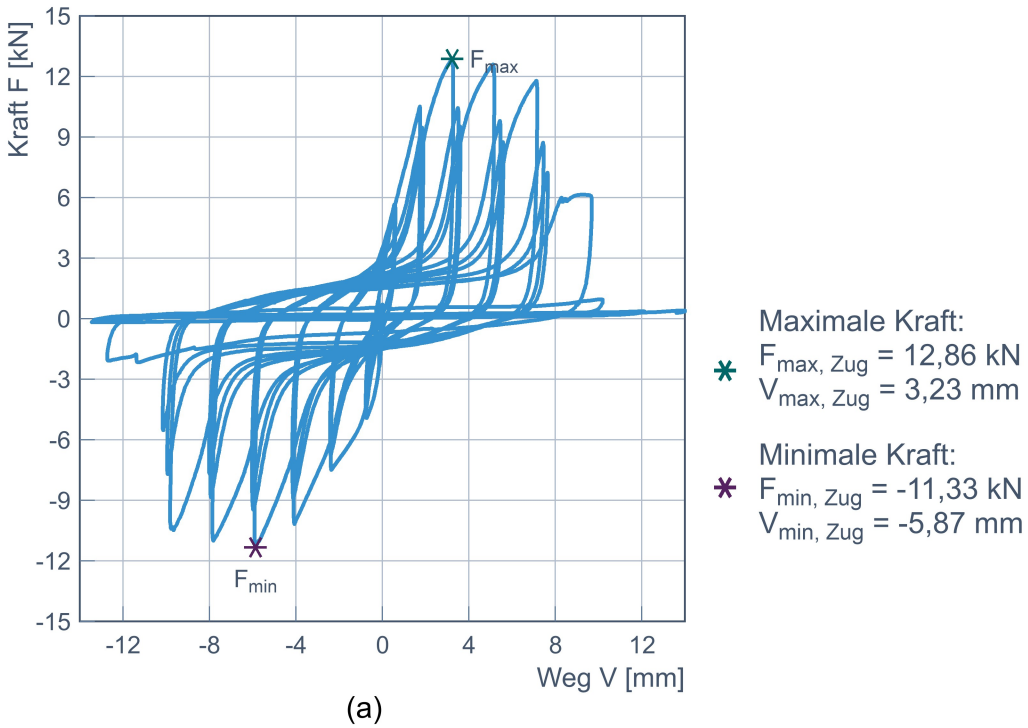
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



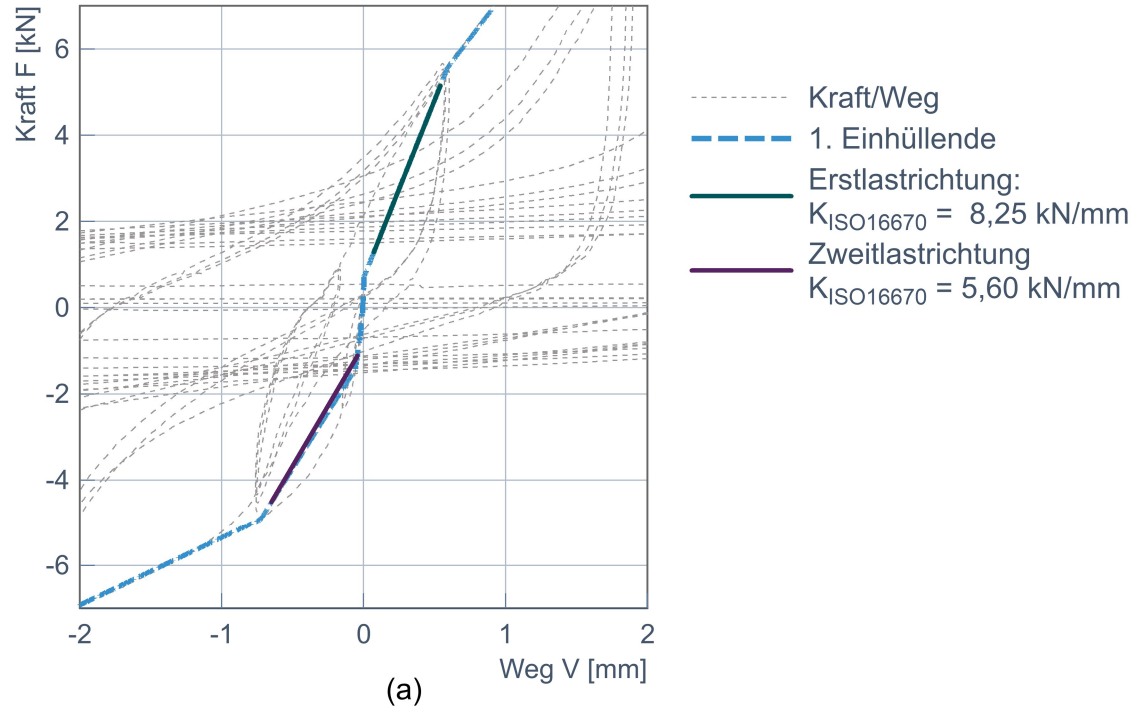
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

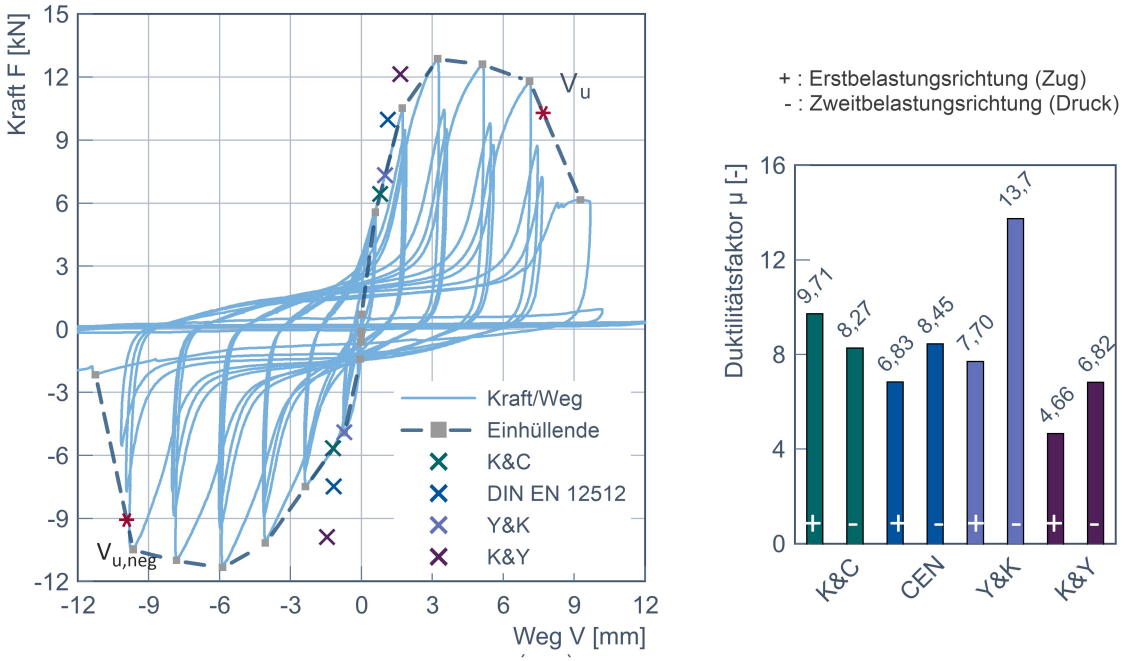
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

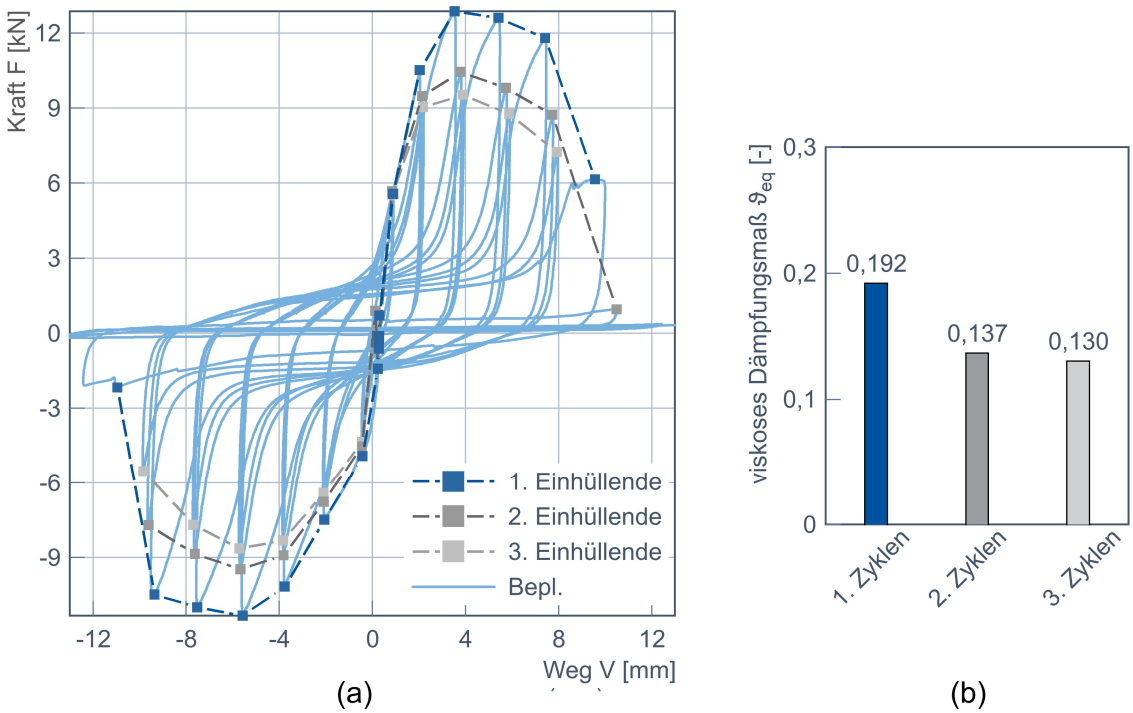
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

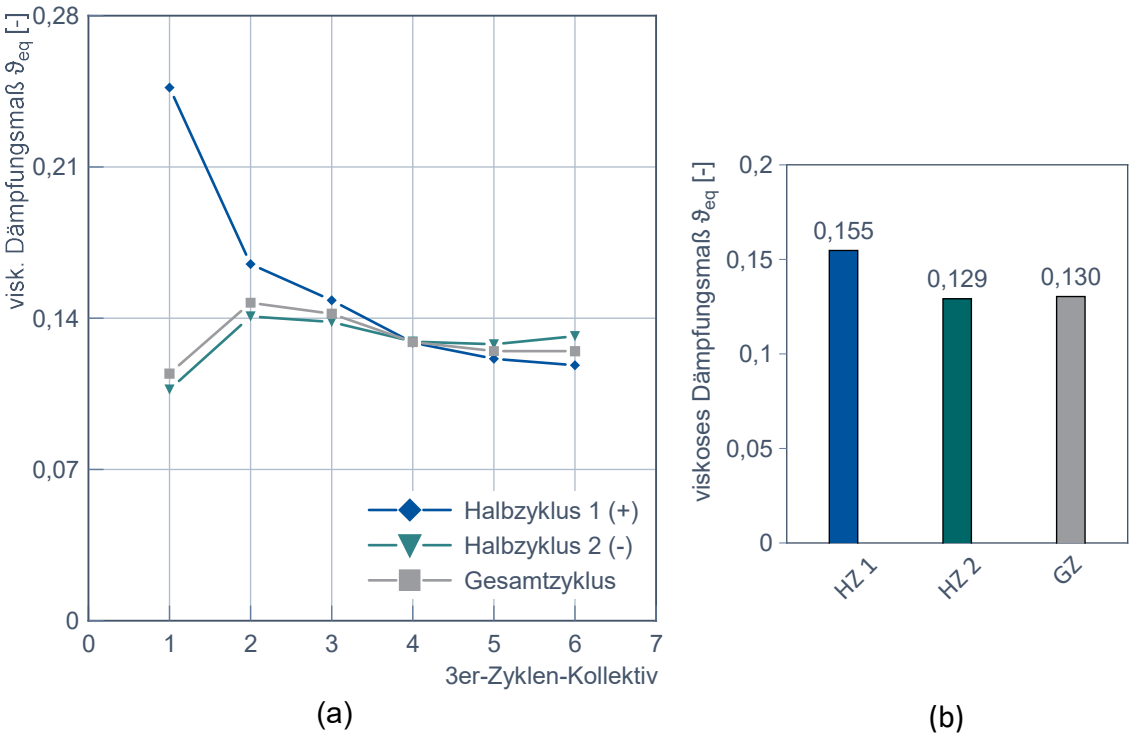
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

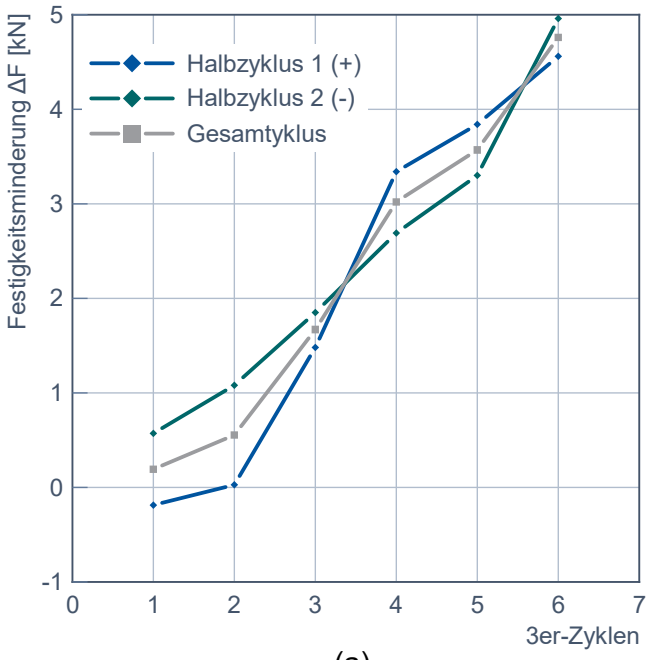
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



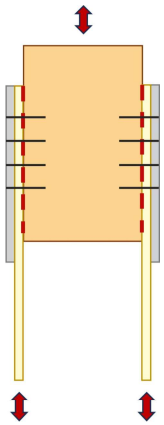
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-26,6%	11,6%	-7,5%
2	0,5%	14,4%	7,4%
3	14,0%	18,2%	16,1%
4	25,9%	23,7%	24,8%
5	30,4%	30,0%	30,2%
6	38,6%	47,3%	43,0%
$\bar{x}$	13,8%	24,2%	19,0%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

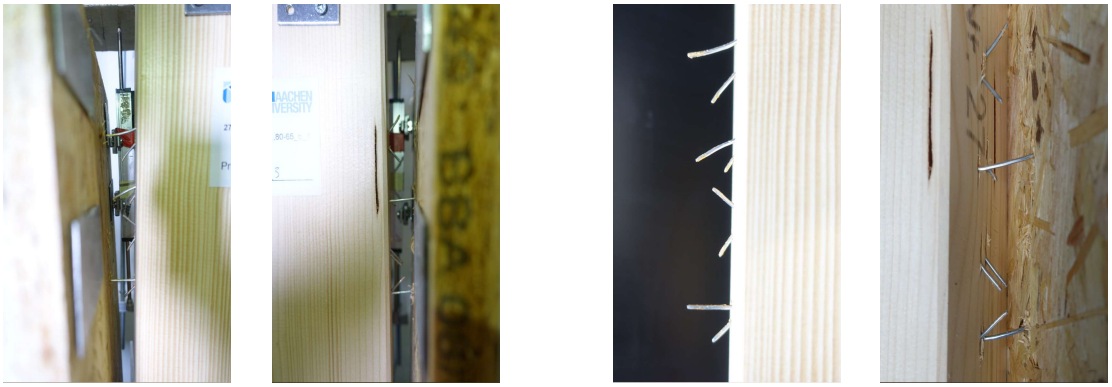
Versuch: 5-ST-OSB15-GFB12,5-st1,80-c1

Datum:	17.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	41,0 %RH
Temperatur:	22,0 °C



Maximale Kraft:	8,96 kN (-8,40 kN)	Weg: 5,82 mm (-9,26 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,12 kN (-1,05 kN)	V_u : 13,79 mm (-17,43 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	-	

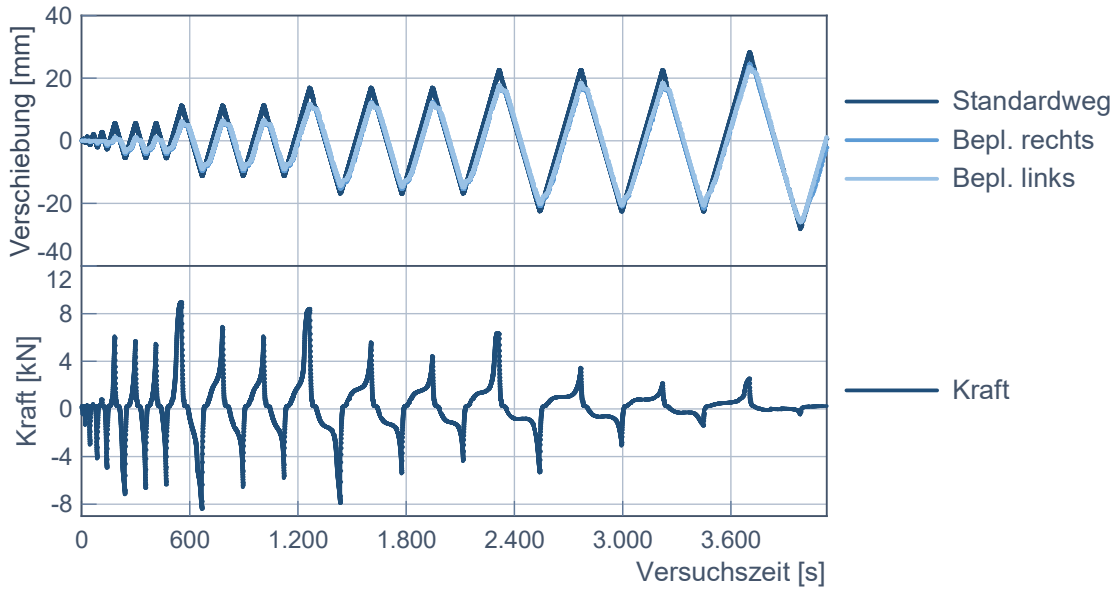
Versagensmodus



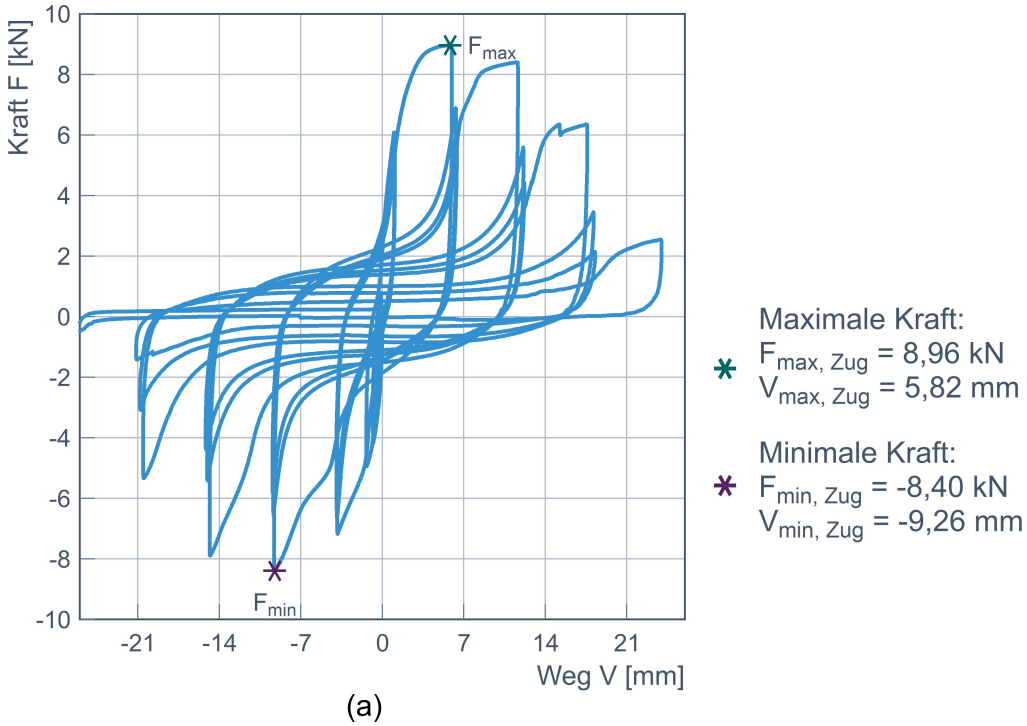
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



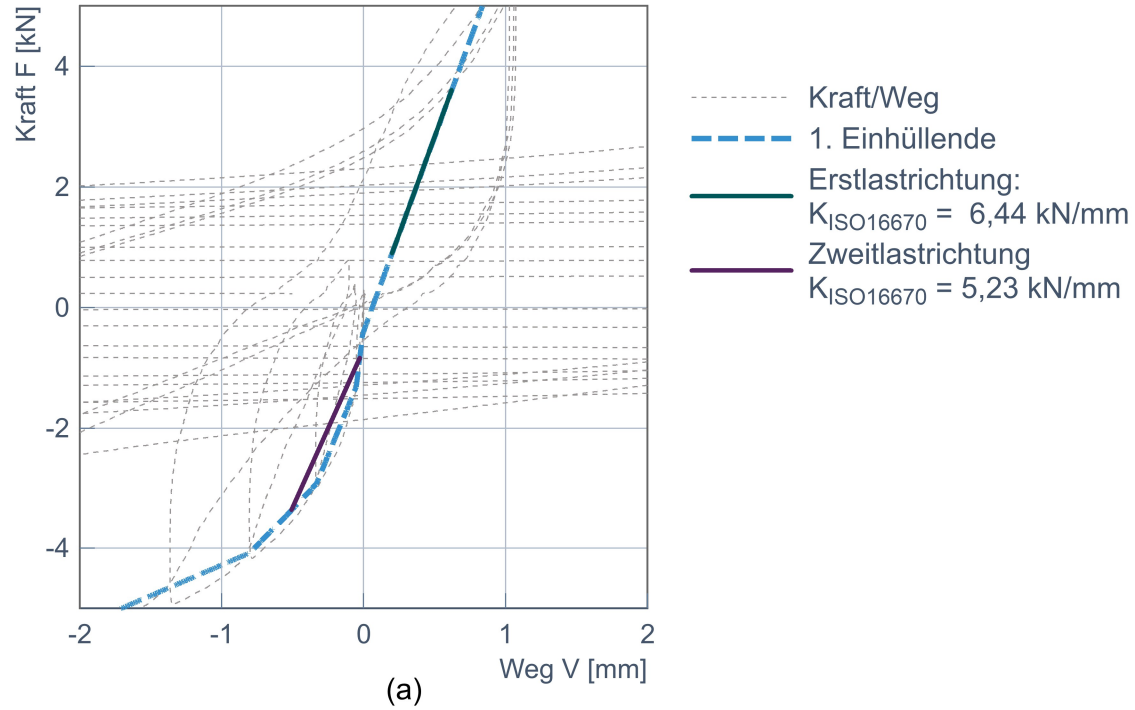
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

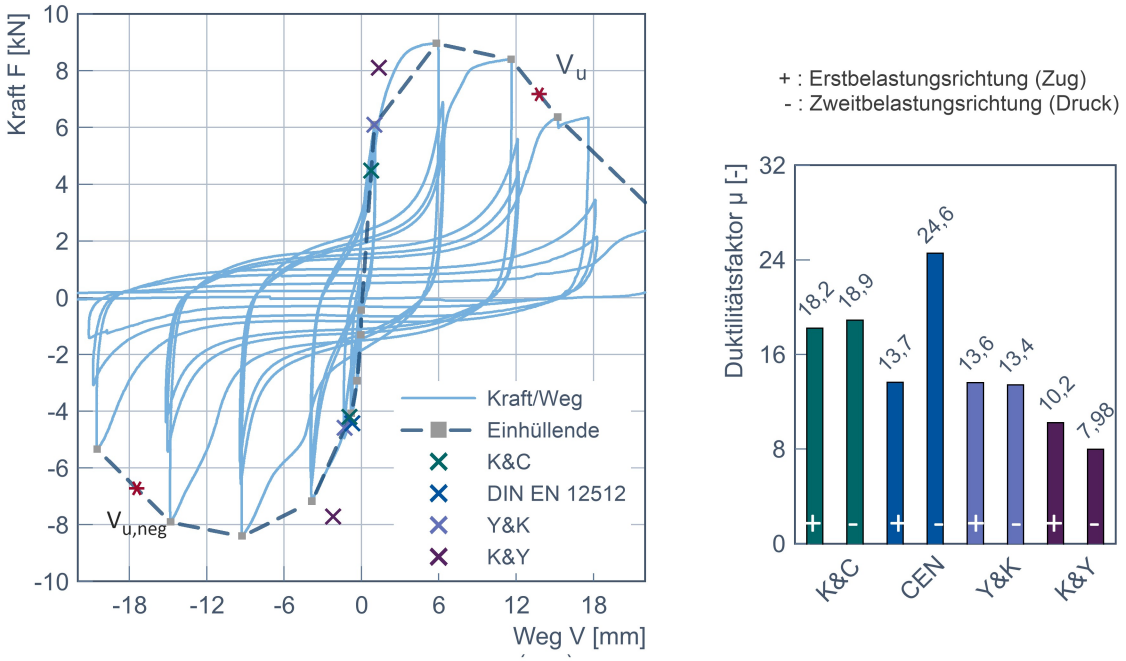
Anfangssteifigkeit



(a)

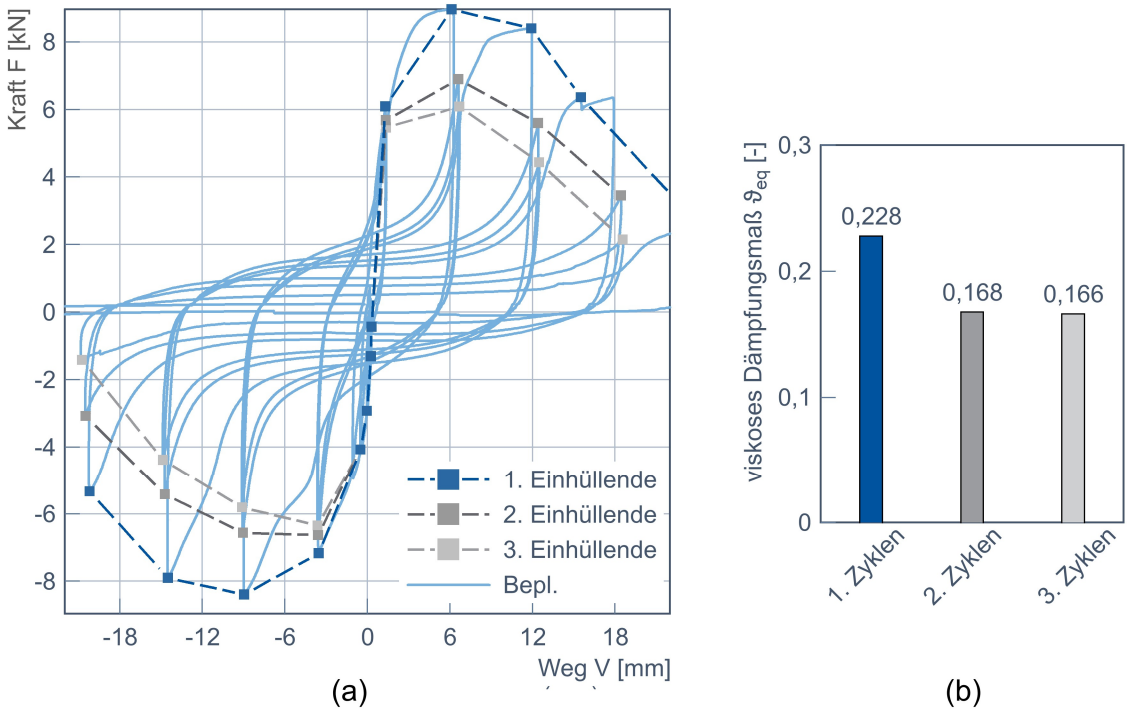
(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

Fließverformung & Duktilität

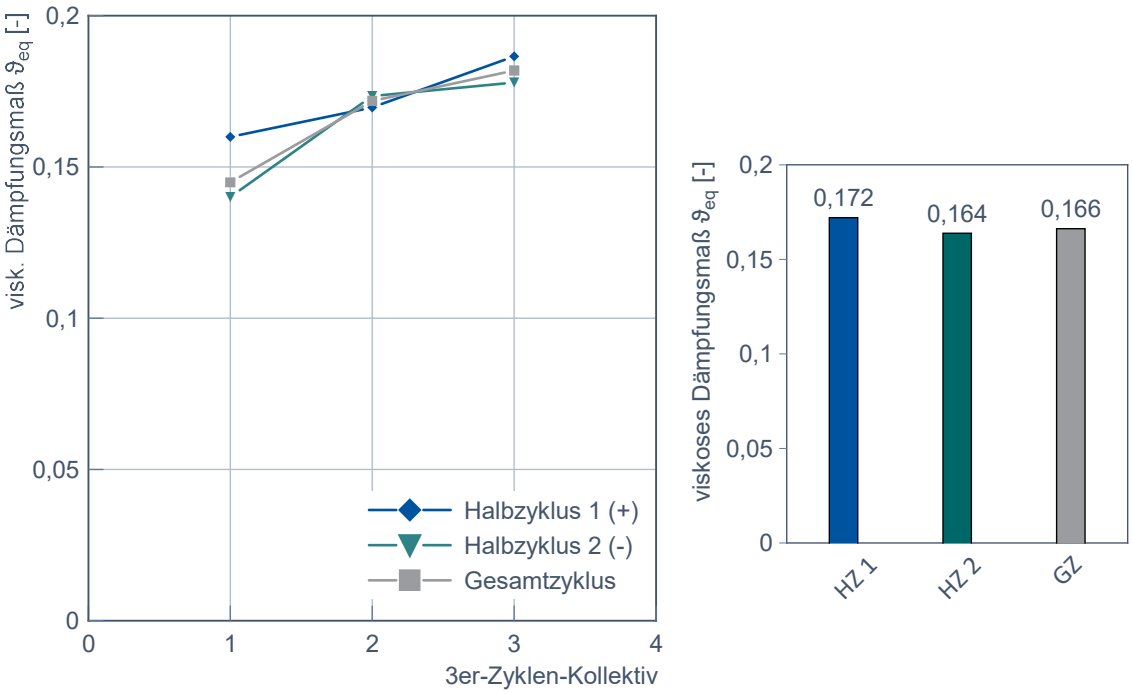


(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



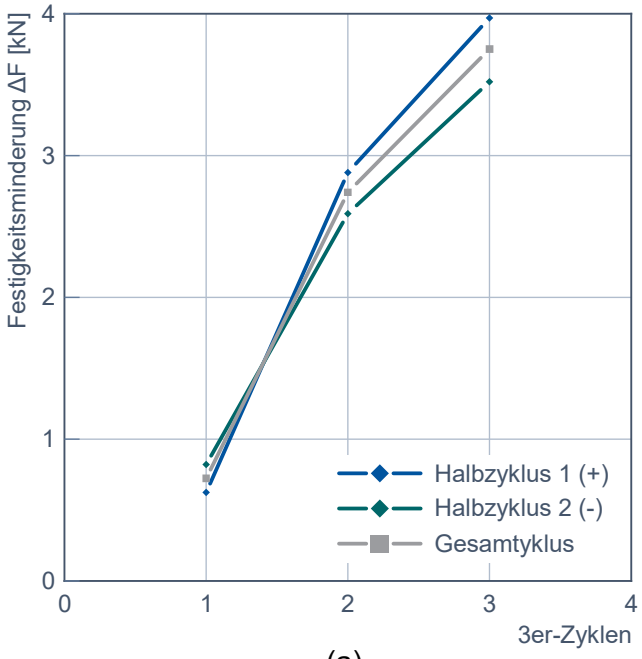
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



(a)

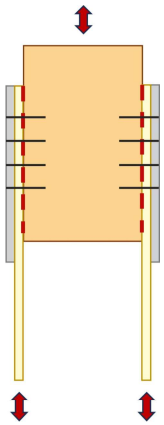
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	10,3%	11,4%	10,8%
2	32,1%	30,8%	31,5%
3	47,2%	44,5%	45,9%
$\bar{x}$	29,9%	28,9%	29,4%

(b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 5-ST-OSB15-GFB12,5-st1,80-c2

Datum:	17.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	40,0 %RH
Temperatur:	22,2 °C



Maximale Kraft:	9,72 kN (-8,15 kN)	Weg: 6,10 mm (-8,38 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,21 kN (-1,02 kN)	V_u : 14,26 mm (-15,72 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch & Herausziehen der Klammern	
Bemerkung:	-	

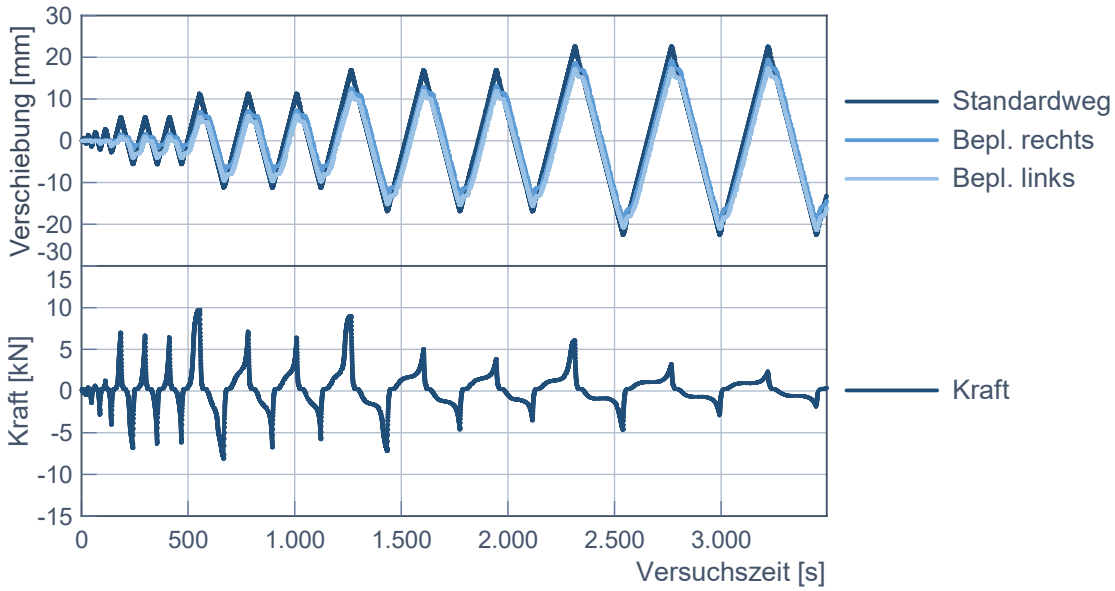
Versagensmodus



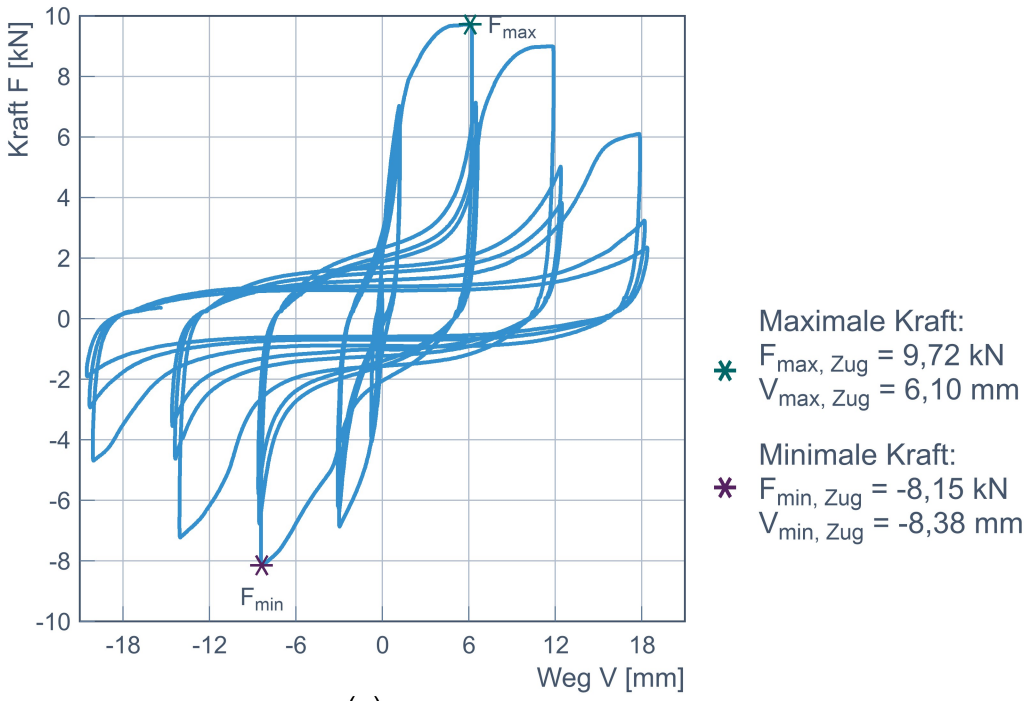
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



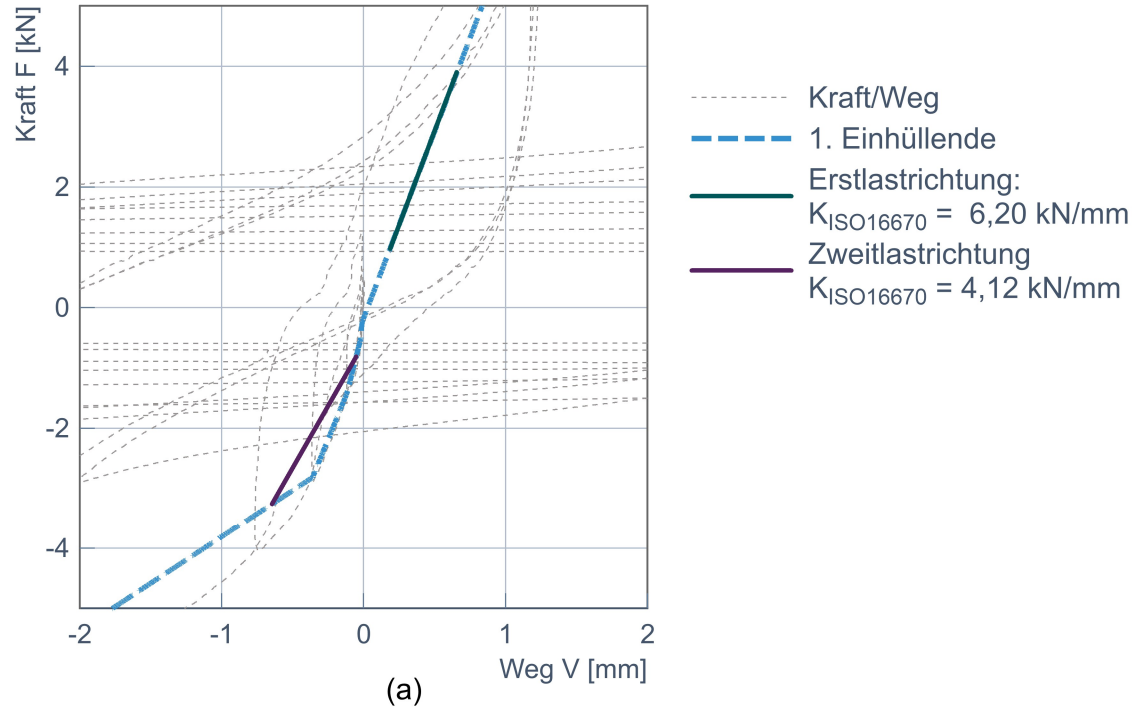
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

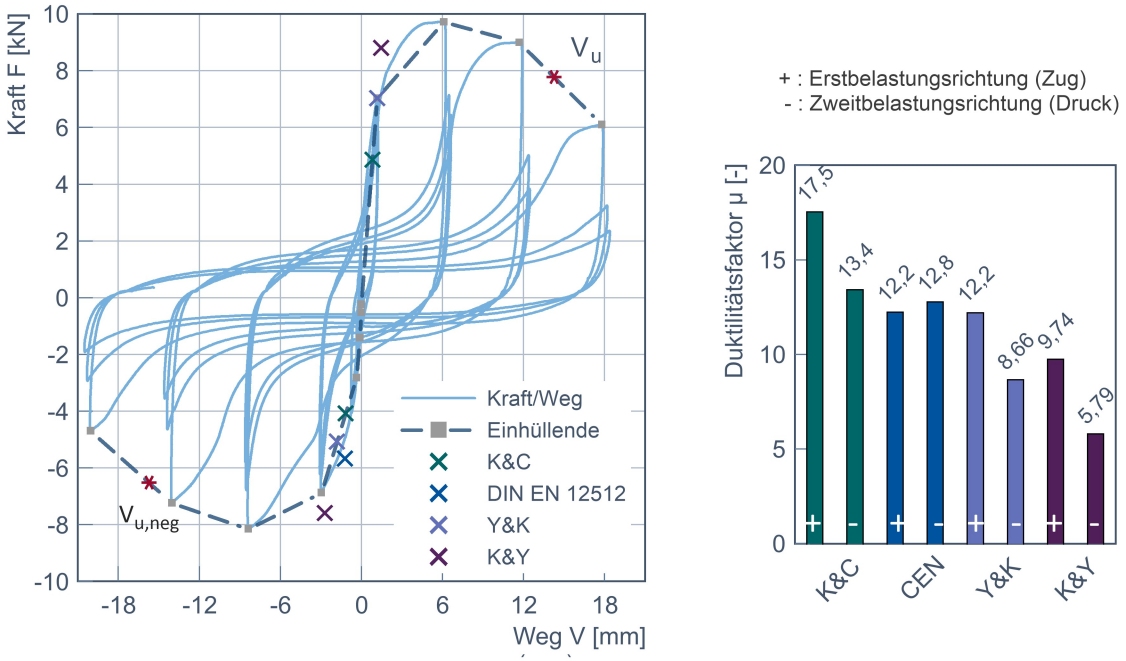
Anfangssteifigkeit



(a)

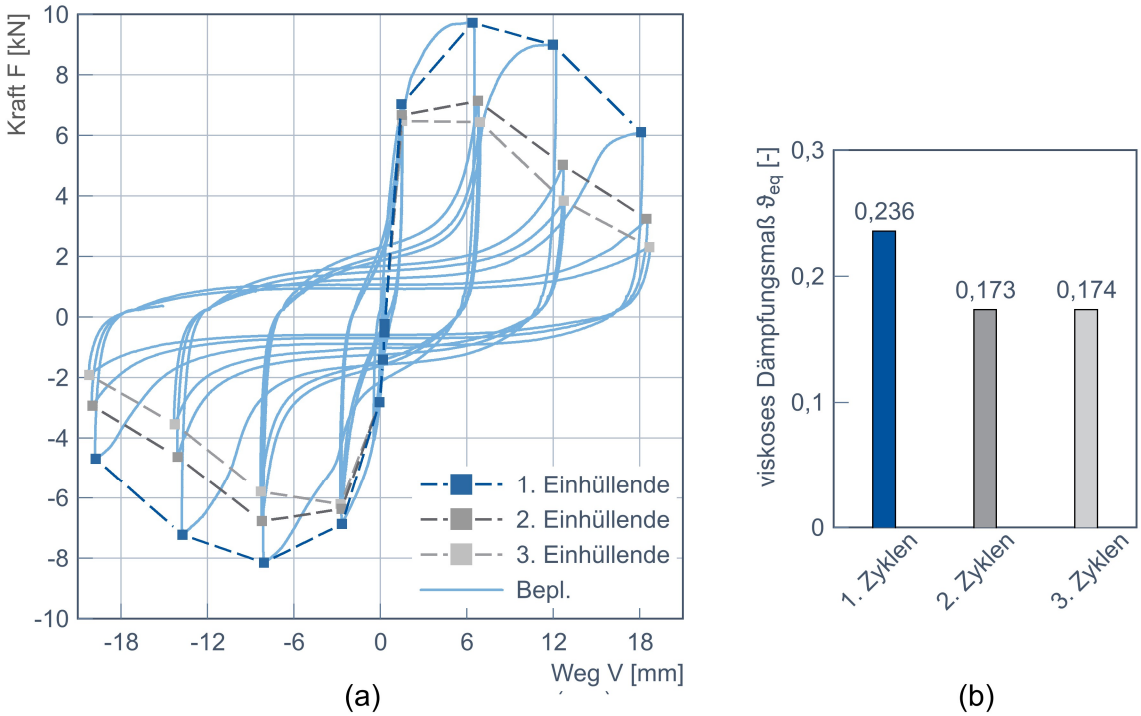
(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

Fließverformung & Duktilität

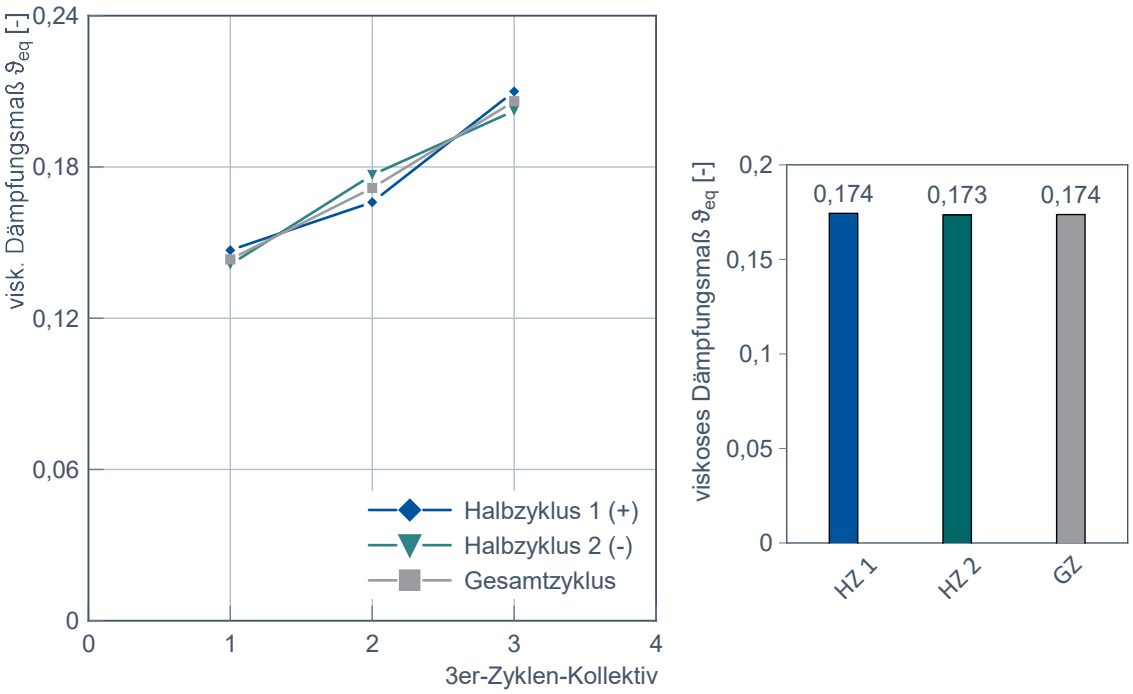


(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



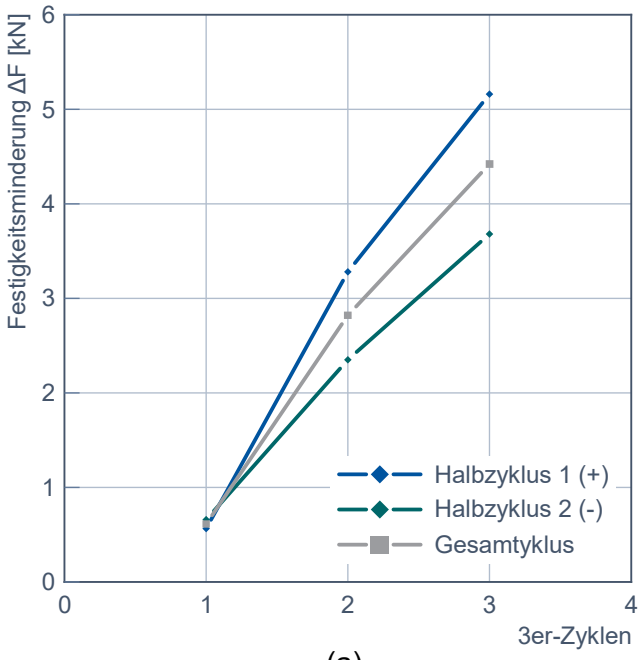
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



(a)

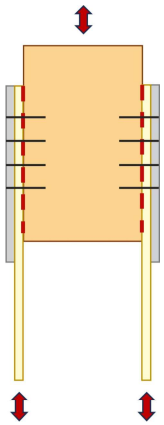
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	8,0%	9,6%	8,8%
2	33,8%	28,9%	31,3%
3	57,3%	51,0%	54,1%
$\bar{x}$	33,0%	29,8%	31,4%

(b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 5-ST-OSB15-GFB12,5-st1,80-c3

Datum:	20.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	44,0 %RH
Temperatur:	22,3 °C



Maximale Kraft:	9,78 kN (-9,17 kN)	Weg: 5,79 mm (-9,34 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,22 kN (-1,15 kN)	V_u : 17,44 mm (-18,12 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch, vereinzelt Herausziehen der Klammern	
Bemerkung:	-	

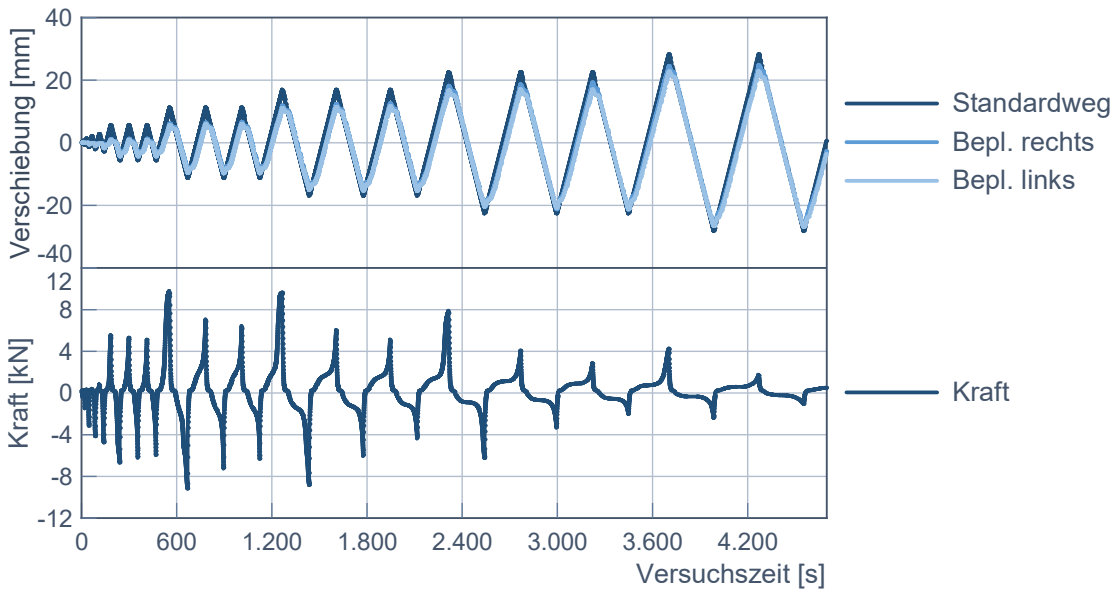
Versagensmodus



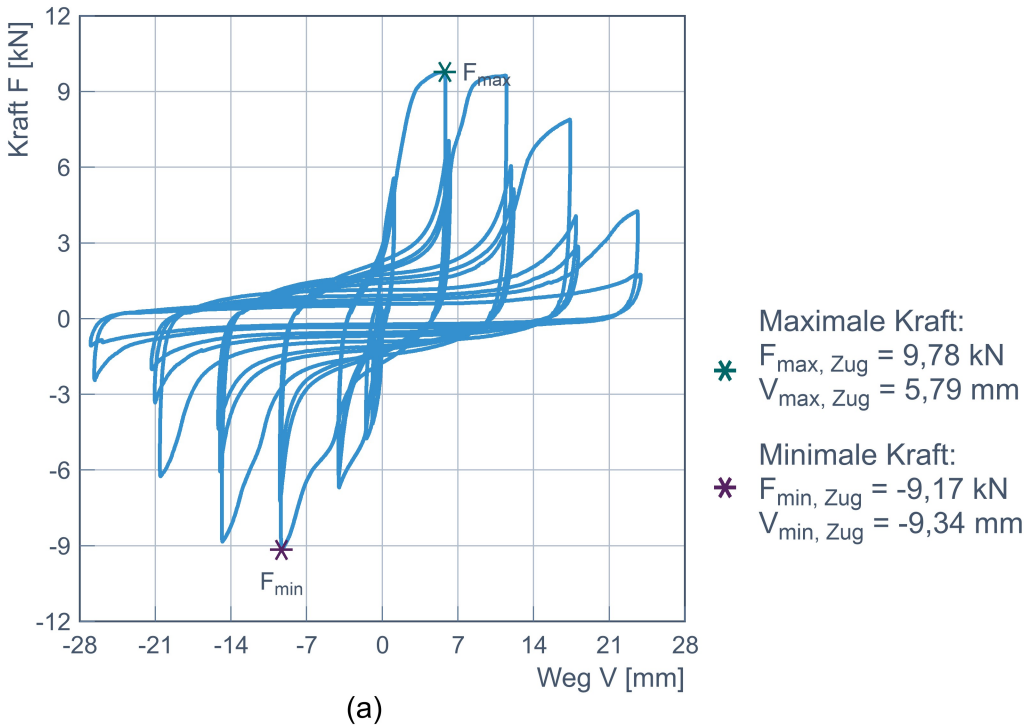
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



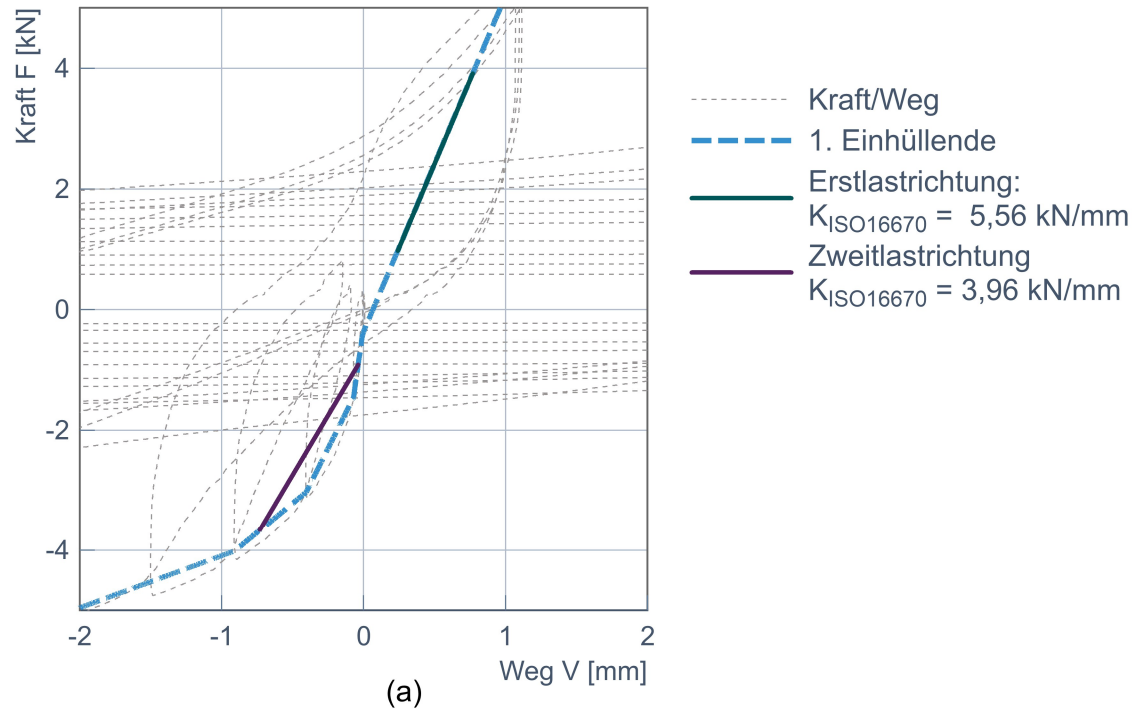
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

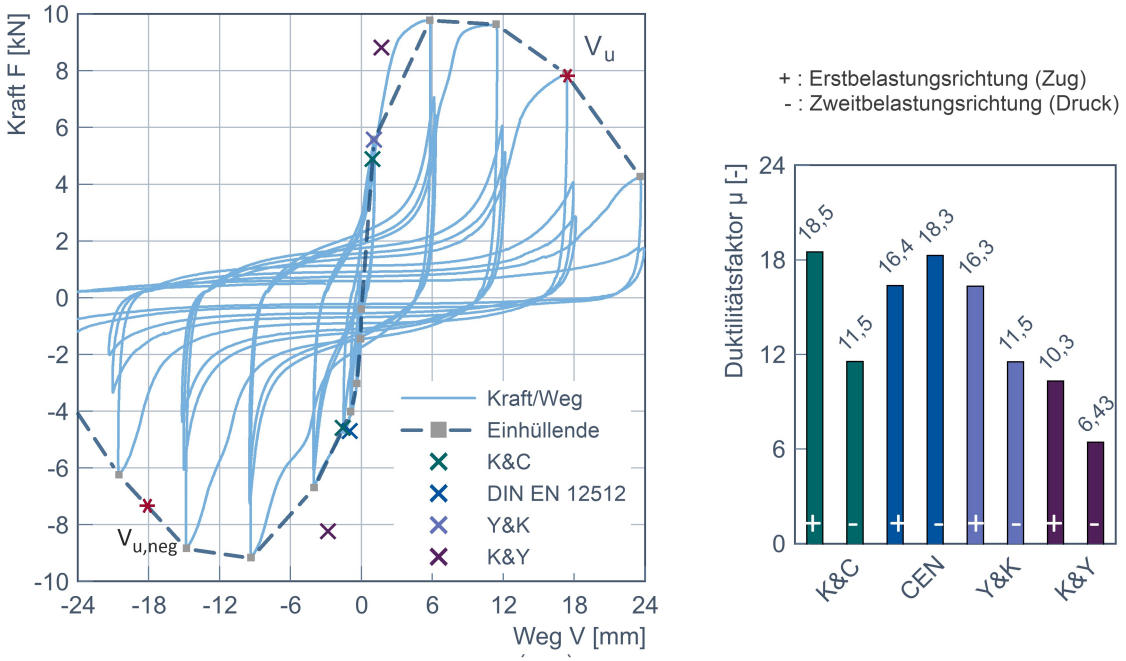
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

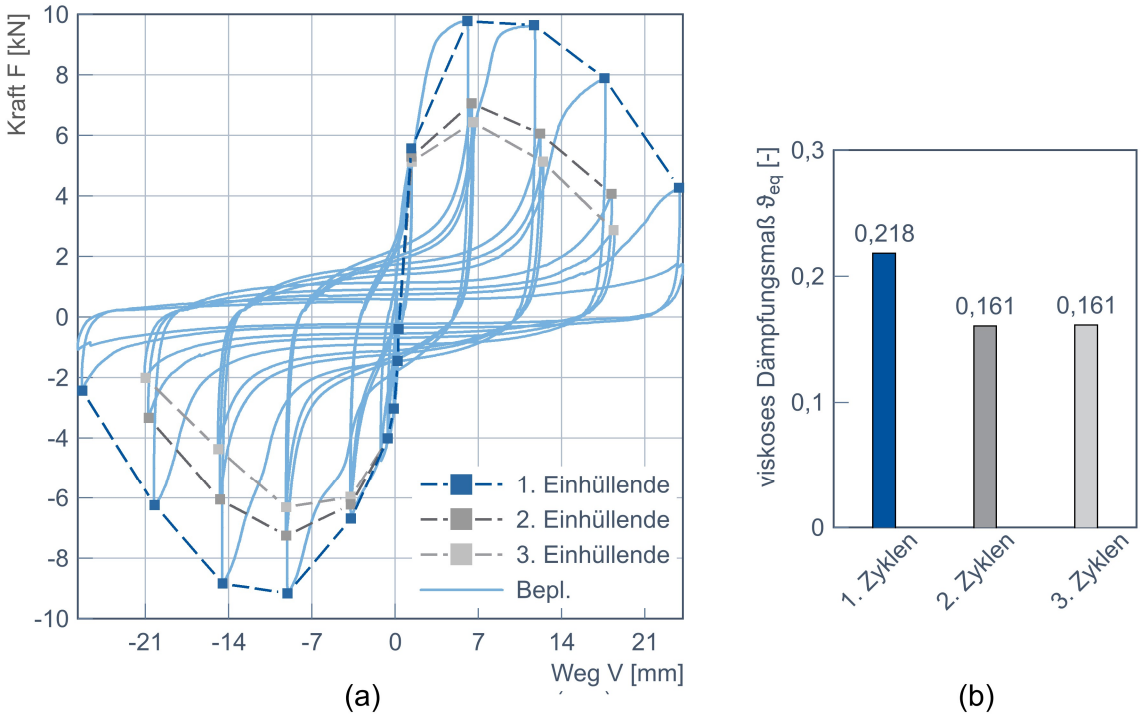
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

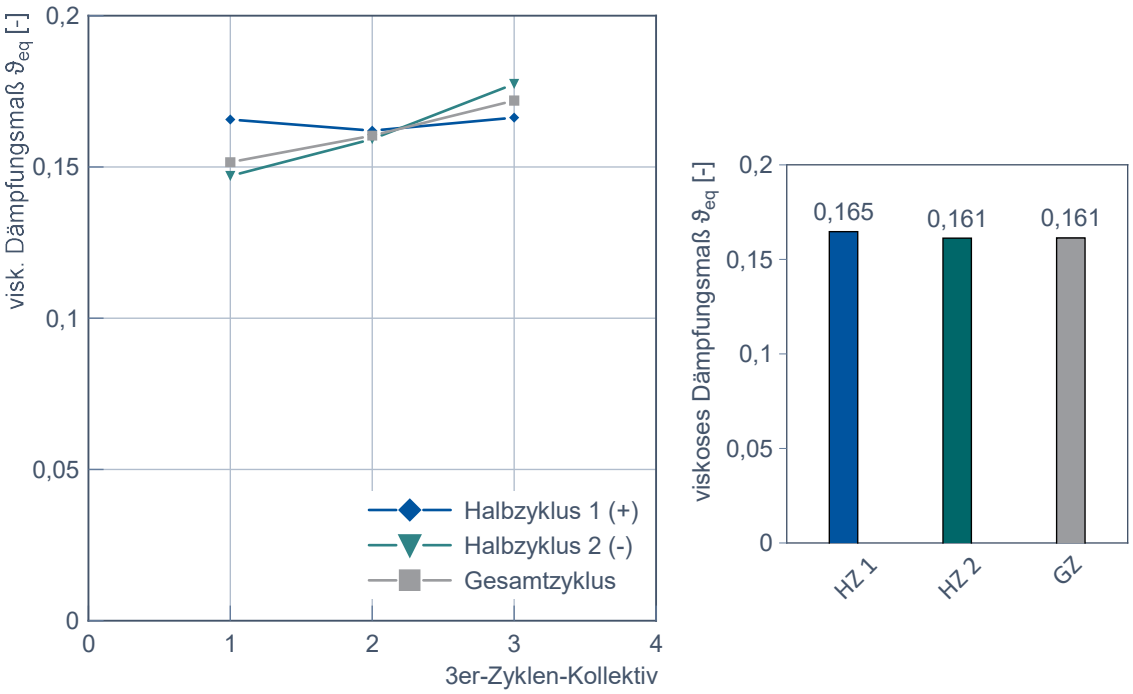
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

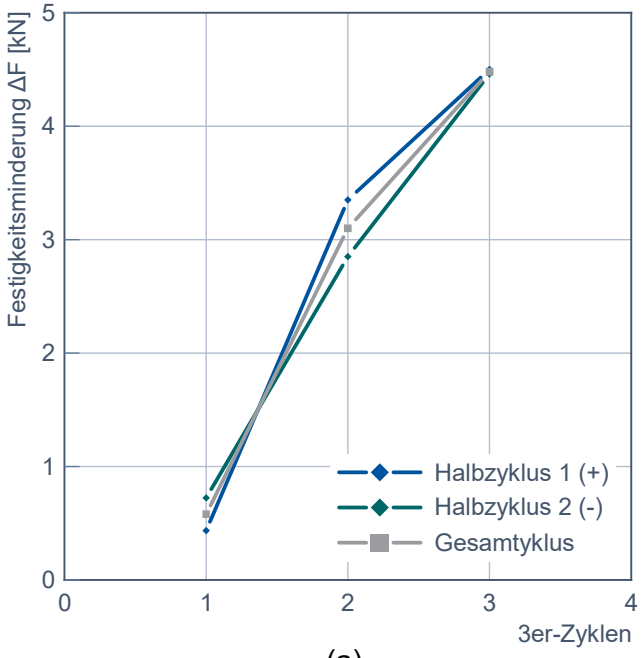
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



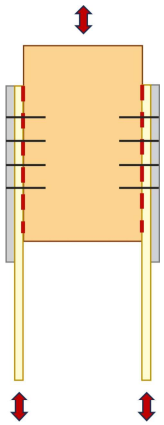
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	7,8%	10,8%	9,3%
2	34,2%	31,1%	32,7%
3	46,7%	50,5%	48,6%
$\bar{x}$	29,6%	30,8%	30,2%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

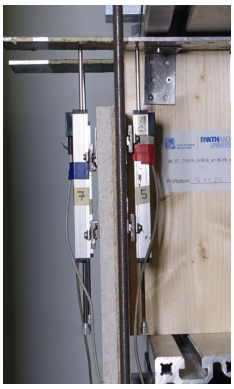
Versuch: 6-ST-OSB15-GFB18-st1,80-c1

Datum:	16.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	40,0 %RH
Temperatur:	22,6 °C



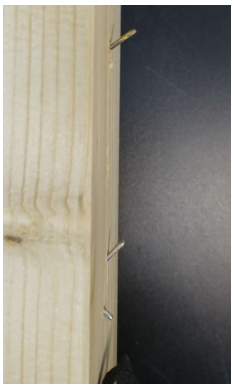
Maximale Kraft:	7,05 kN (-6,41 kN)	Weg: 4,96 mm (-5,56 mm)
Max. Kraft pro VM:	0,88 kN (-0,80 kN)	V_u : 10,85 mm (-14,26 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch & Herausziehen der Klammern	
Bemerkung:	-	

Versagensmodus



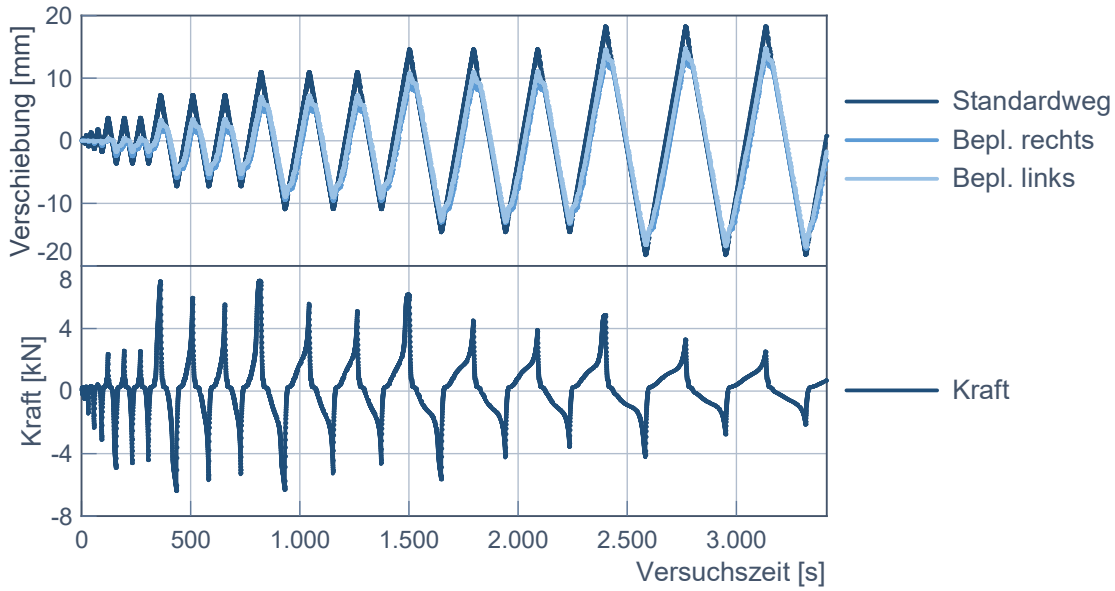
a) in Globalansicht nach Prüfende



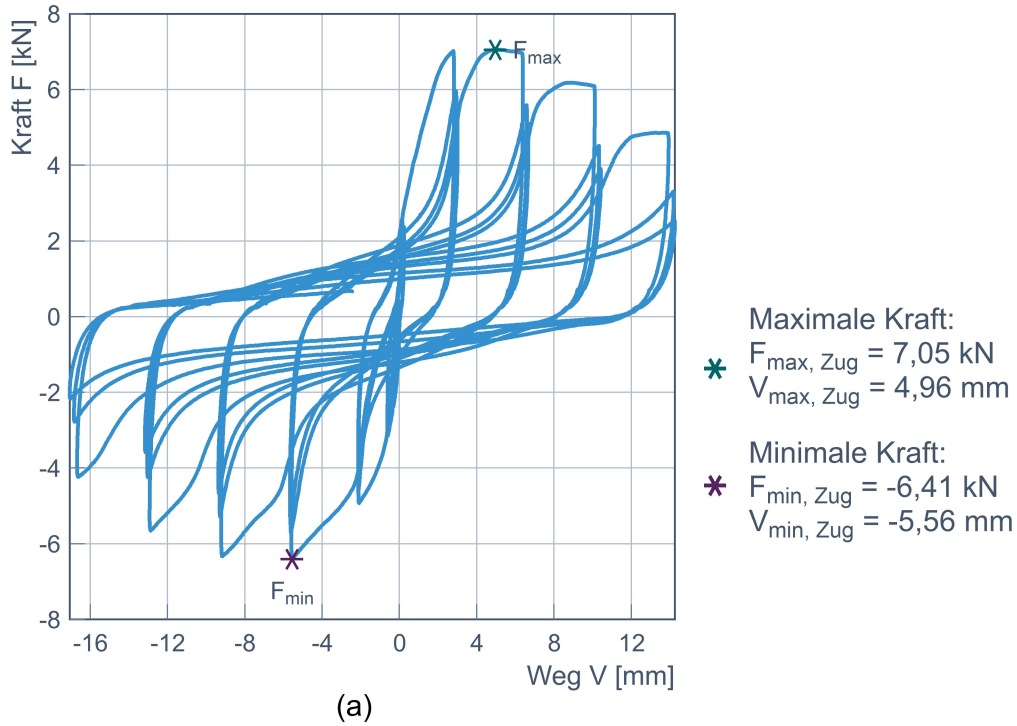


b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



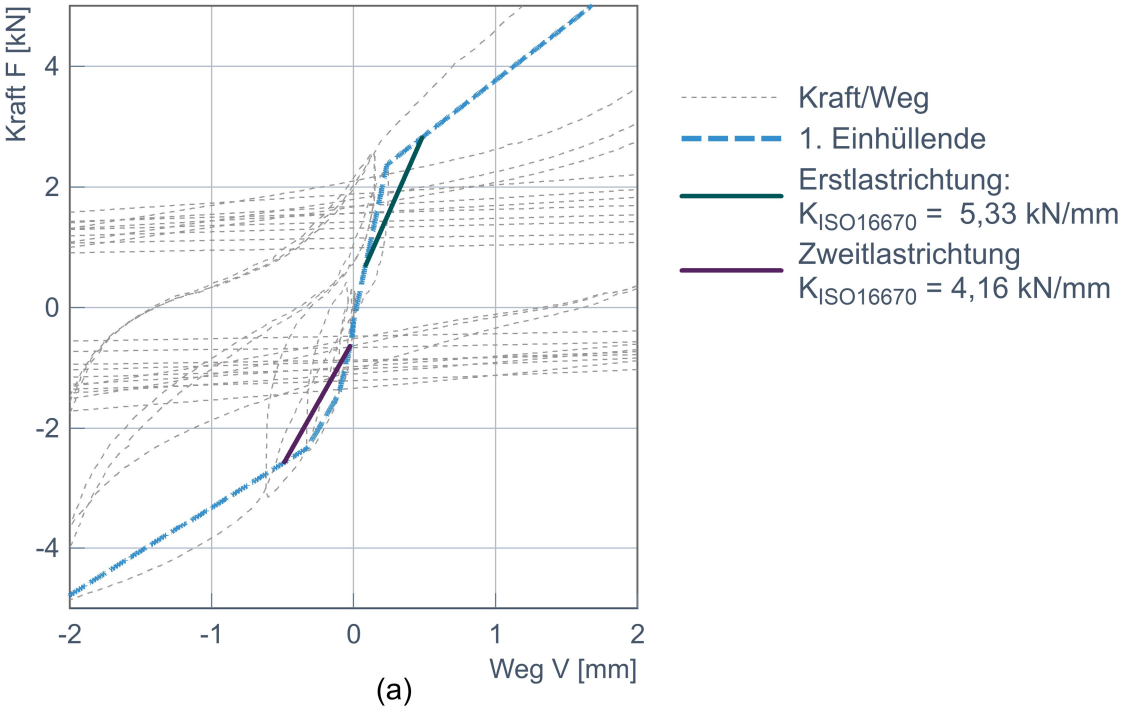
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

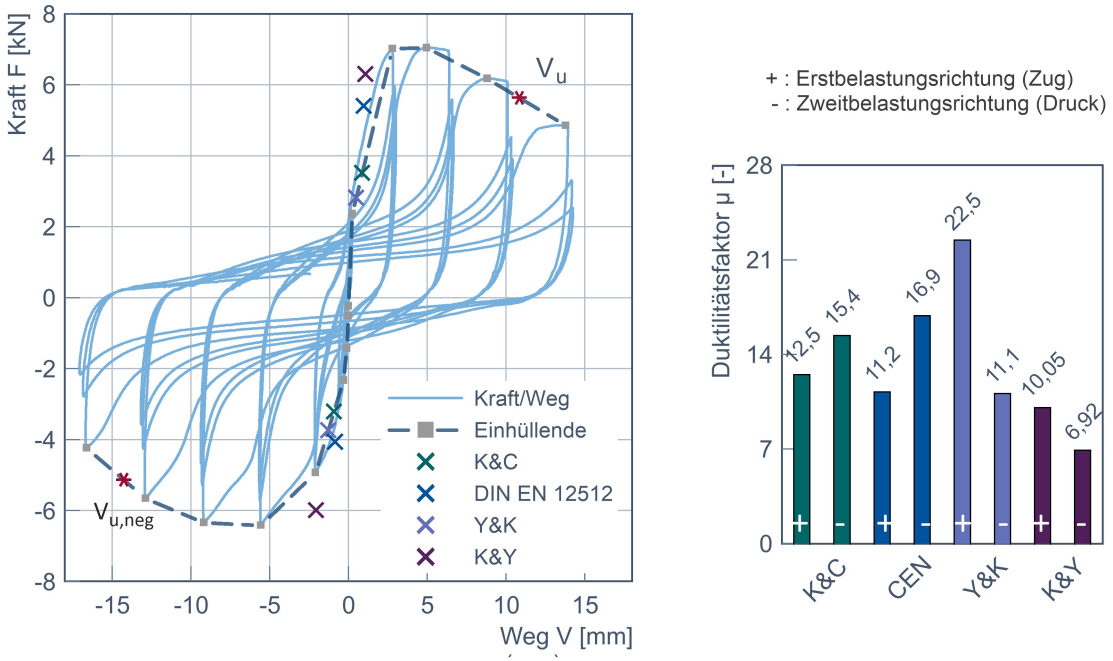
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

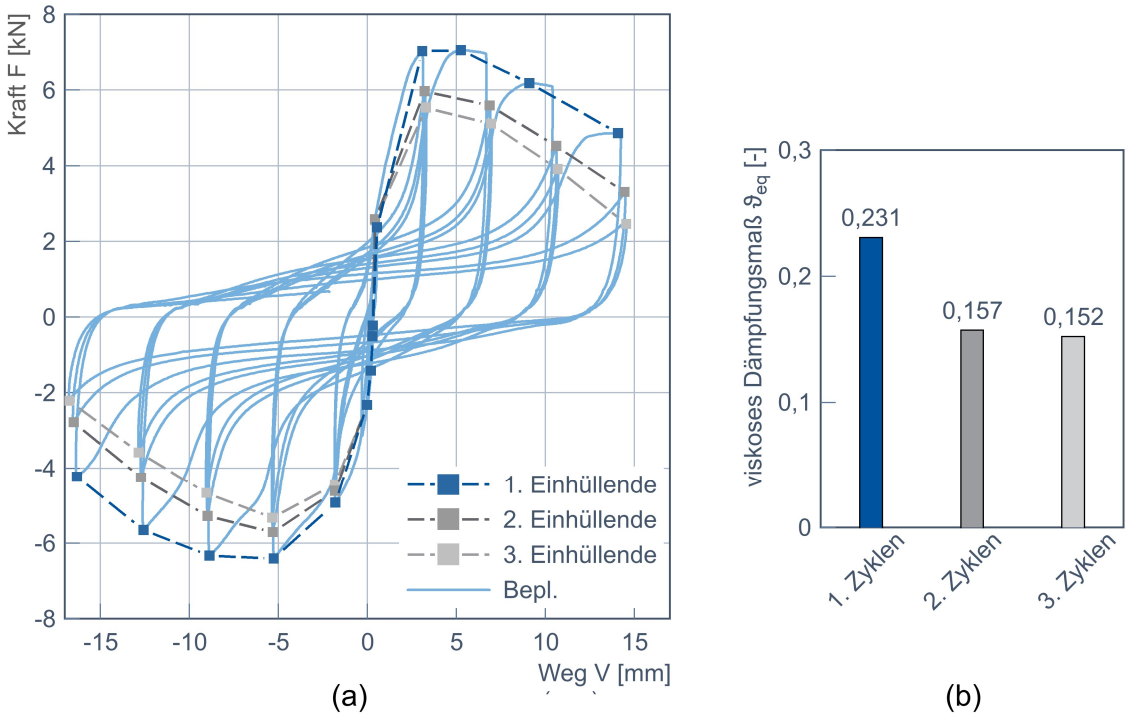
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

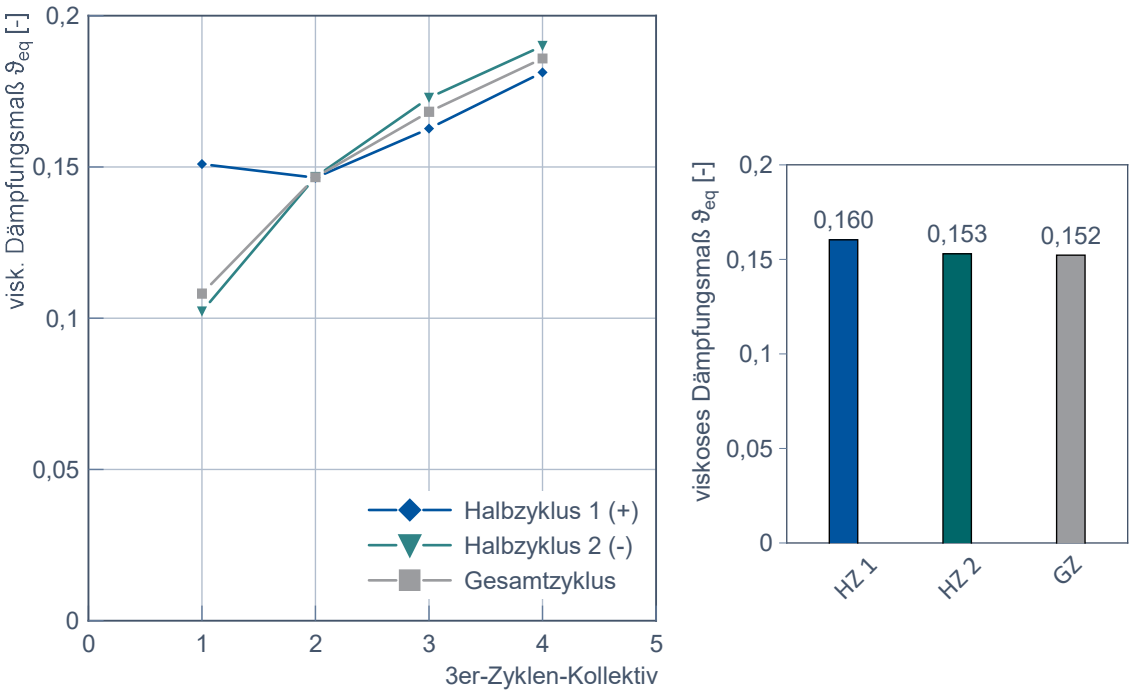
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

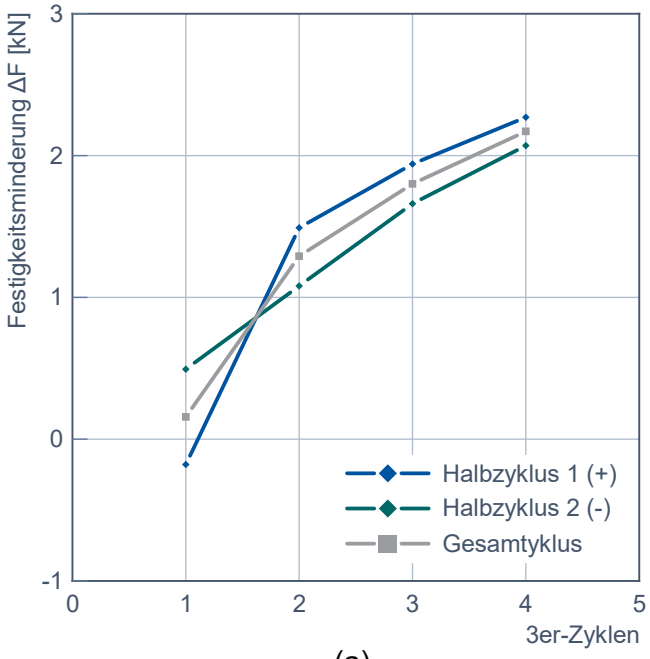
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



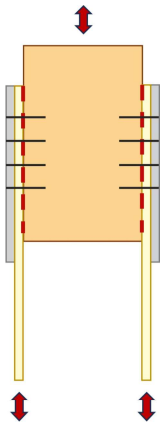
(a)

Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-7,6%	10,0%	1,2%
2	21,2%	16,9%	19,1%
3	27,5%	26,3%	26,9%
4	36,7%	36,6%	36,7%
x̄	19,5%	22,4%	21,0%

(b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 6-ST-OSB15-GFB18-st1,80-c2



Datum:	16.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	40,0 %RH
Temperatur:	22,6 °C

Maximale Kraft:	7,34 kN (-7,04 kN)	Weg: 5,21 mm (-9,25 mm)
Max. Kraft pro VM:	0,92 kN (-0,88 kN)	V_u : 10,02 mm (-13,92 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch & Herausziehen der Klammern	
Bemerkung:	-	

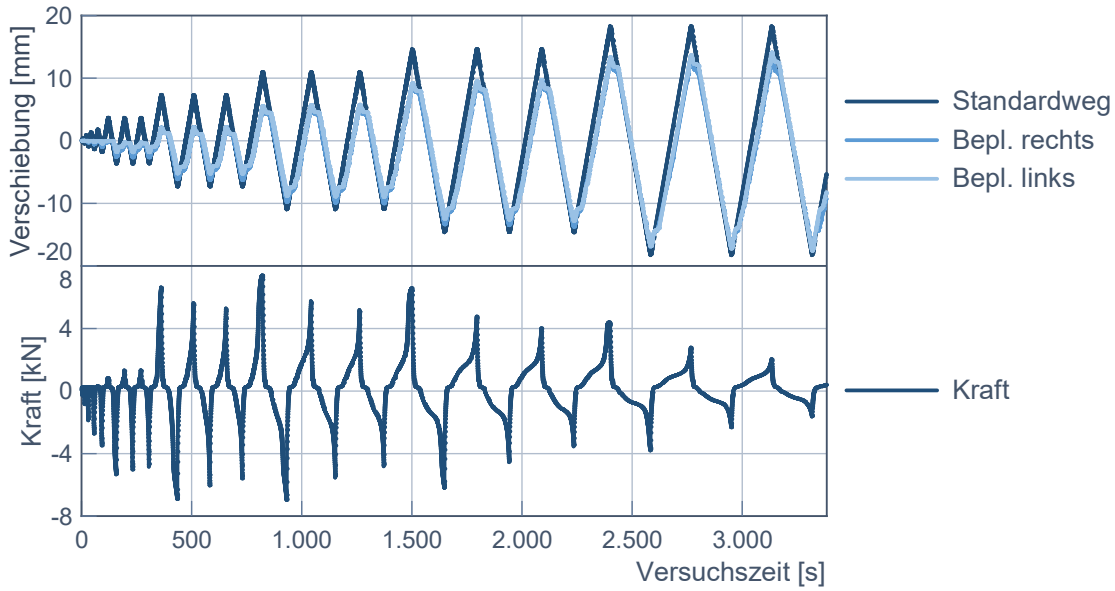
Versagensmodus



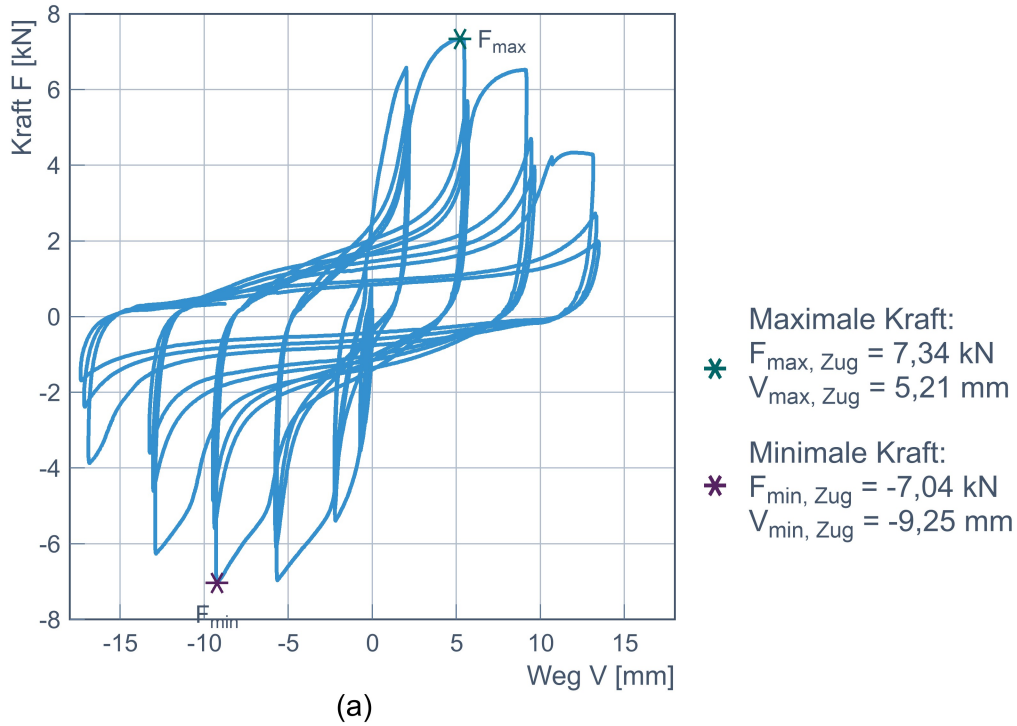
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



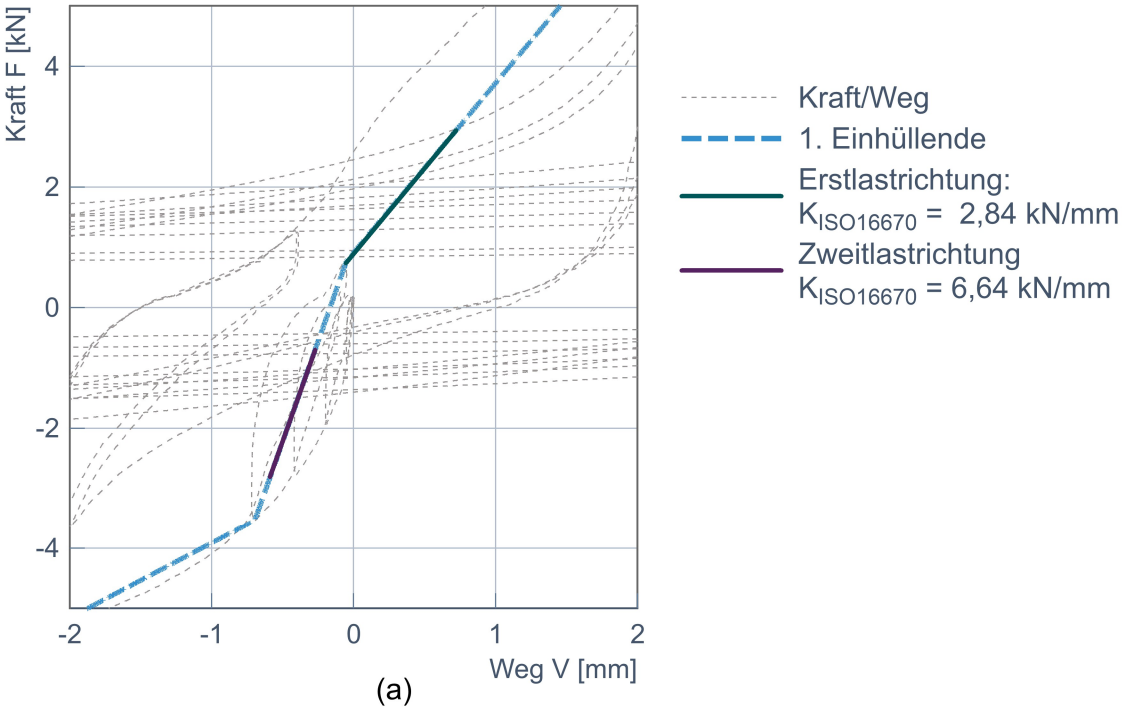
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

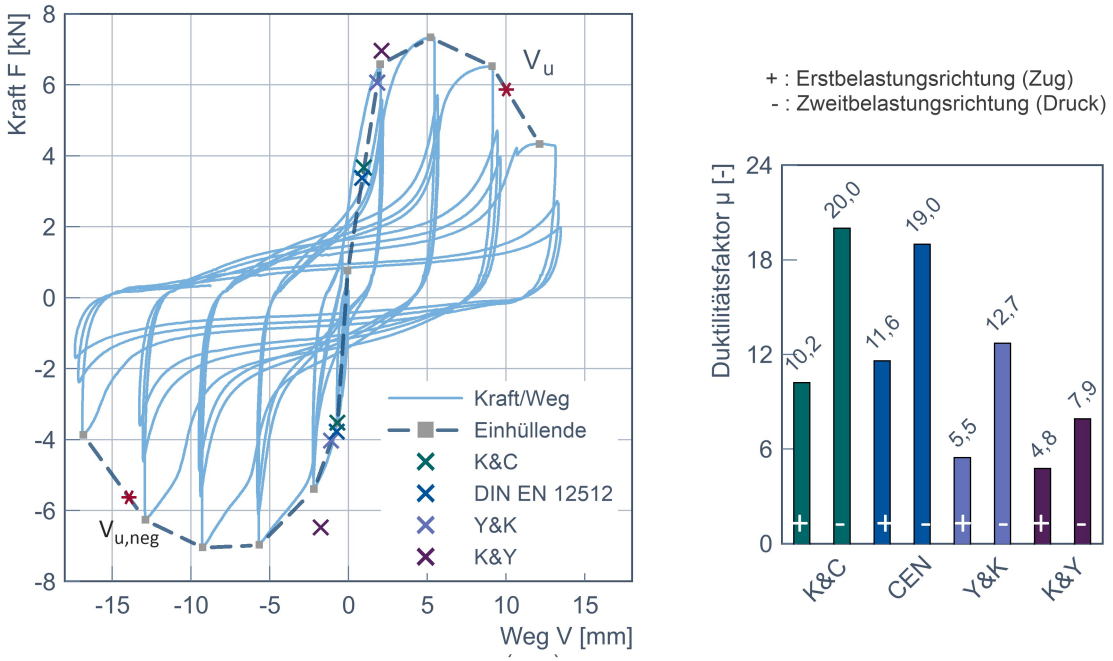
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

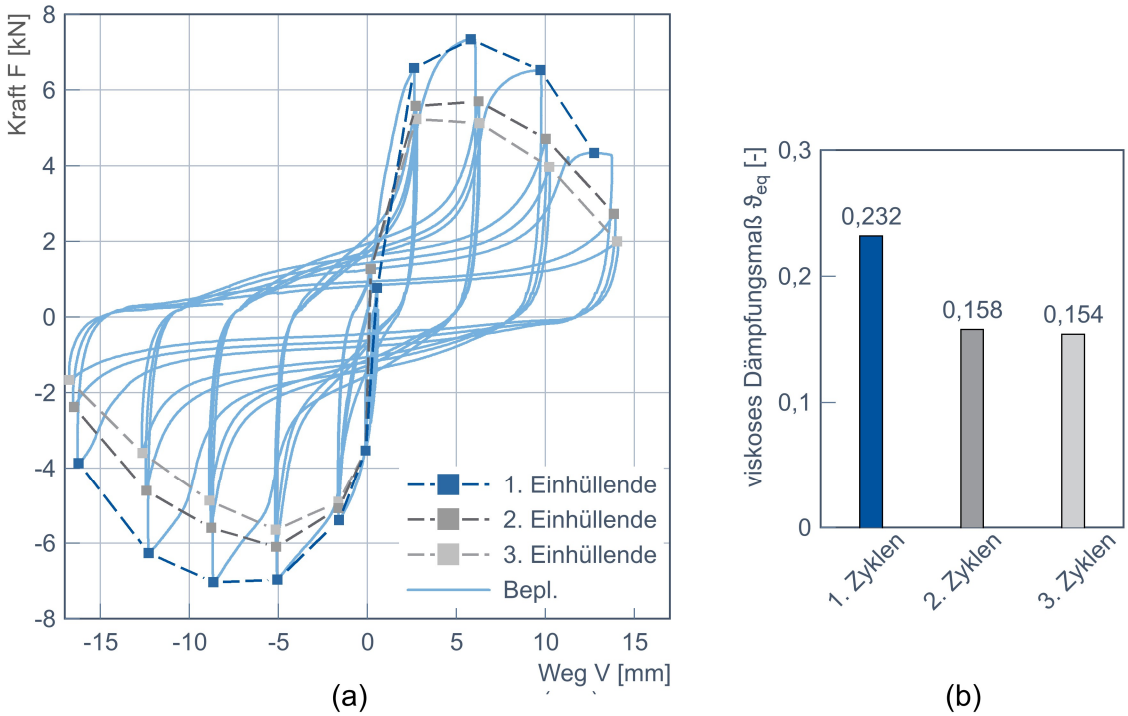
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

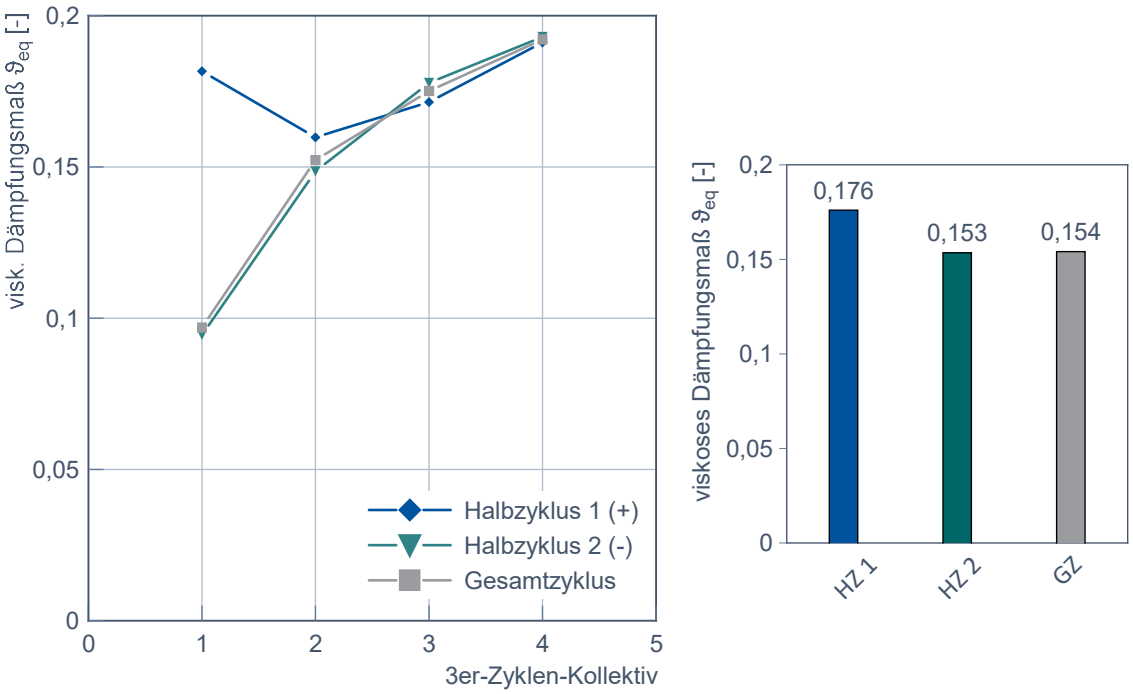
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

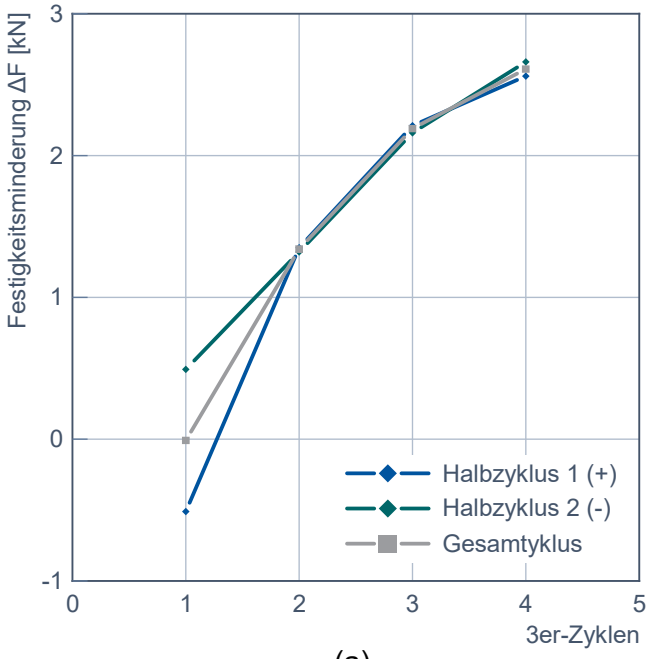
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



(a)

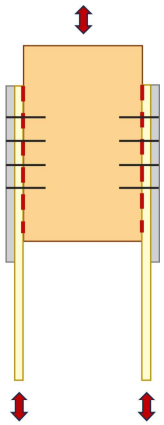
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-66,8%	9,1%	-28,8%
2	20,5%	18,9%	19,7%
3	30,2%	30,7%	30,5%
4	39,2%	42,5%	40,9%
$\bar{x}$	5,8%	25,3%	15,6%

(b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 6-ST-OSB15-GFB18-st1,80-c3

Datum:	17.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	41,0 %RH
Temperatur:	22,0 °C



Maximale Kraft:	7,63 kN (-6,70 kN)	Weg: 3,29 mm (-5,17 mm)
Max. Kraft pro VM:	0,95 kN (-0,84 kN)	V_u : 11,00 mm (-12,92 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch & Herausziehen der Klammern	
Bemerkung:	-	

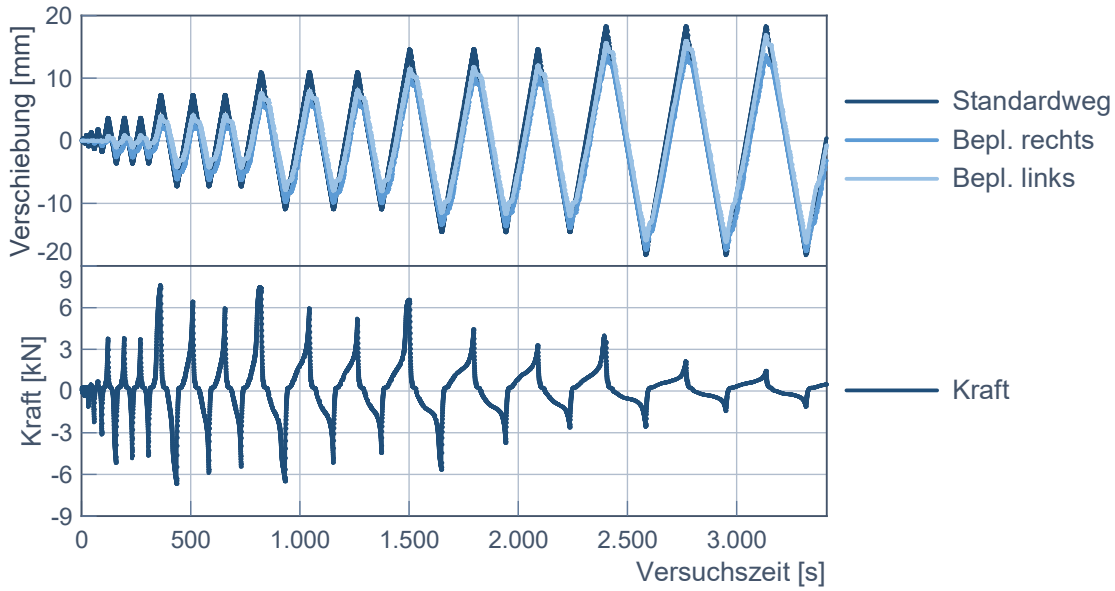
Versagensmodus



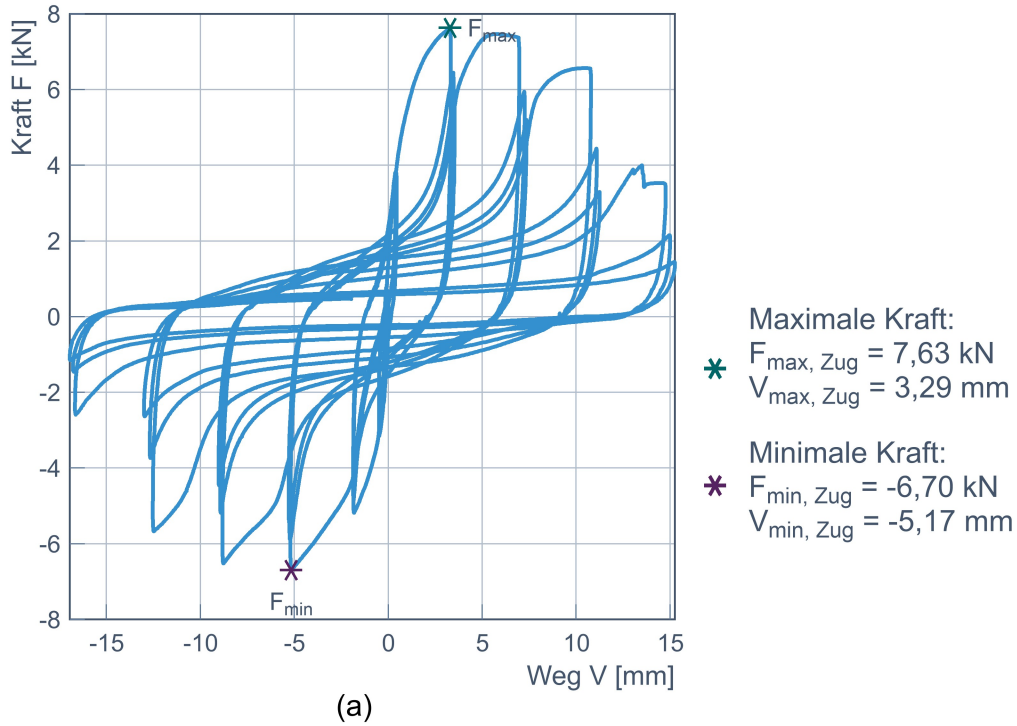
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



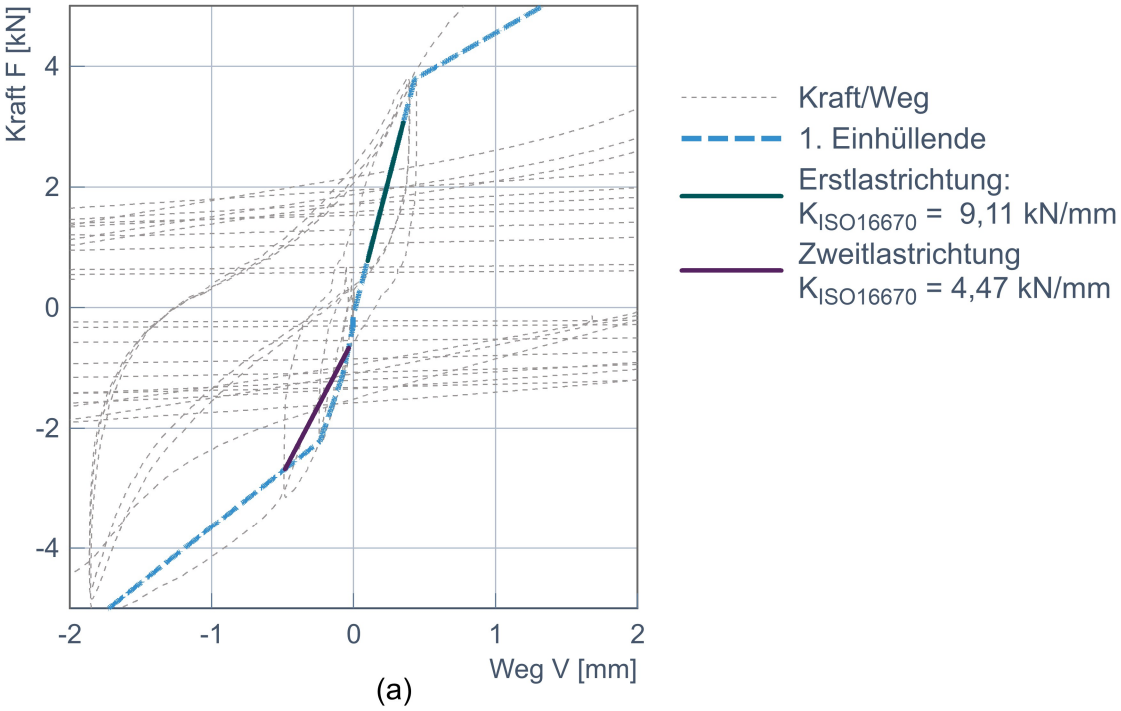
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

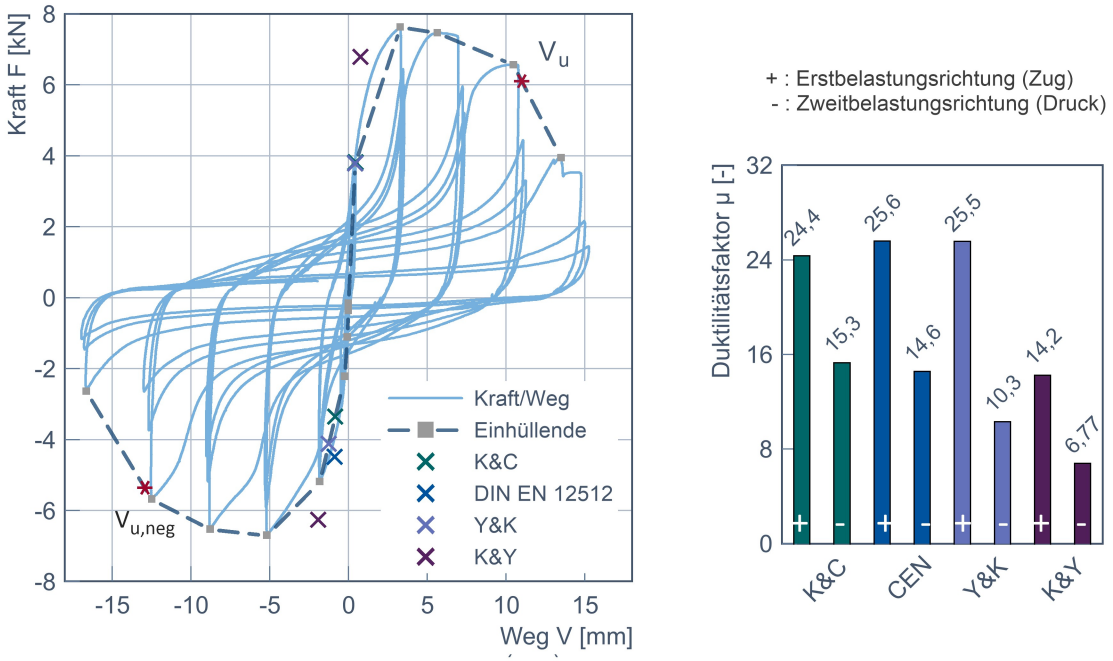
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

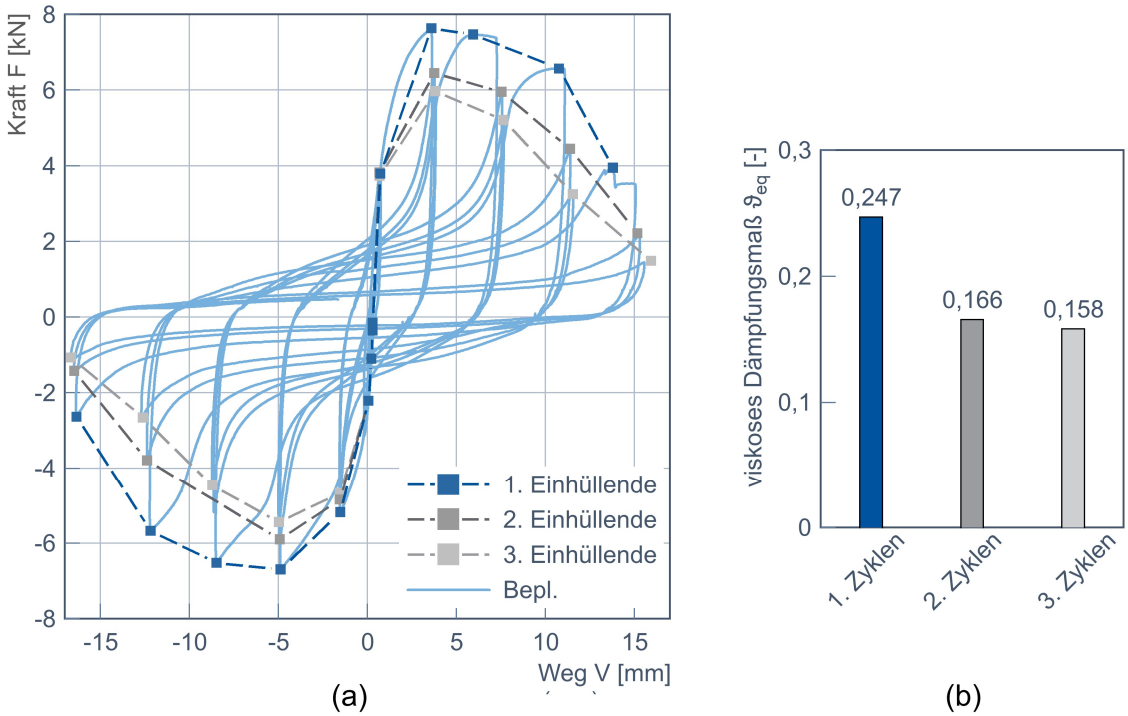
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

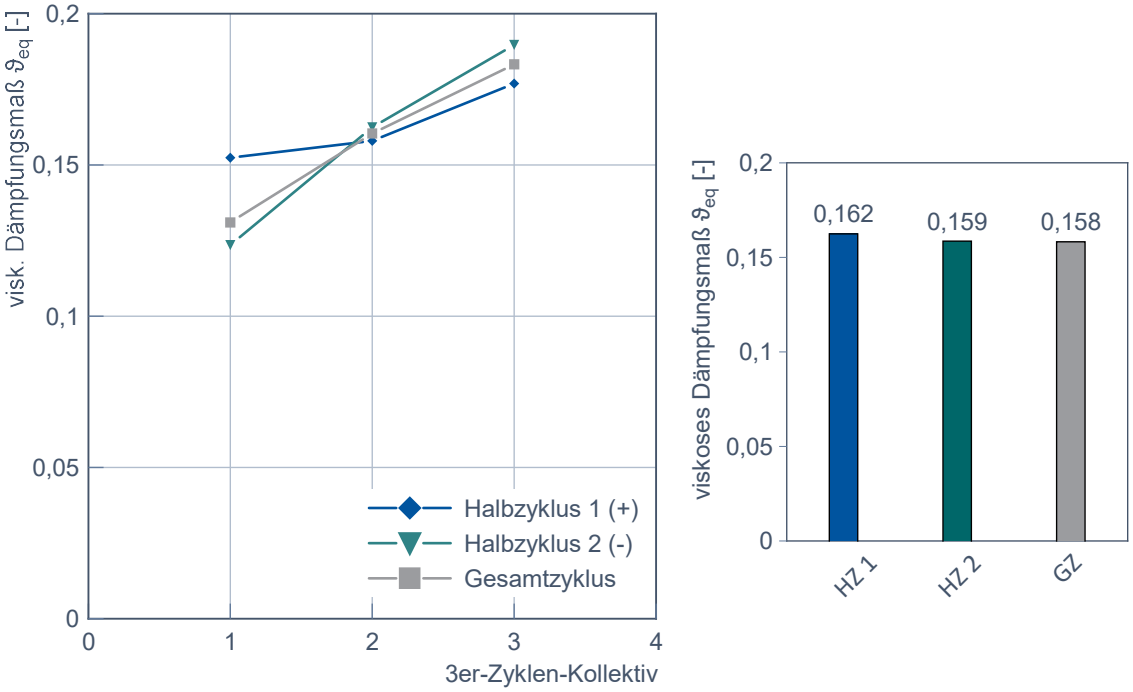
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

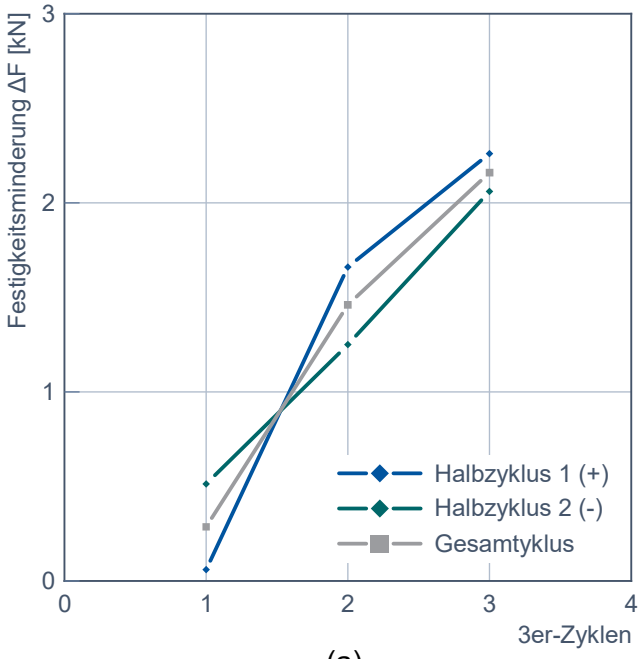
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



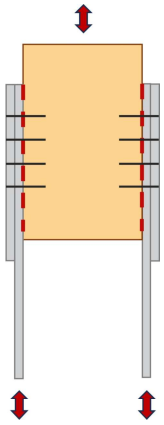
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	1,6%	9,9%	5,7%
2	21,8%	18,7%	20,2%
3	30,3%	31,6%	30,9%
$\bar{x}$	17,9%	20,0%	19,0%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 7-ST-GFB12,5-GFB12,5-st1,80-c1

Datum:	20.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	44,0 %RH
Temperatur:	22,1 °C



Maximale Kraft:	12,90 kN (-9,64 kN)	Weg: 4,84 mm (-6,76 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,61 kN (-1,20 kN)	V_u : 8,65 mm (-10,05 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	-	

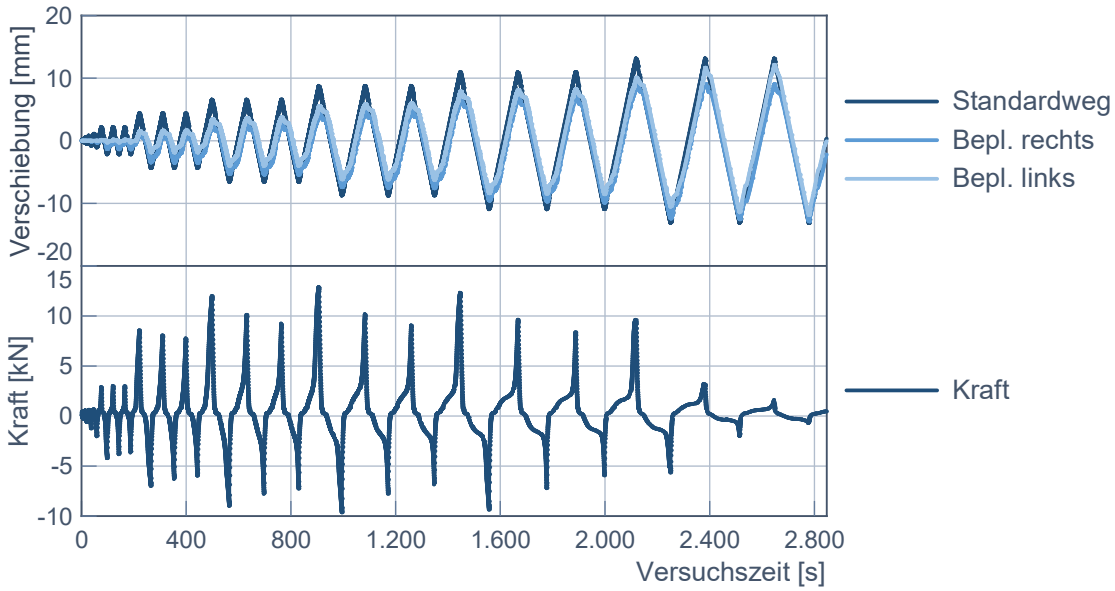
Versagensmodus



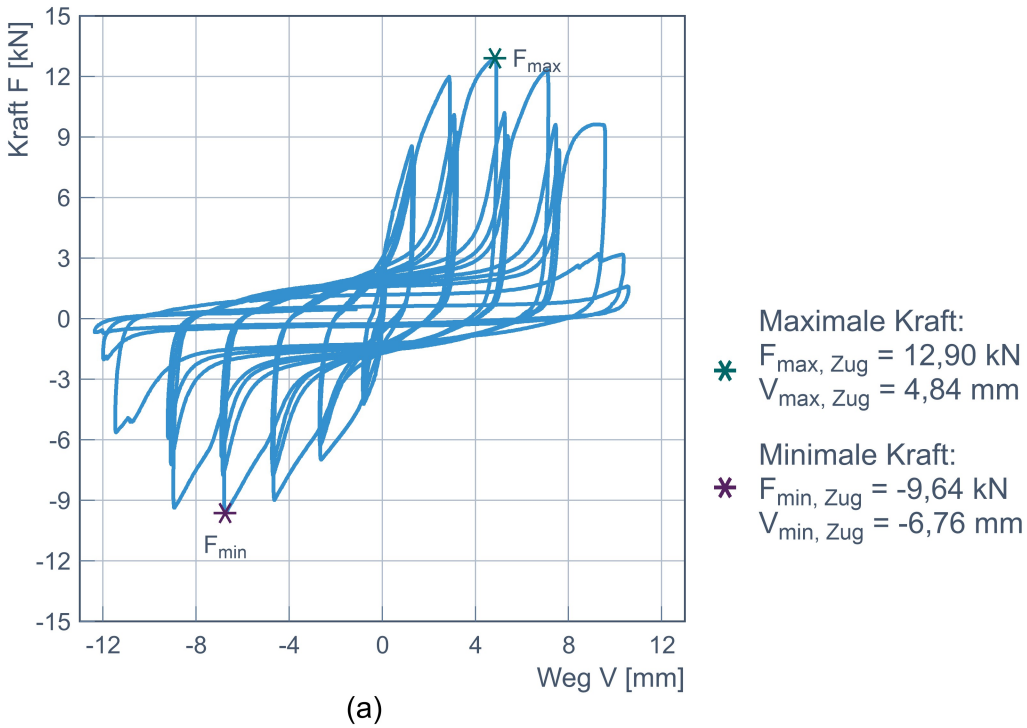
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



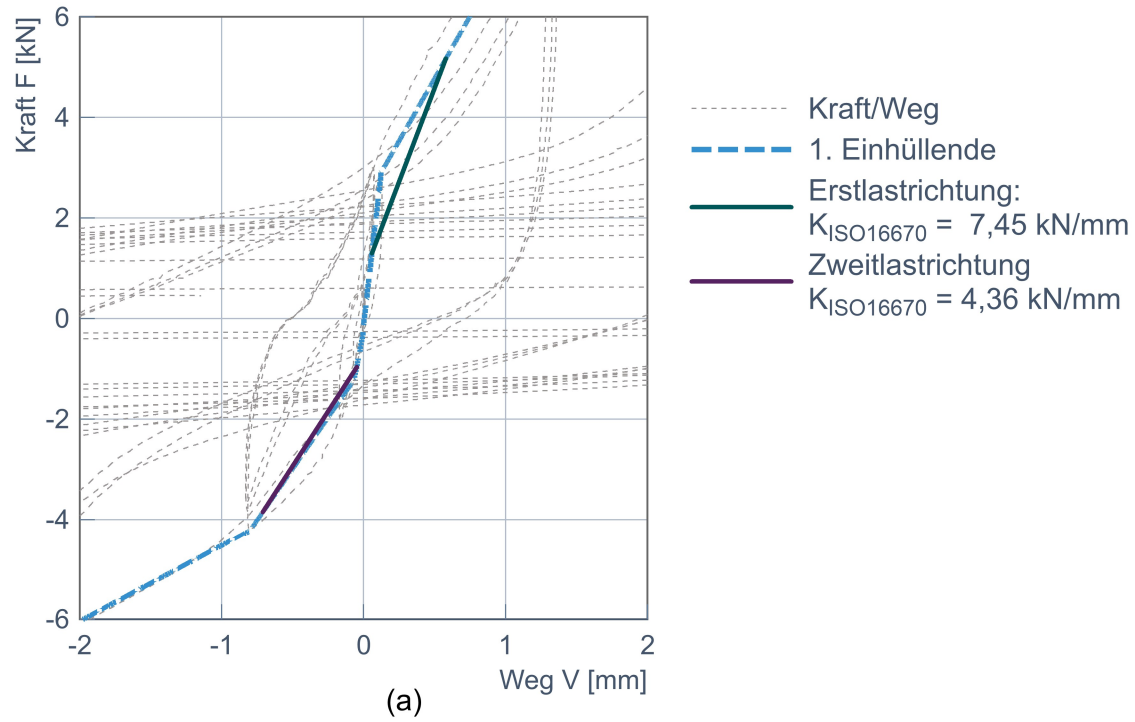
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

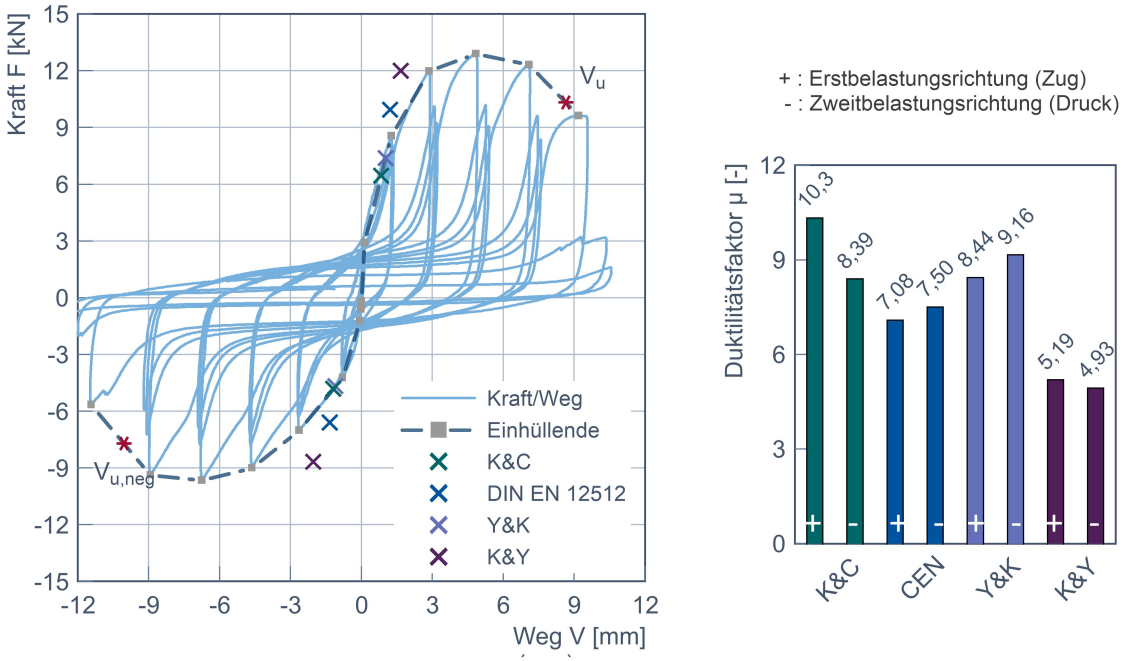
Anfangssteifigkeit



(a)

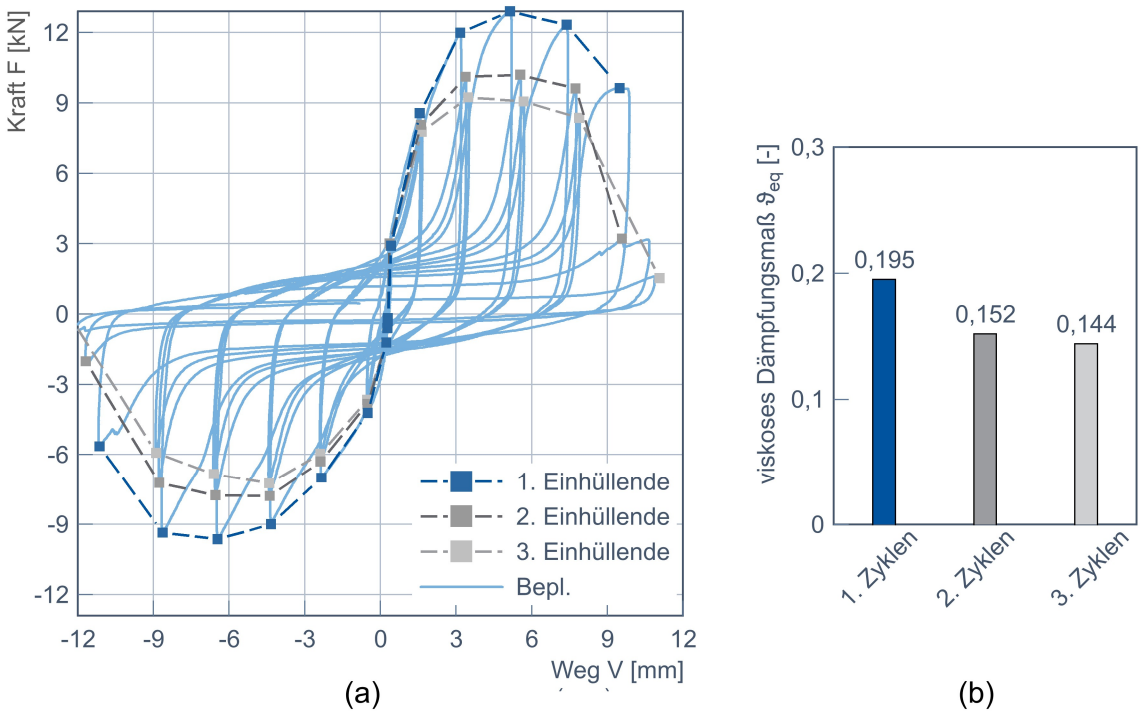
(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

Fließverformung & Duktilität

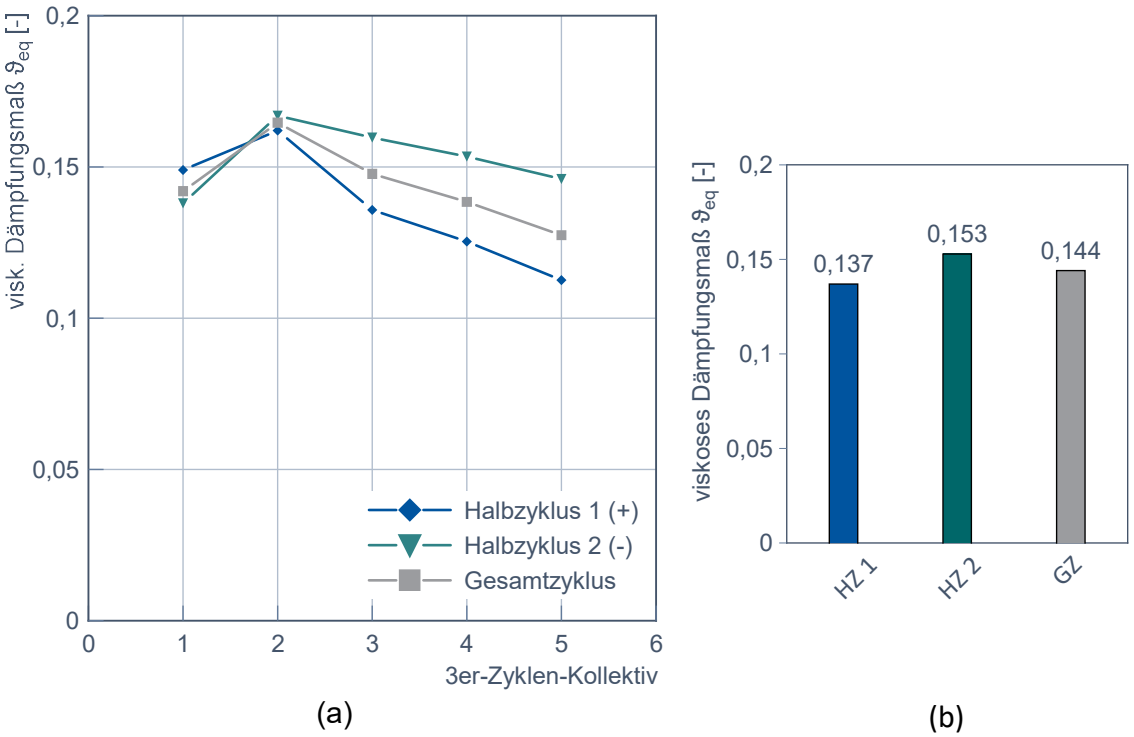


(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



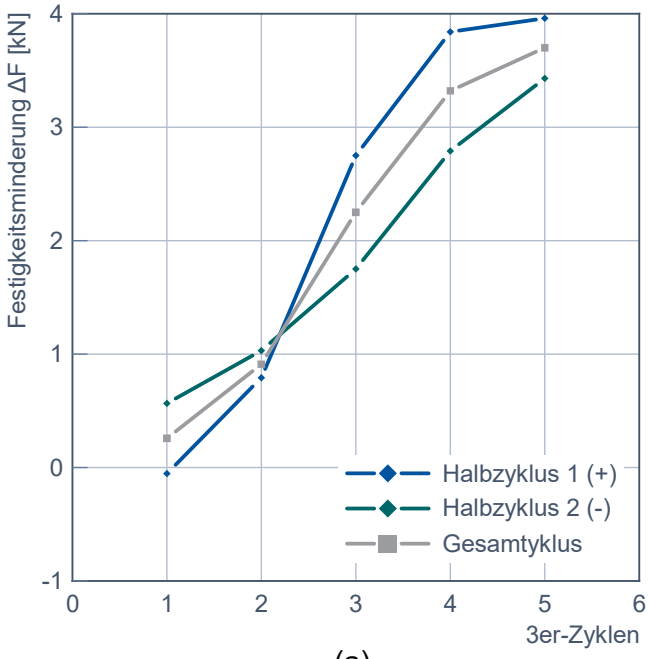
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



(a)

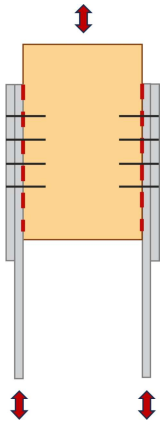
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-1,9%	13,4%	5,8%
2	9,2%	14,7%	12,0%
3	23,0%	19,5%	21,2%
4	29,8%	29,0%	29,4%
5	32,2%	36,7%	34,4%
$\bar{x}$	18,5%	22,6%	20,5%

(b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 7-ST-GFB12,5-GFB12,5-st1,80-c2

Datum:	20.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	9
Luftfeuchtigkeit:	44,0 %RH
Temperatur:	22,1 °C

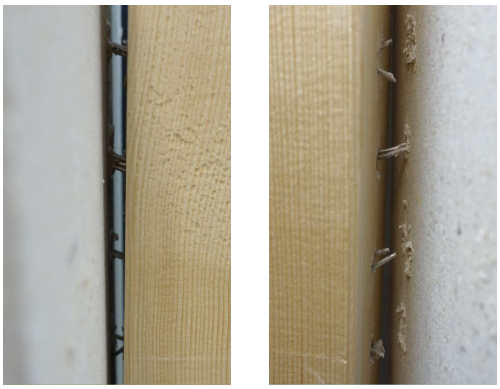


Maximale Kraft:	13,85 kN (-8,84 kN)	Weg: 3,06 mm (-6,42 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,54 kN (-0,98 kN)	V_u : 8,04 mm (-9,21 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	Auf der rechten Seite auf Position der 2. Klammer wurden zwei Klammern direkt übereinander geschossen	

Versagensmodus

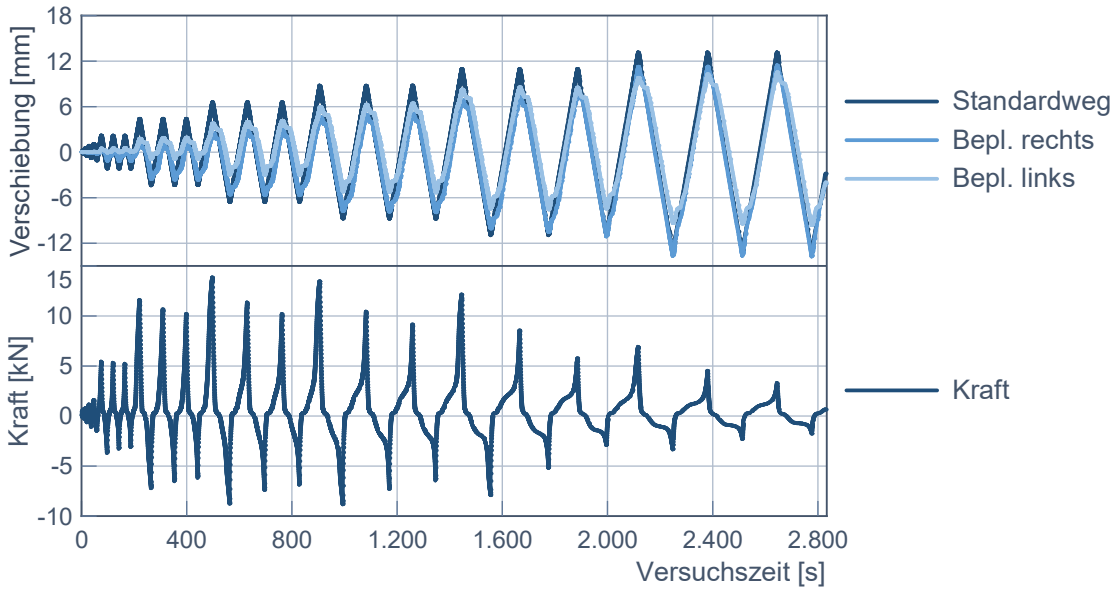


a) in Globalansicht nach Prüfende

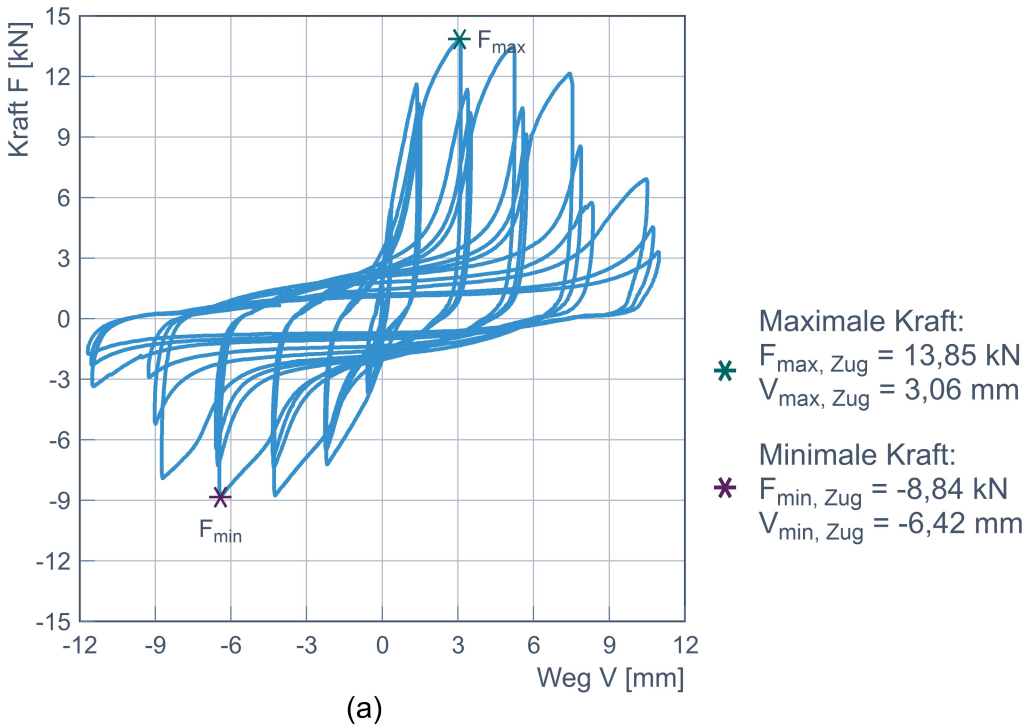


b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



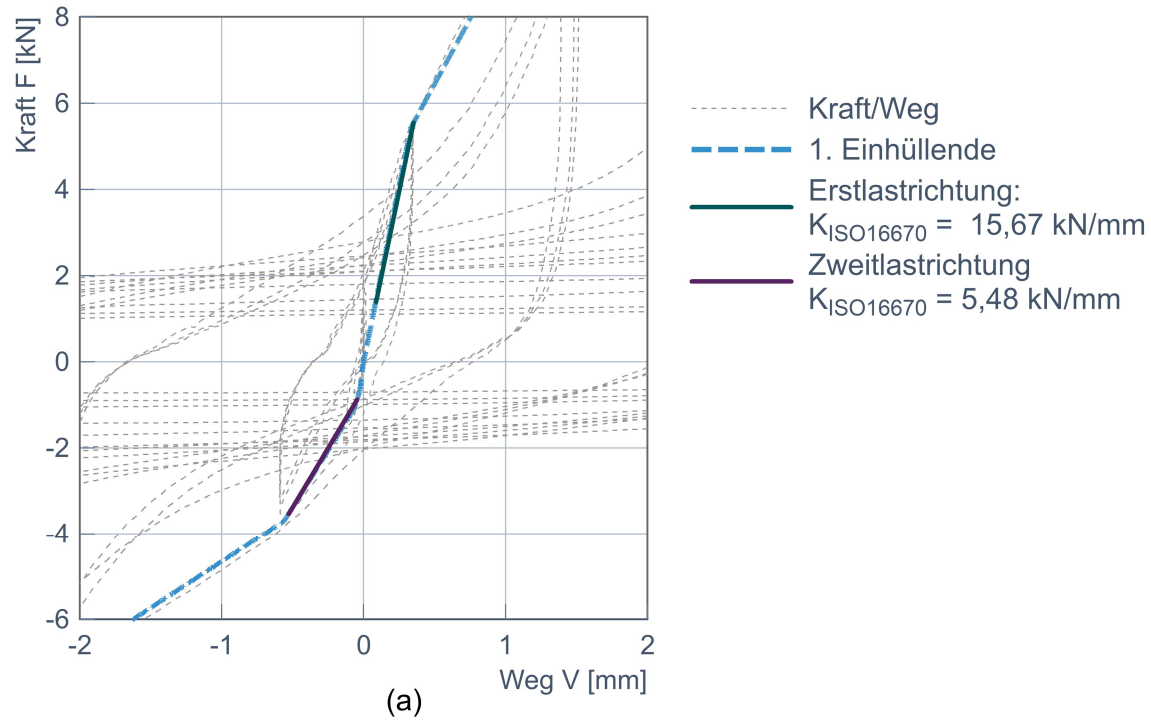
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

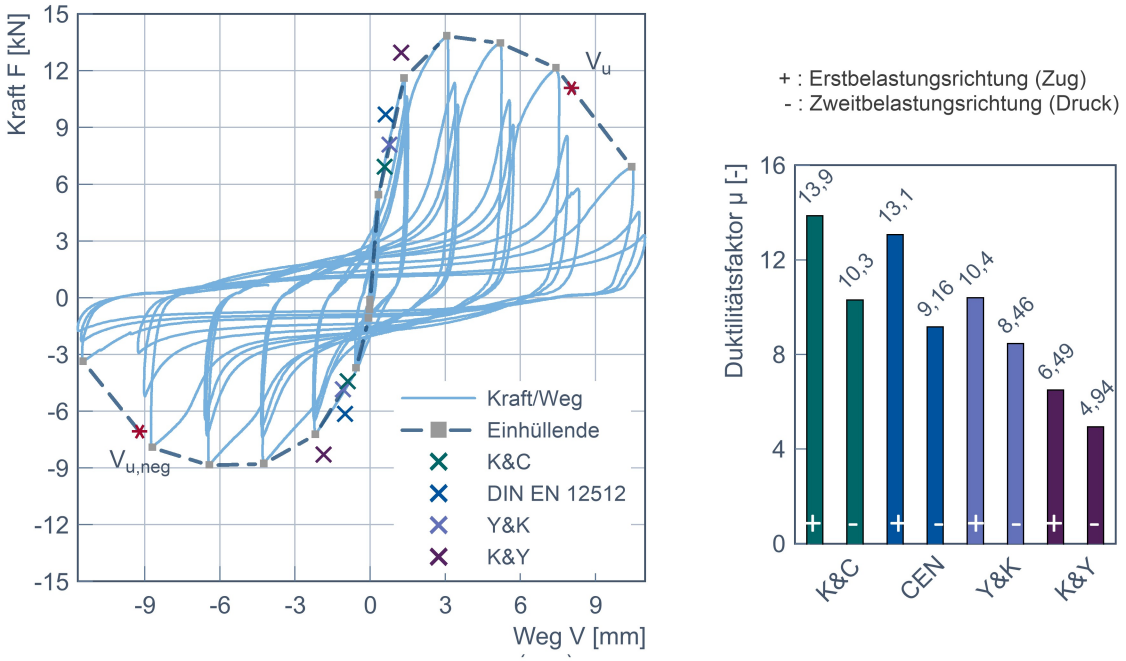
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

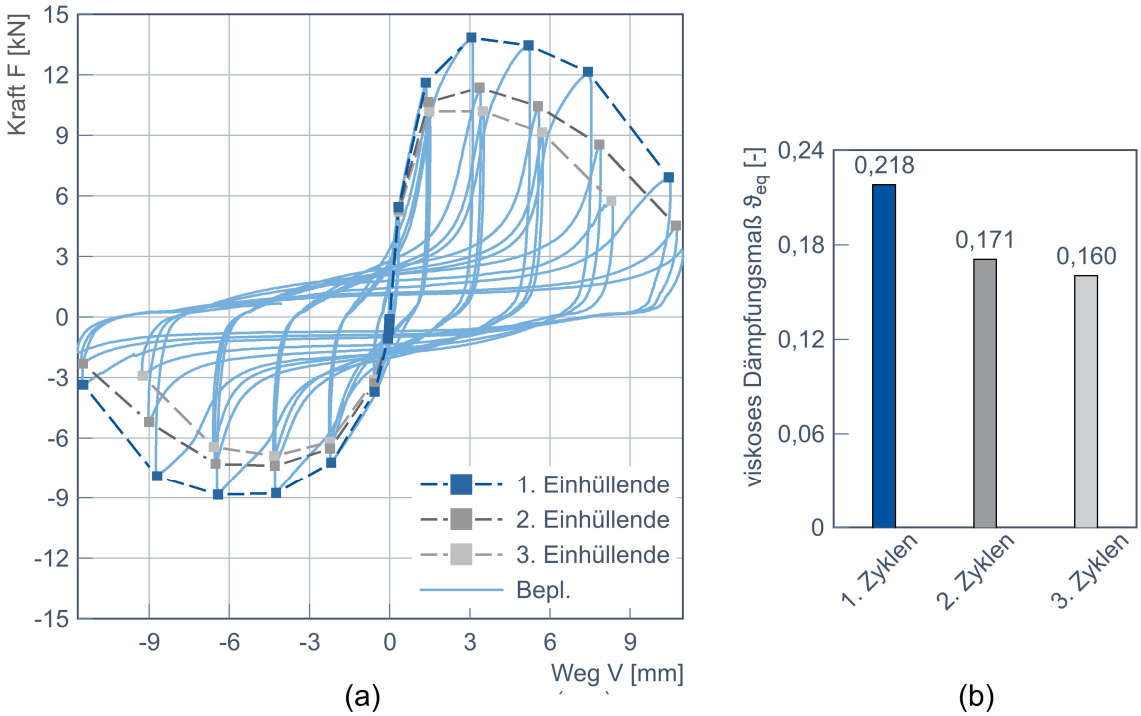
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

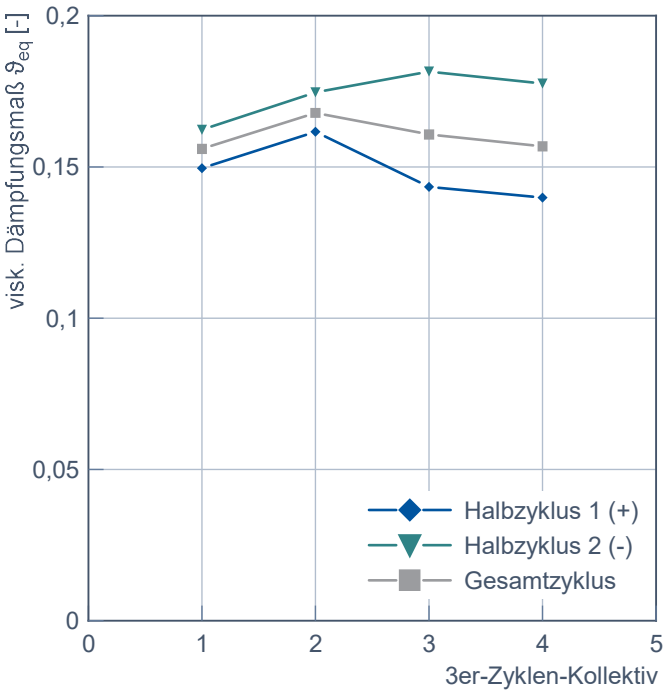
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß

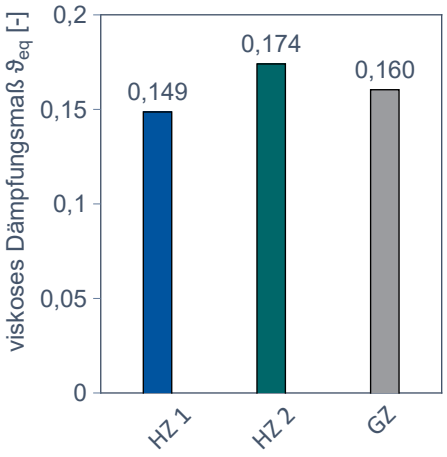


(a) (b)

(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



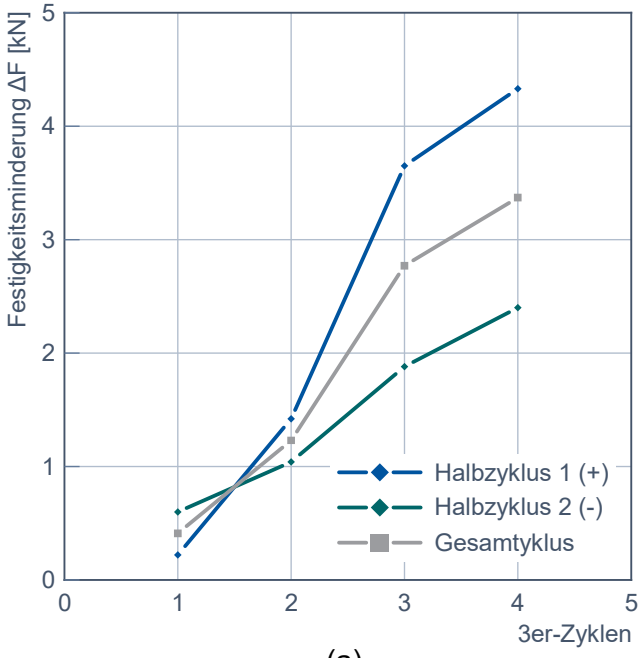
(a)



(b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



(a)

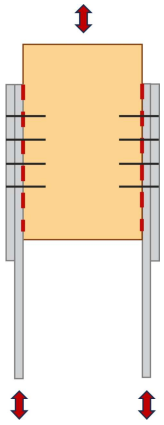
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	4,0%	16,1%	10,1%
2	12,2%	14,4%	13,3%
3	26,4%	21,5%	23,9%
4	32,1%	27,1%	29,6%
$\bar{x}$	18,7%	19,8%	19,2%

(b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

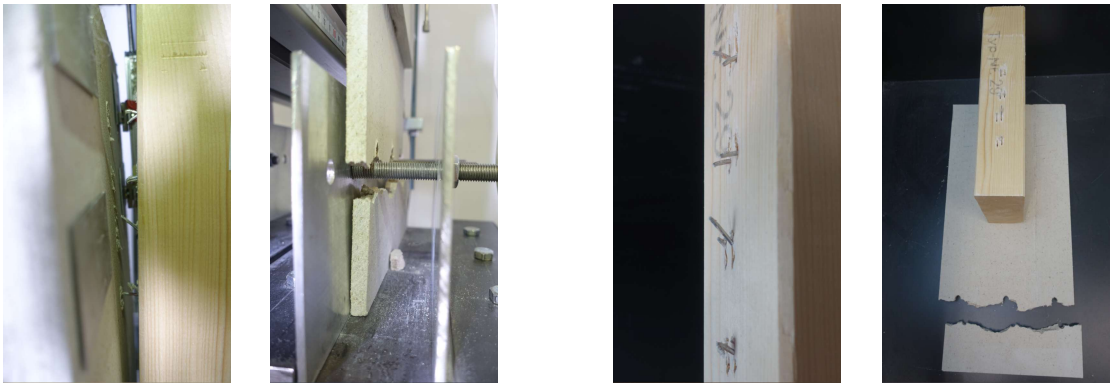
Versuch: 7-ST-GFB12,5-GFB12,5-st1,80-c3

Datum:	20.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	43,0 %RH
Temperatur:	22,9 °C



Maximale Kraft:	10,64 kN (-13,89 kN)	Weg: 2,70 mm (-8,35 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,33 kN (-1,74 kN)	V_u :2,70 mm (-11,63 mm)
Versagen:	Rechte Beplankung an Gewindestangen durchgebrochen	
Bemerkung:	Linke Seite versagt später durch Ermüdung der Klammern	

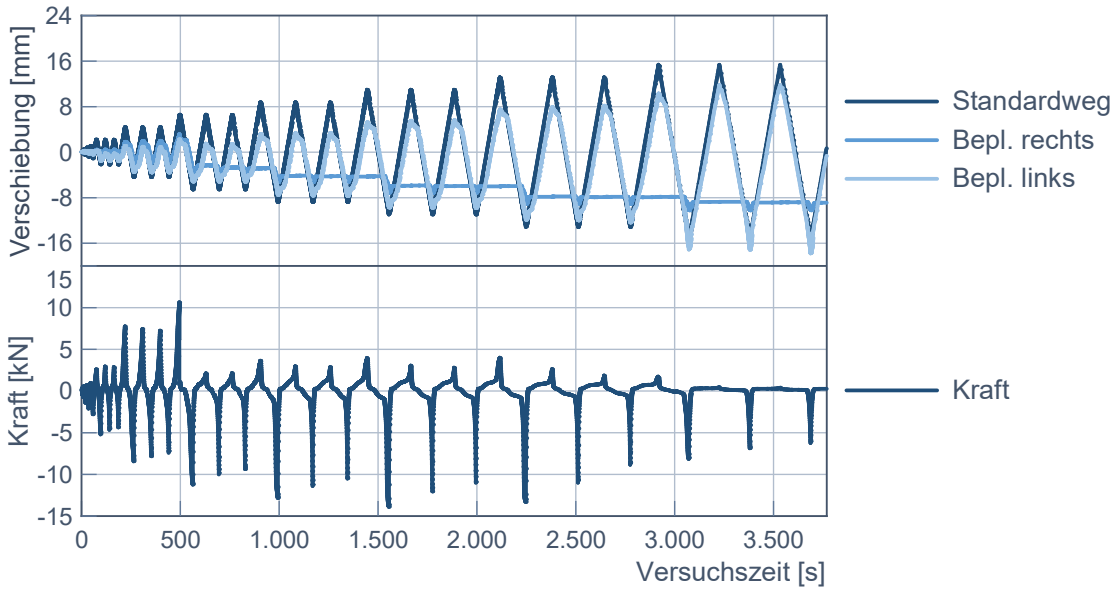
Versagensmodus



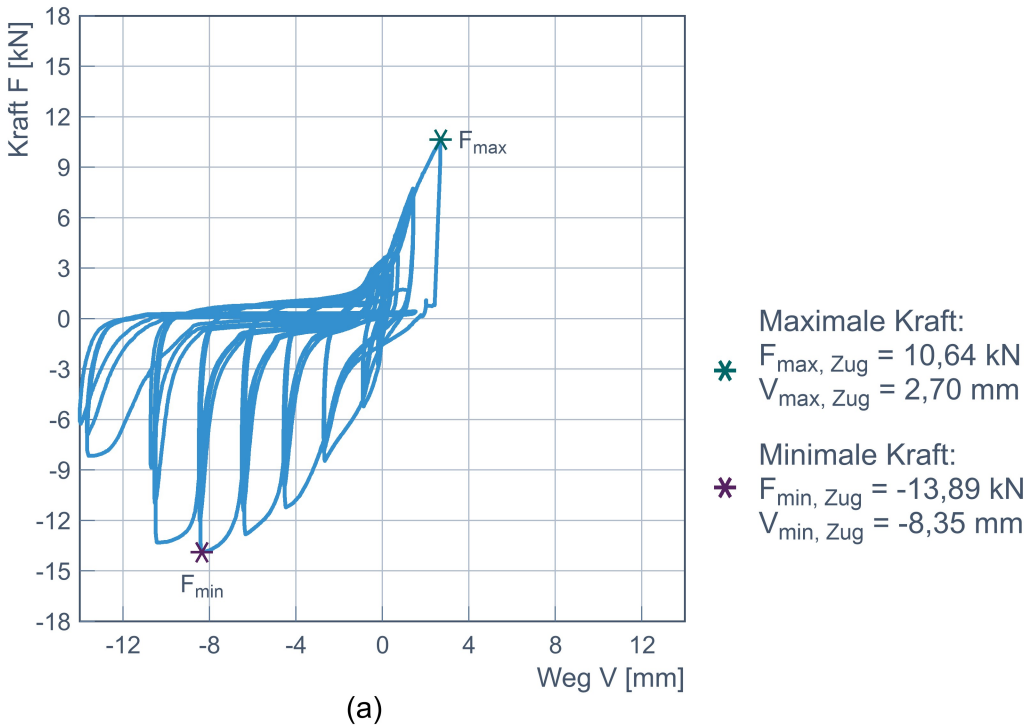
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



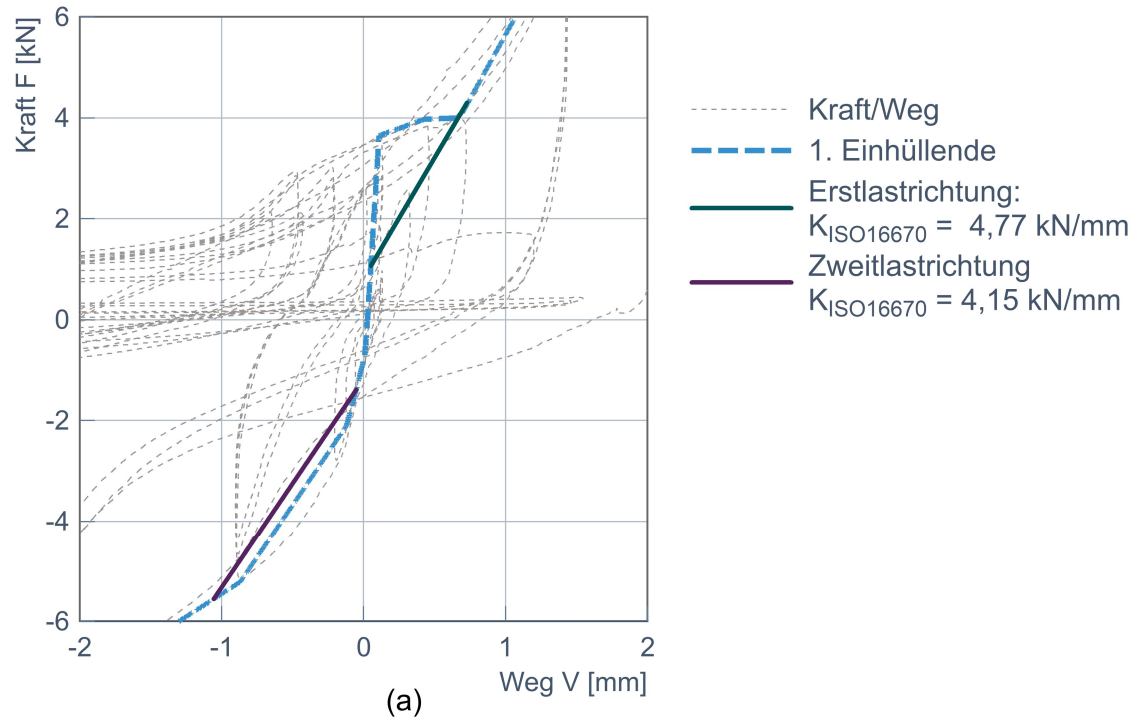
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

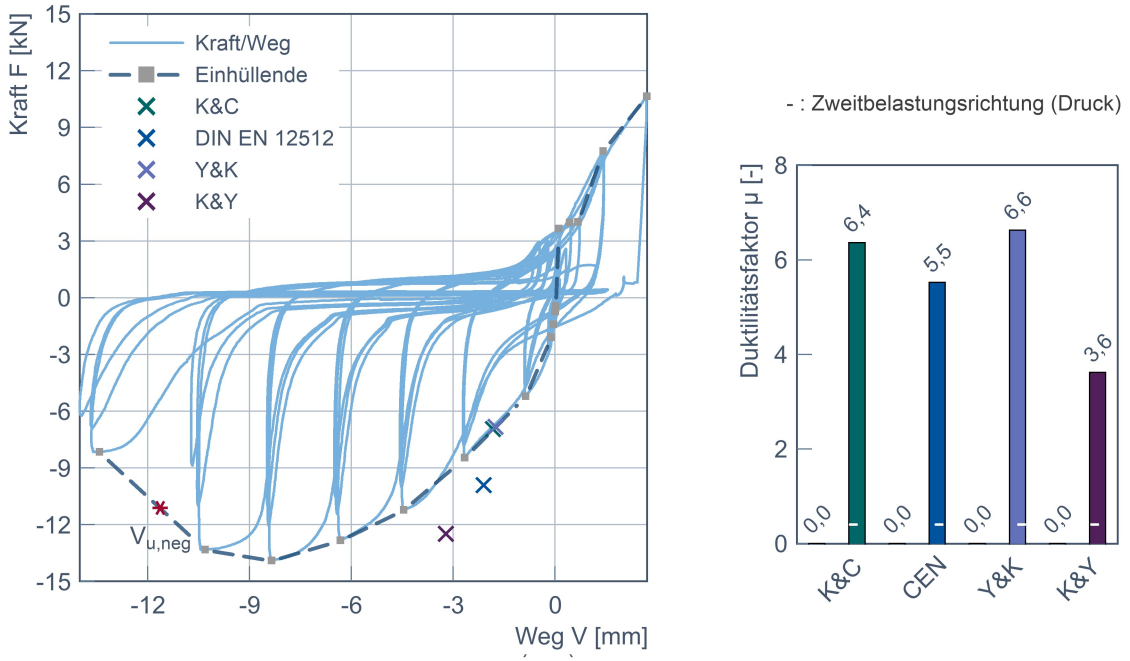
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

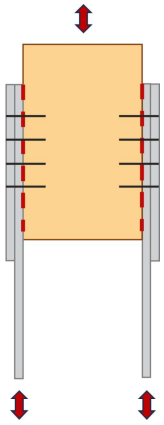
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß

die Ermittlung des viskosen Dämpfungsmaßes ist aufgrund des frühzeitigen Versagens der Beplankung nicht möglich

Versuch: 8-ST-GFB18-GFB18-st1,80-c1

Datum:	21.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	43,0 %RH
Temperatur:	23,4 °C



Maximale Kraft:	7,84 kN (-6,08 kN)	Weg: 4,11 mm (-6,75 mm)
Max. Kraft pro VM:	0,98 kN (-0,76 kN)	V_u : 9,02 mm (-12,23 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	-	

Versagensmodus

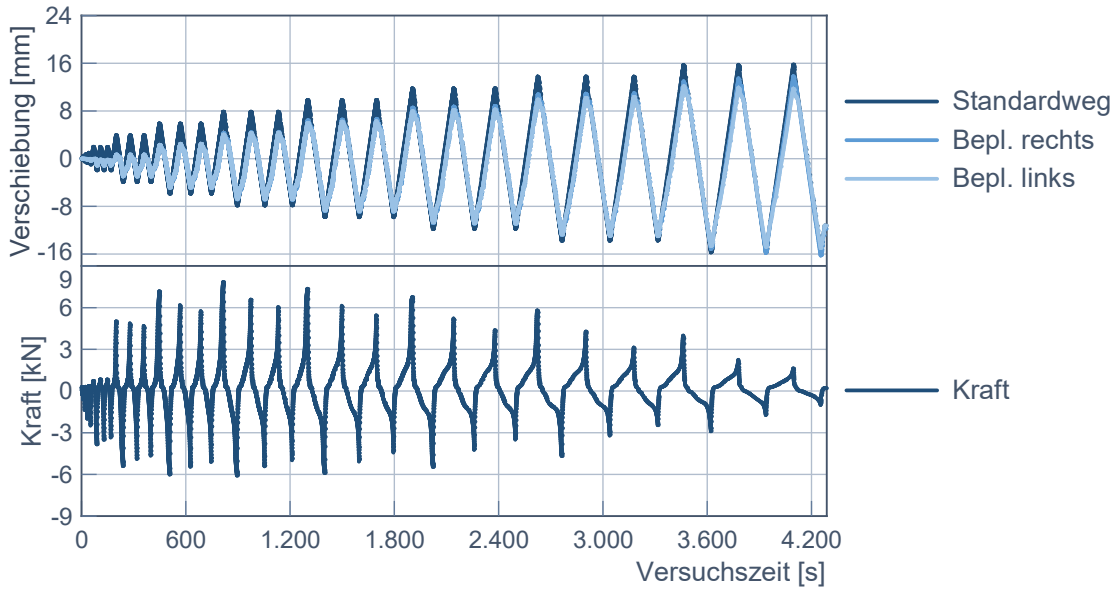


a) in Globalansicht nach Prüfende

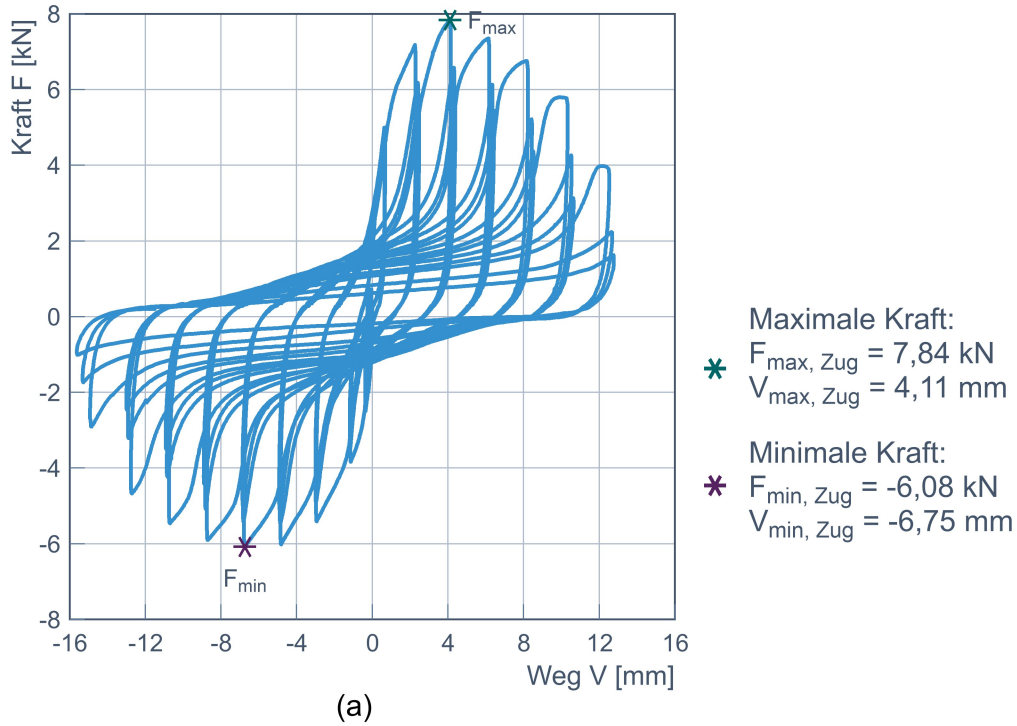


b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



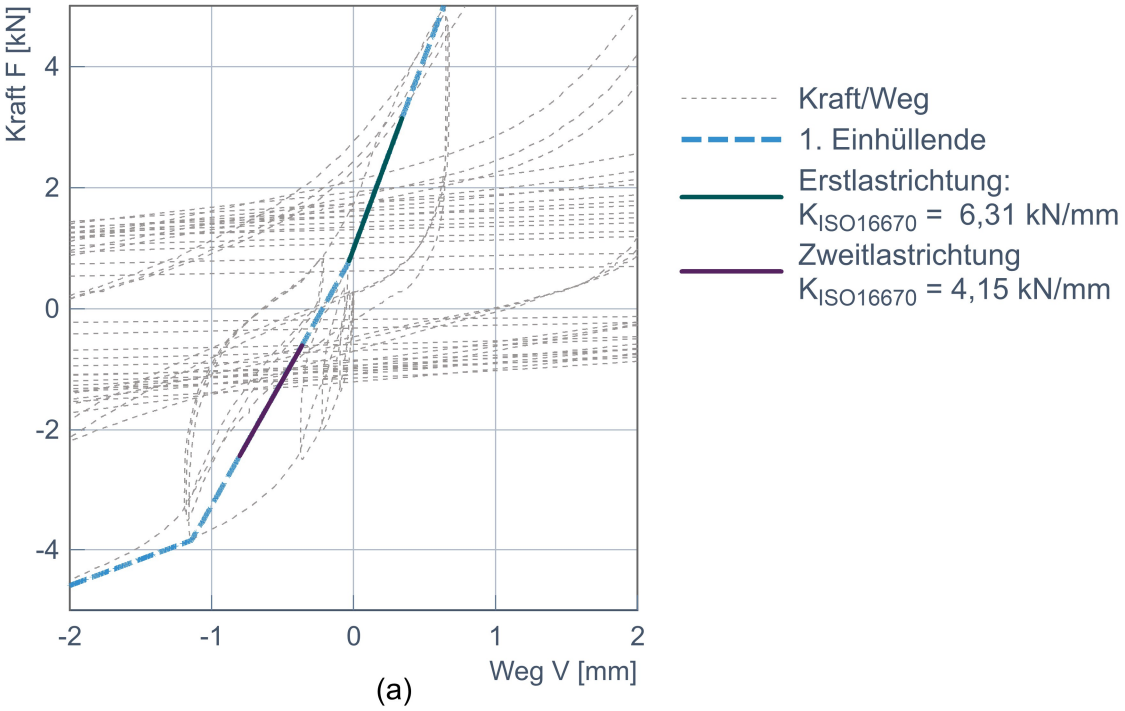
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

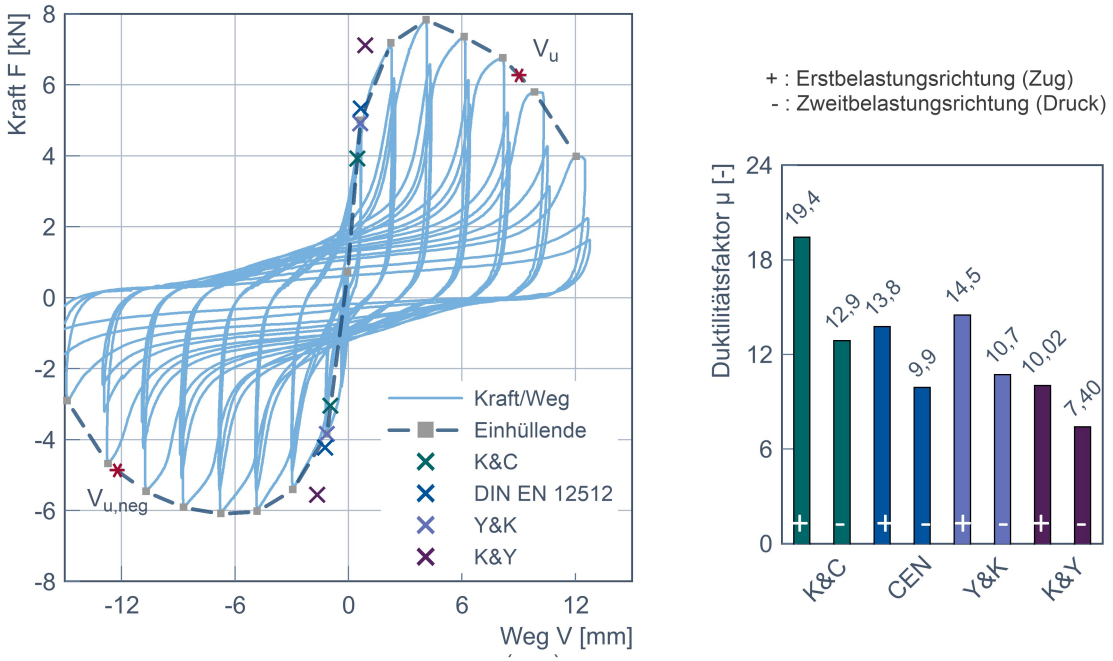
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

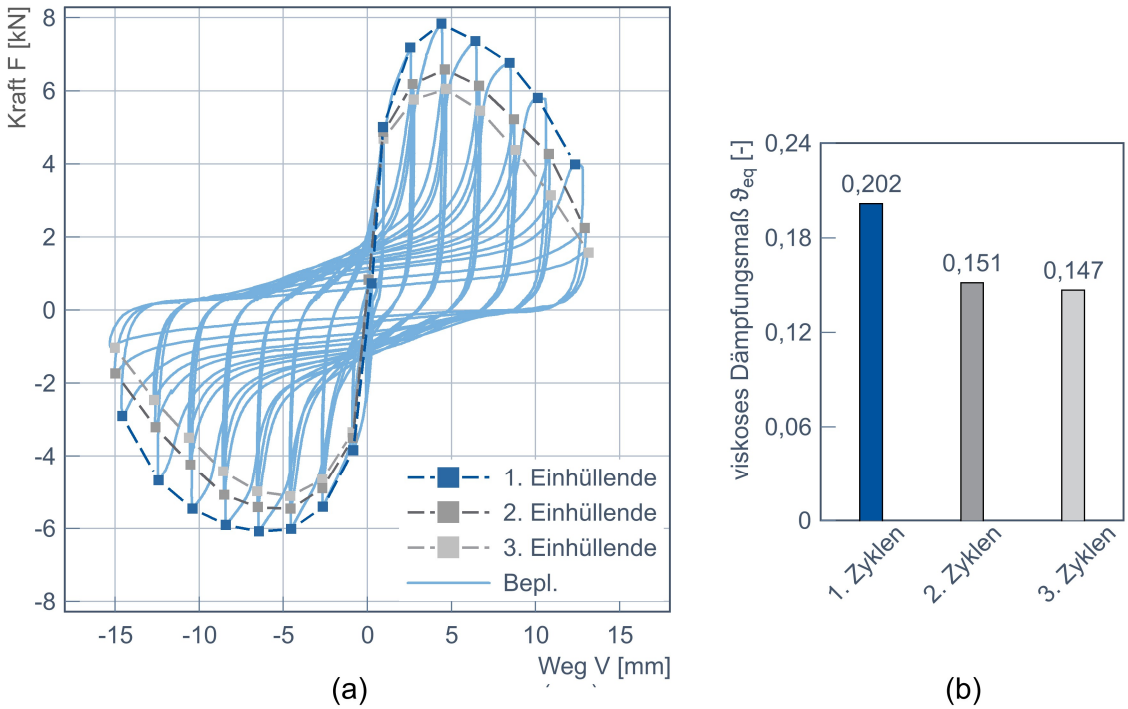
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

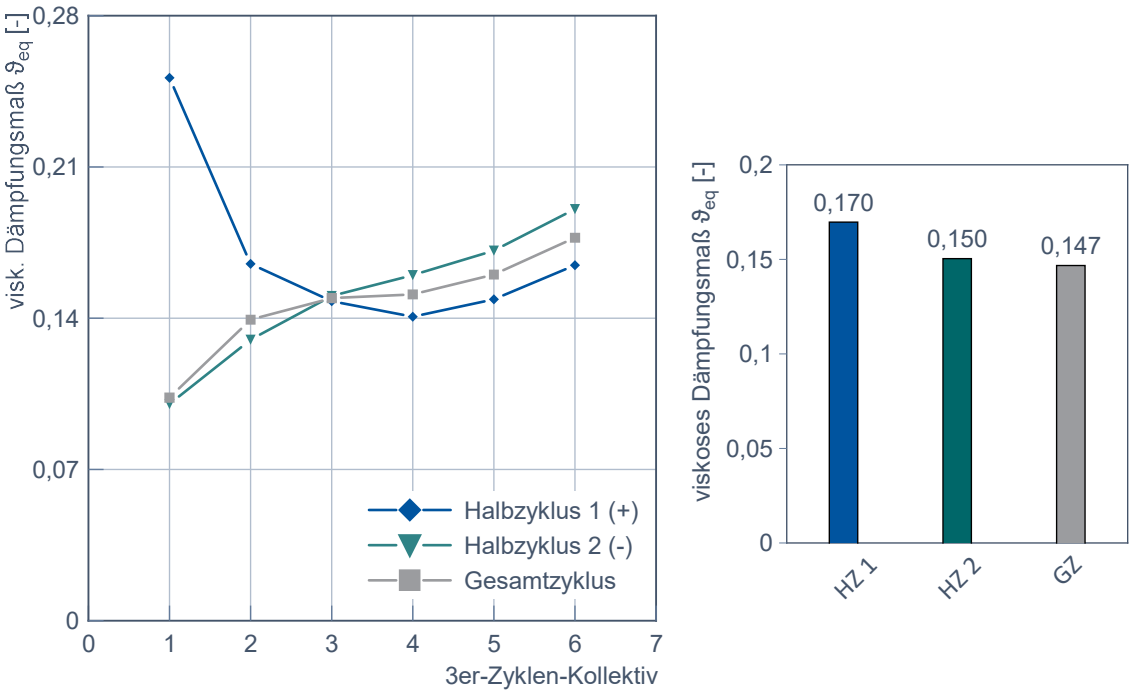
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

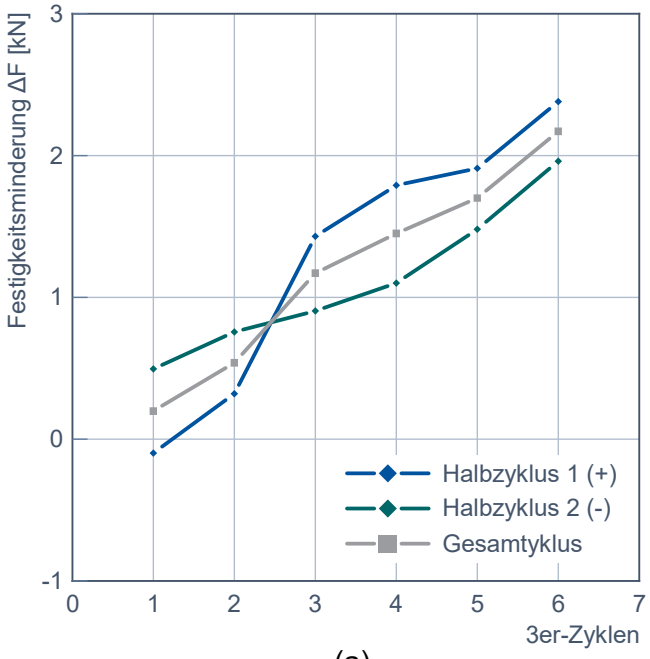
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



(a)

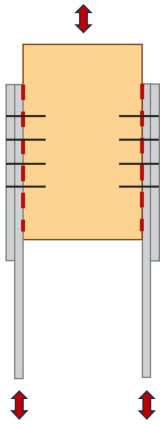
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-13,6%	12,9%	-0,3%
2	6,4%	14,0%	10,2%
3	19,9%	15,0%	17,4%
4	22,9%	18,1%	20,5%
5	25,9%	25,1%	25,5%
6	35,3%	35,9%	35,6%
$\bar{x}$	16,1%	20,2%	18,1%

(b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 8-ST-GFB18-GFB18-st1,80-c2

Datum:	21.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	8
Luftfeuchtigkeit:	43,0 %RH
Temperatur:	23,0 °C



Maximale Kraft:	7,33 kN (-4,85 kN)	Weg: 3,72 mm (-5,26 mm)
Max. Kraft pro VM:	0,92 kN (-0,61 kN)	V_u : 8,38 mm (-9,23 mm)
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe	
Bemerkung:	Löcher nachgeschliffen	

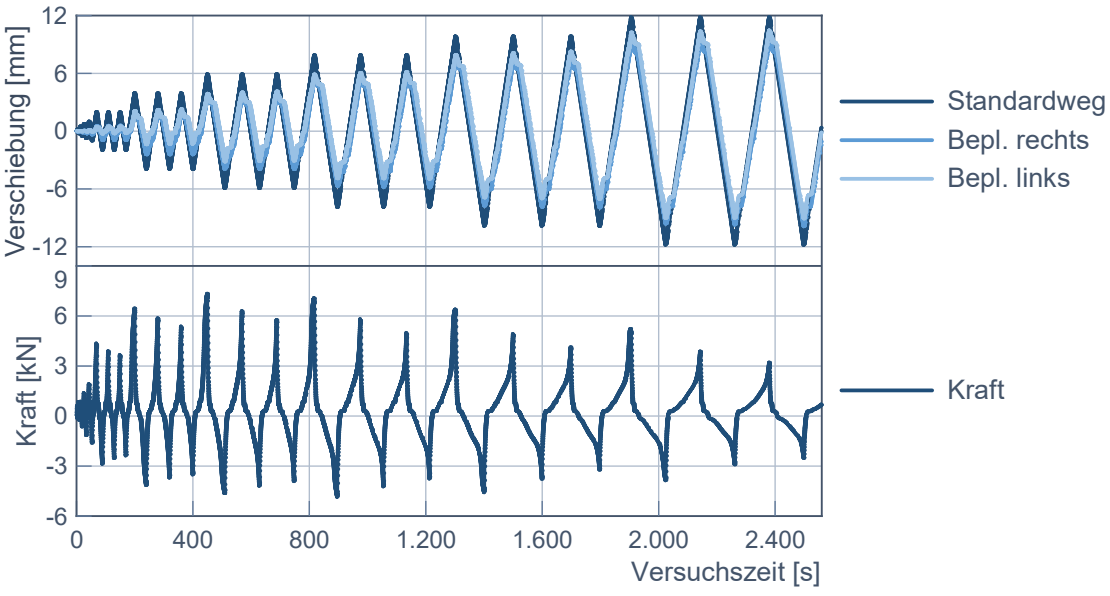
Versagensmodus



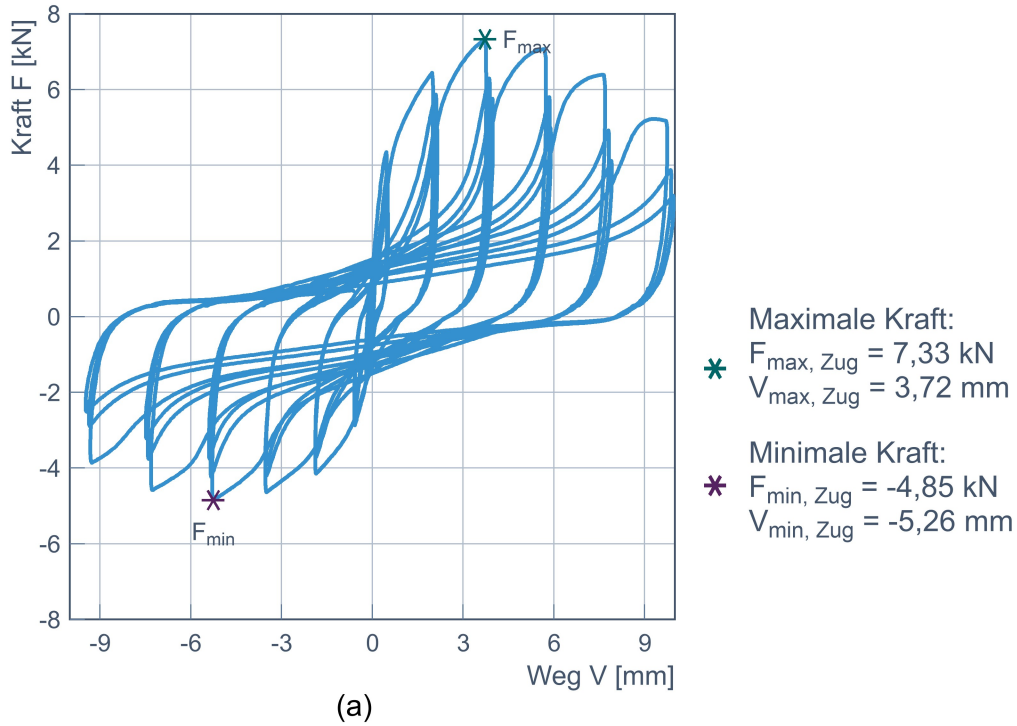
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



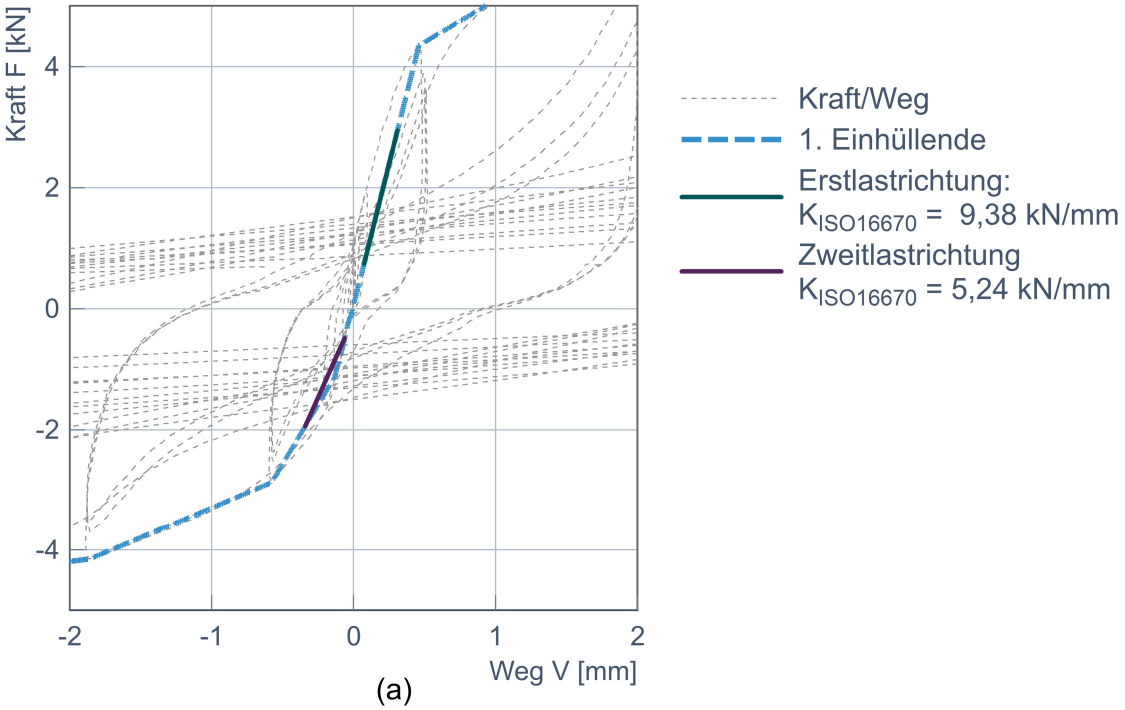
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

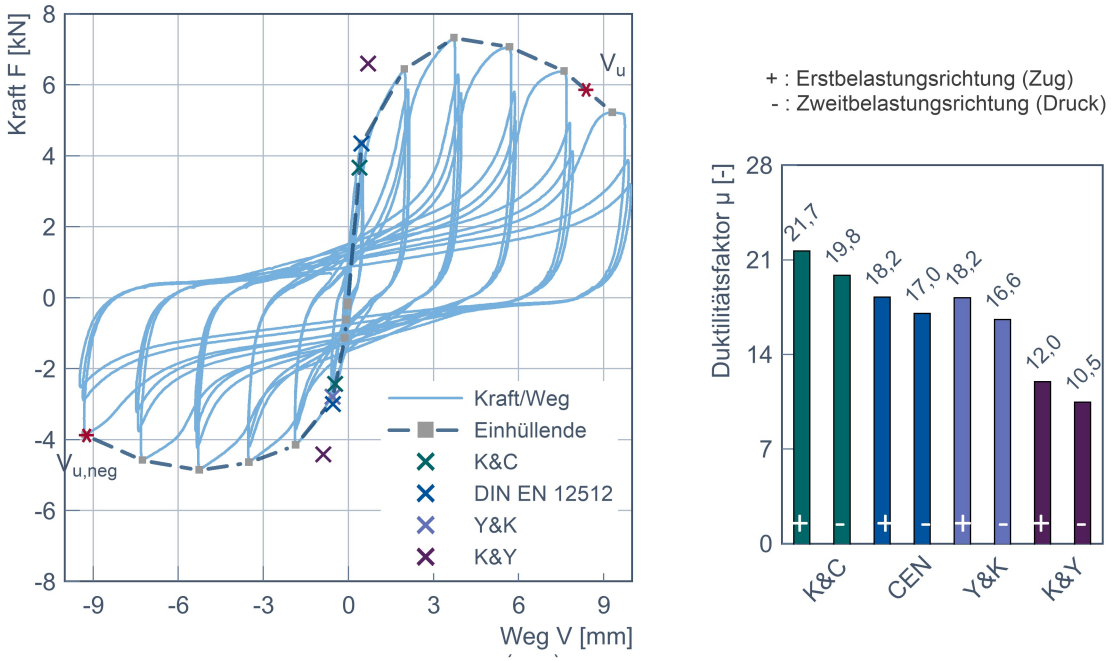
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

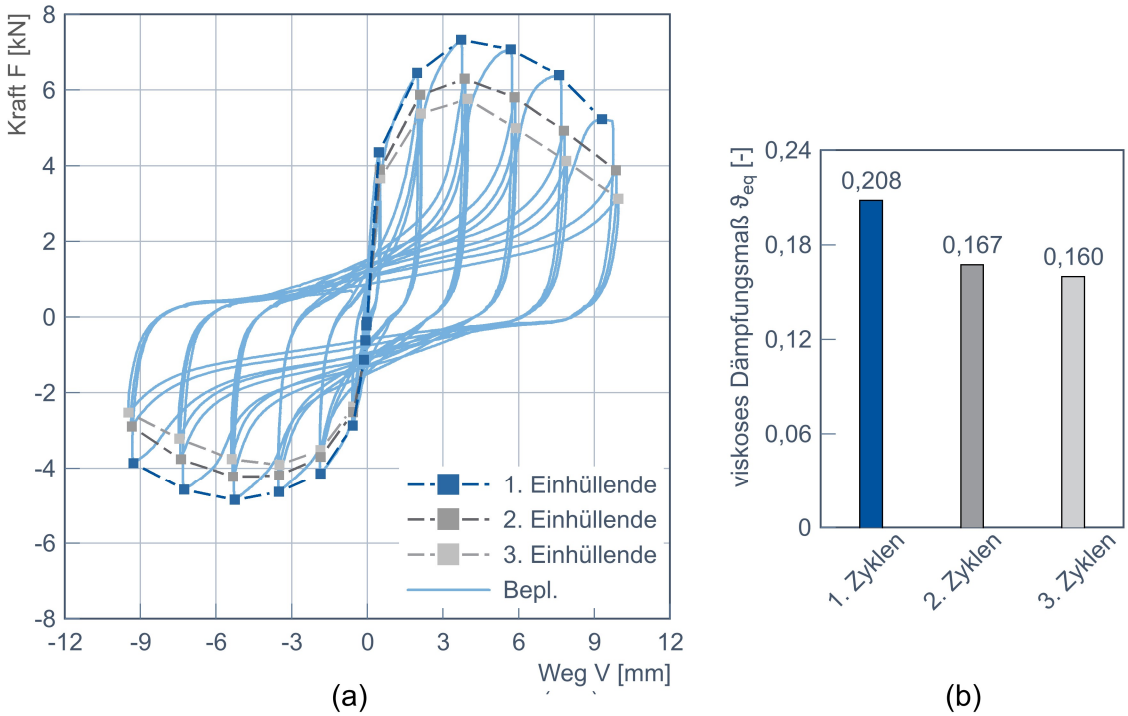
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

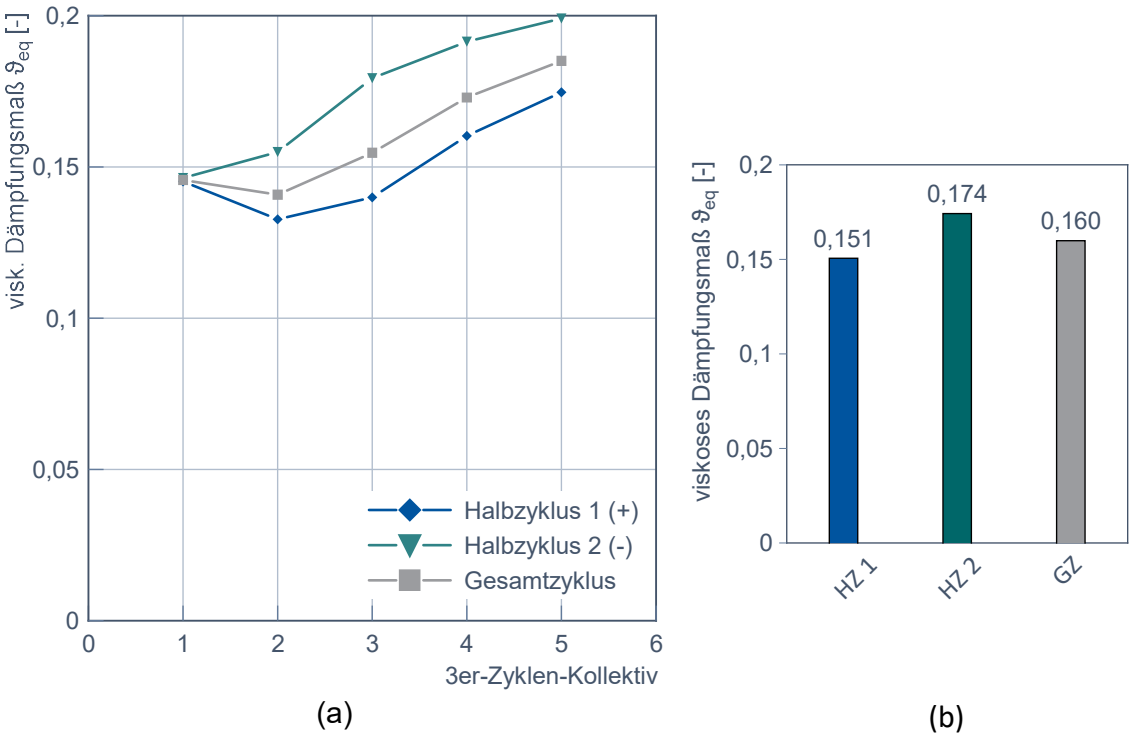
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



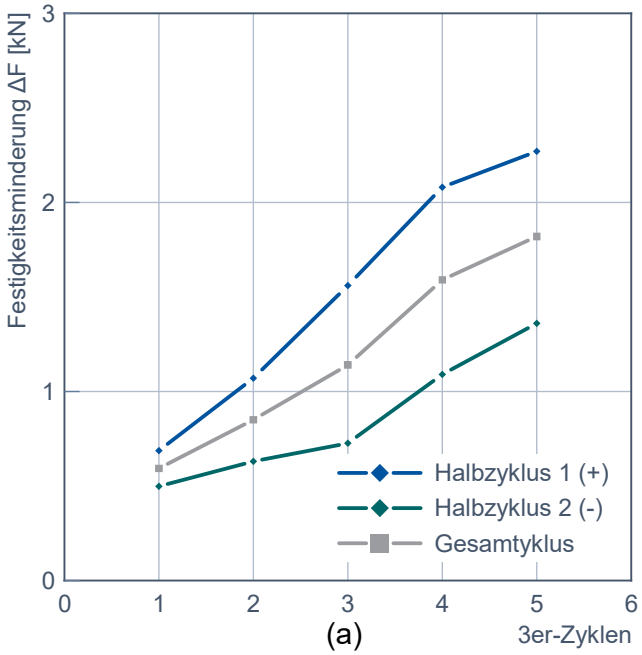
(a) (b)

(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



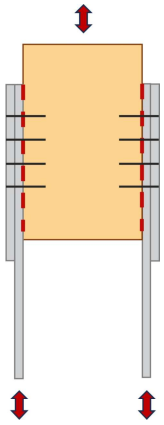
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	15,8%	17,3%	16,6%
2	16,6%	15,2%	15,9%
3	21,3%	15,7%	18,5%
4	29,5%	22,5%	26,0%
5	35,5%	29,7%	32,6%
$\bar{x}$	23,7%	20,1%	21,9%

(b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 8-ST-GFB18-GFB18-st1,80-c3

Datum:	21.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Beplankung-Rippe
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	10
Luftfeuchtigkeit:	43,0 %RH
Temperatur:	23,0 °C



Maximale Kraft:	8,54 kN (-7,24 kN)	Weg: 3,72 mm (-5,48 mm)
Max. Kraft pro VM:	0,85 kN (-0,72 kN)	V_u : 6,63 mm (-8,32 mm)
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Rippe	
Bemerkung:	Auf der rechten Seite auf Position der dritten Klammer wurde 3x direkt übereinander geschossen; Löcher nachgeschliffen	

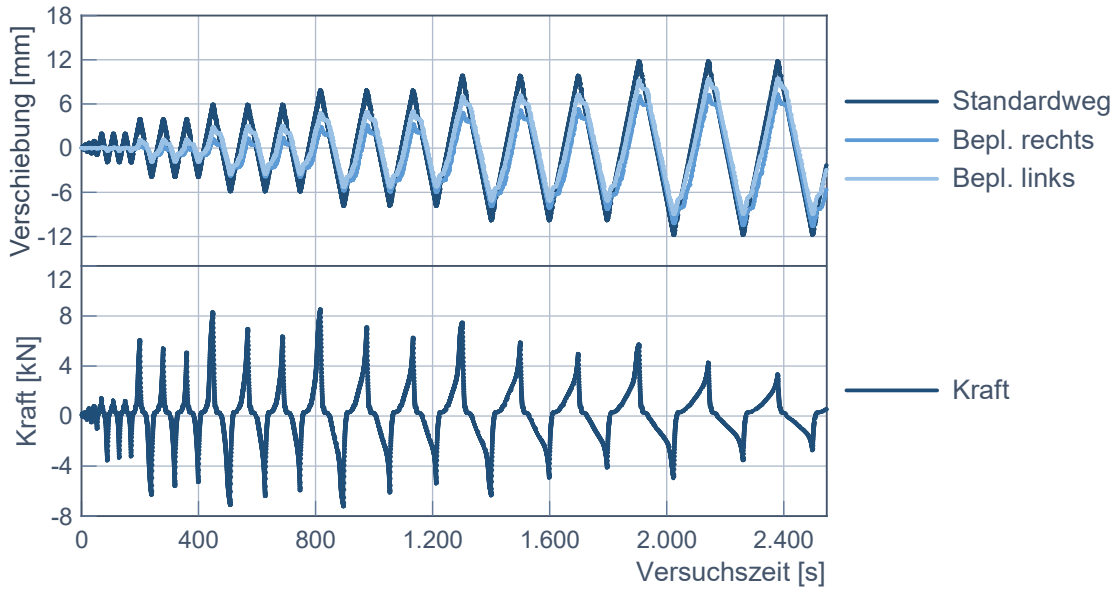
Versagensmodus



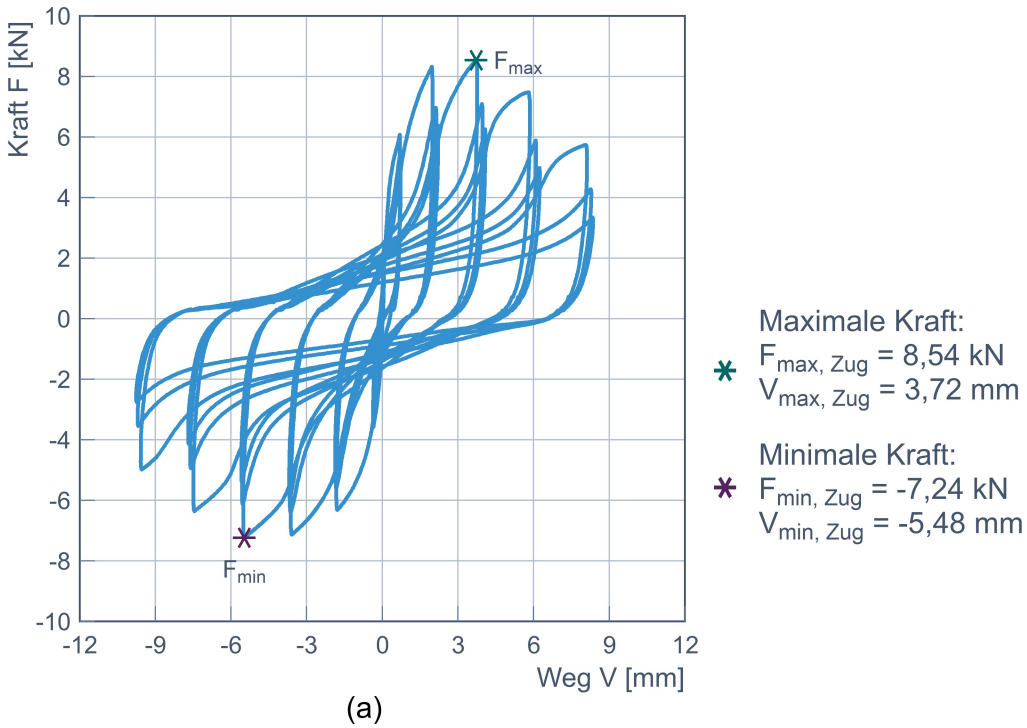
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



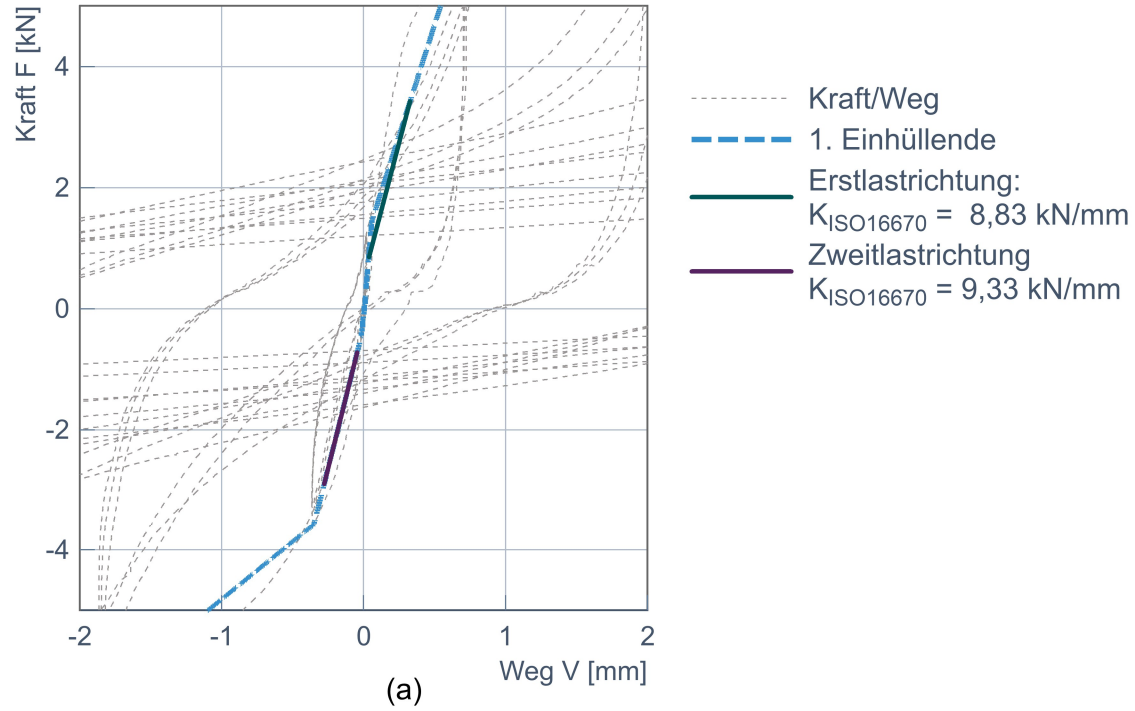
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

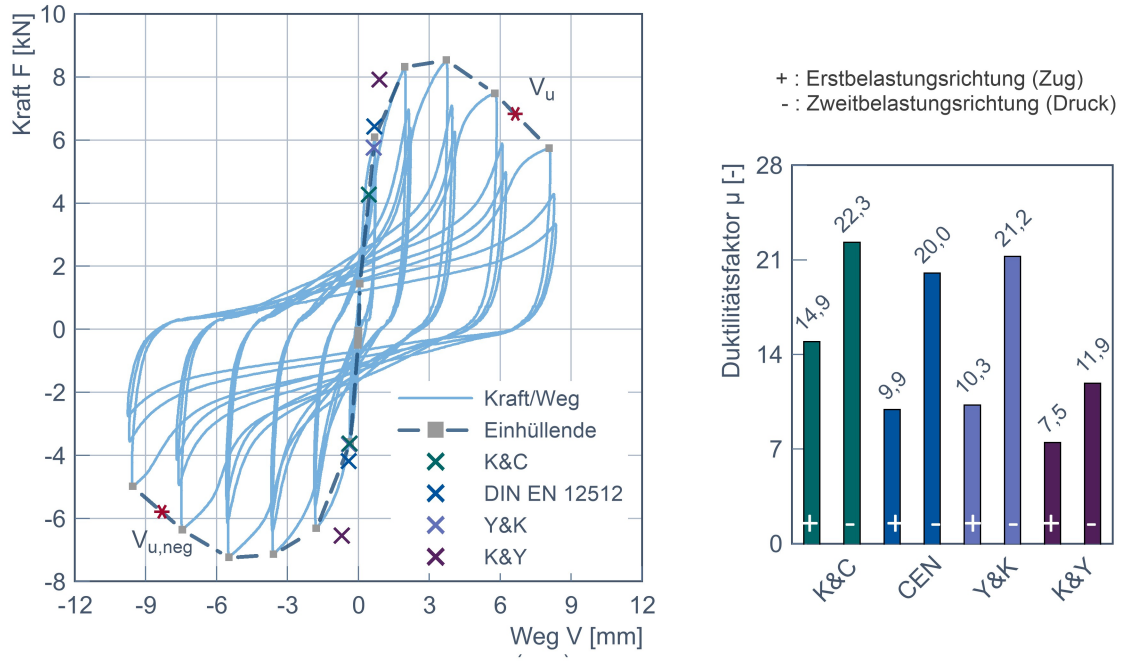
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

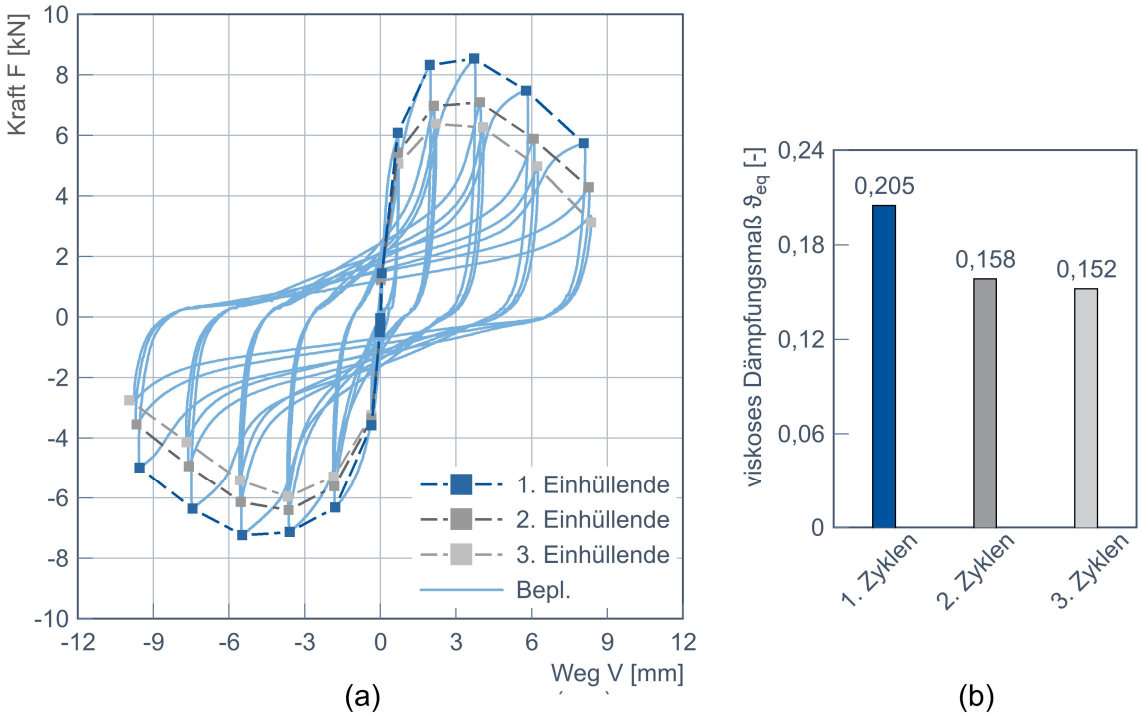
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

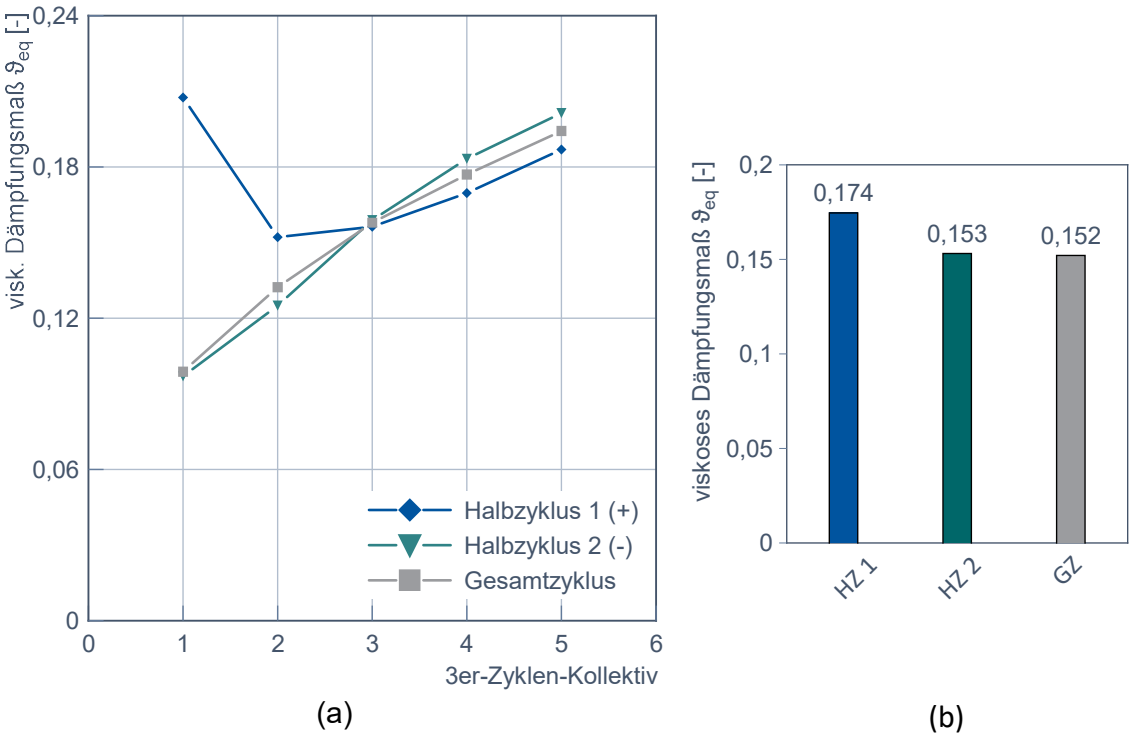
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

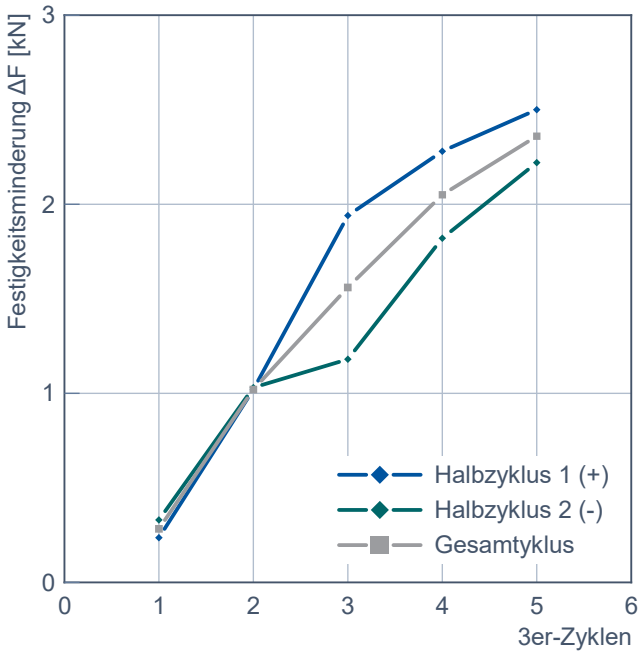
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



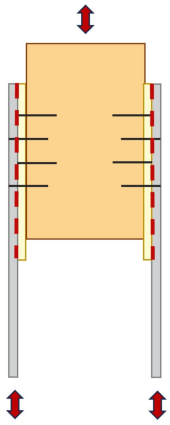
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	16,3%	9,2%	12,8%
2	16,7%	16,3%	16,5%
3	23,3%	16,5%	19,9%
4	26,7%	25,2%	25,9%
5	33,4%	34,9%	34,2%
$\bar{x}$	23,3%	20,4%	21,9%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 9-CT-OSB15-GFB12,5-st1,80-c1

Datum:	22.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	38,0 %RH
Temperatur:	22,5 °C



Maximale Kraft:	4,98 kN (-4,35 kN)	Weg: 2,02 mm (-3,16 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,24 kN (-1,09 kN)	V_u : 3,85 mm (-4,83 mm)
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Bekleidung	
Bemerkung:	Löcher neu gebohrt (d= 12mm, 4 cm höher) & Bekleidung unten (4 cm) abgesägt	

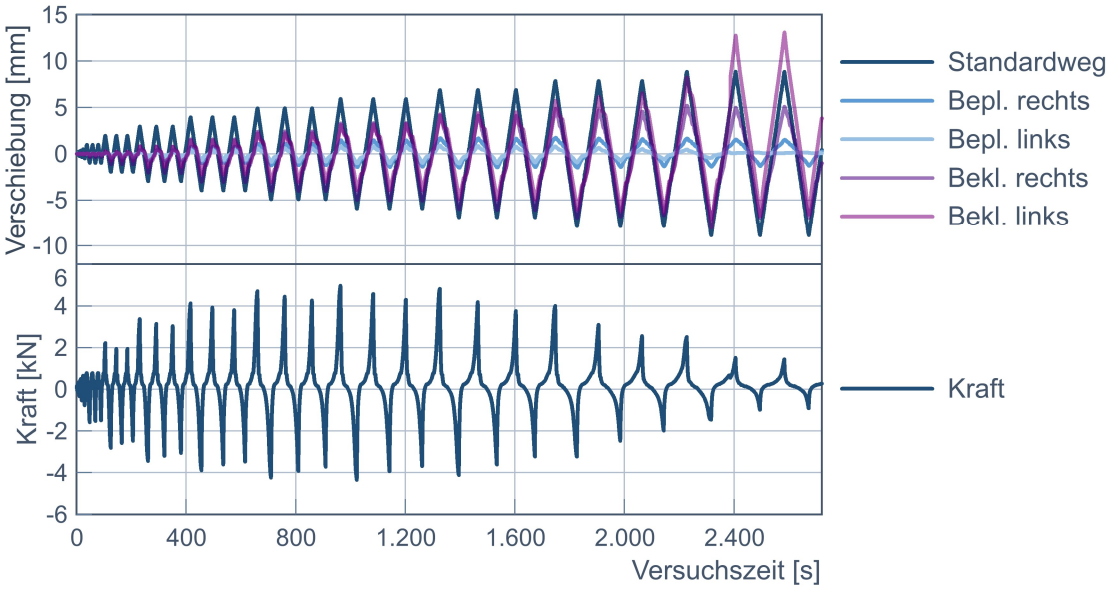
Versagensmodus



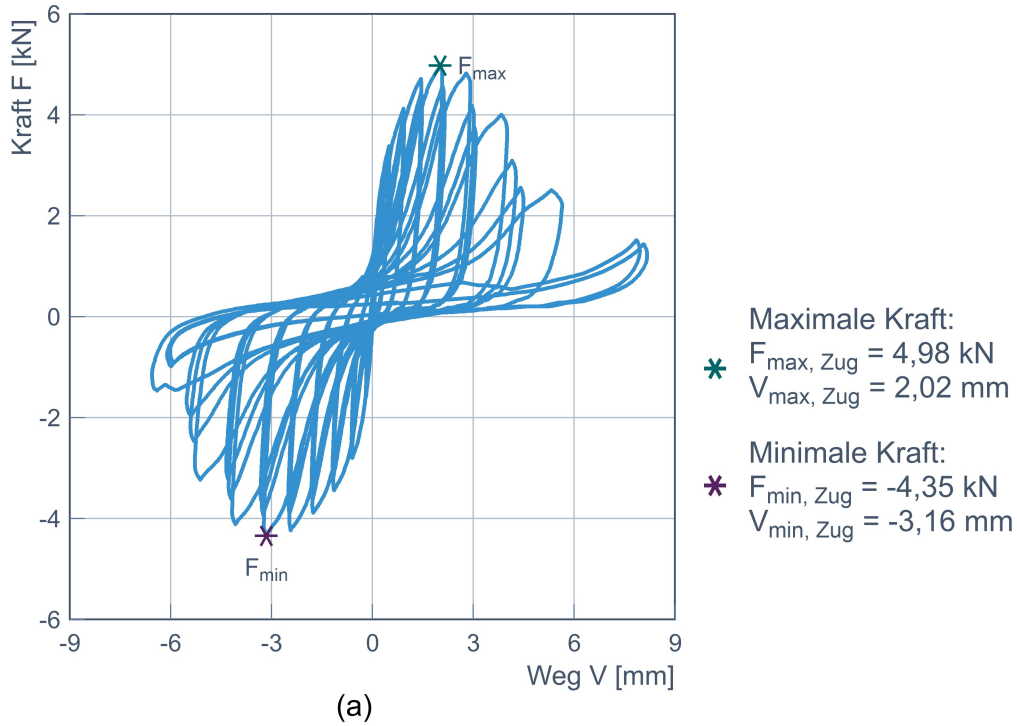
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



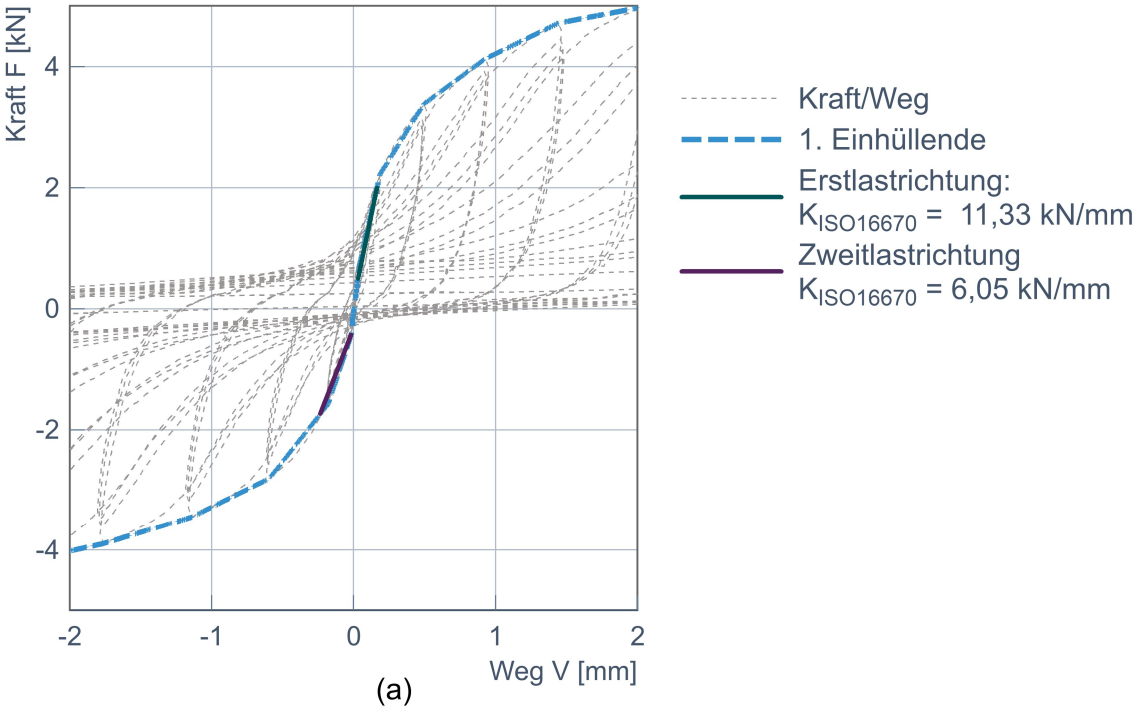
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

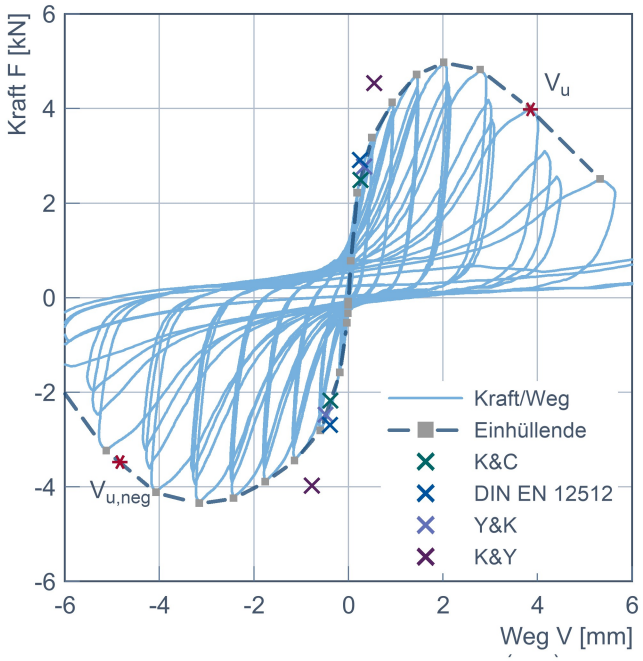
Anfangssteifigkeit



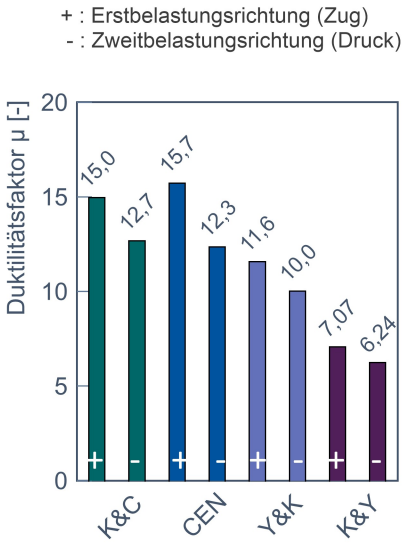
(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

Fließverformung & Duktilität



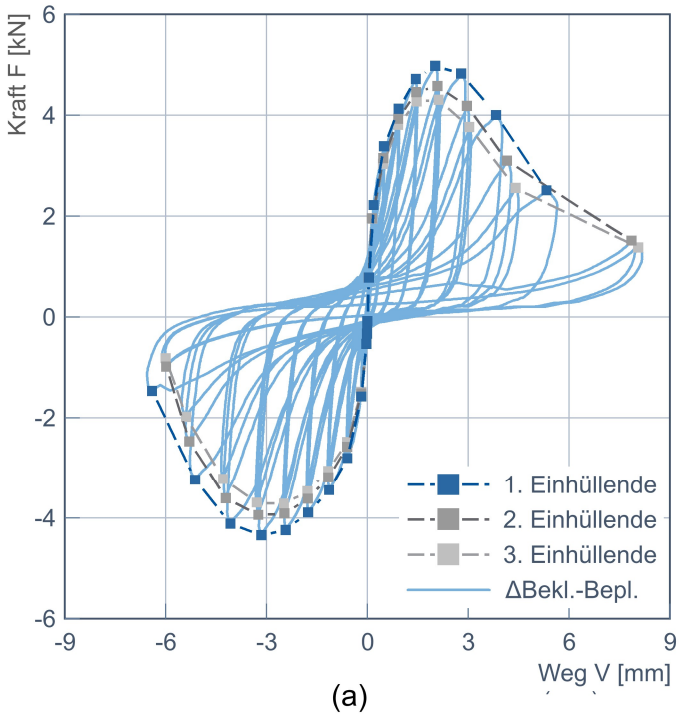
(a)



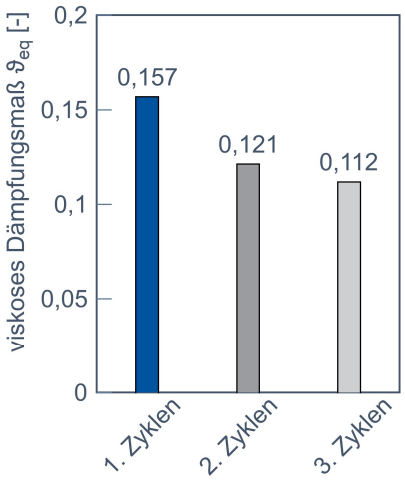
(b)

(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß

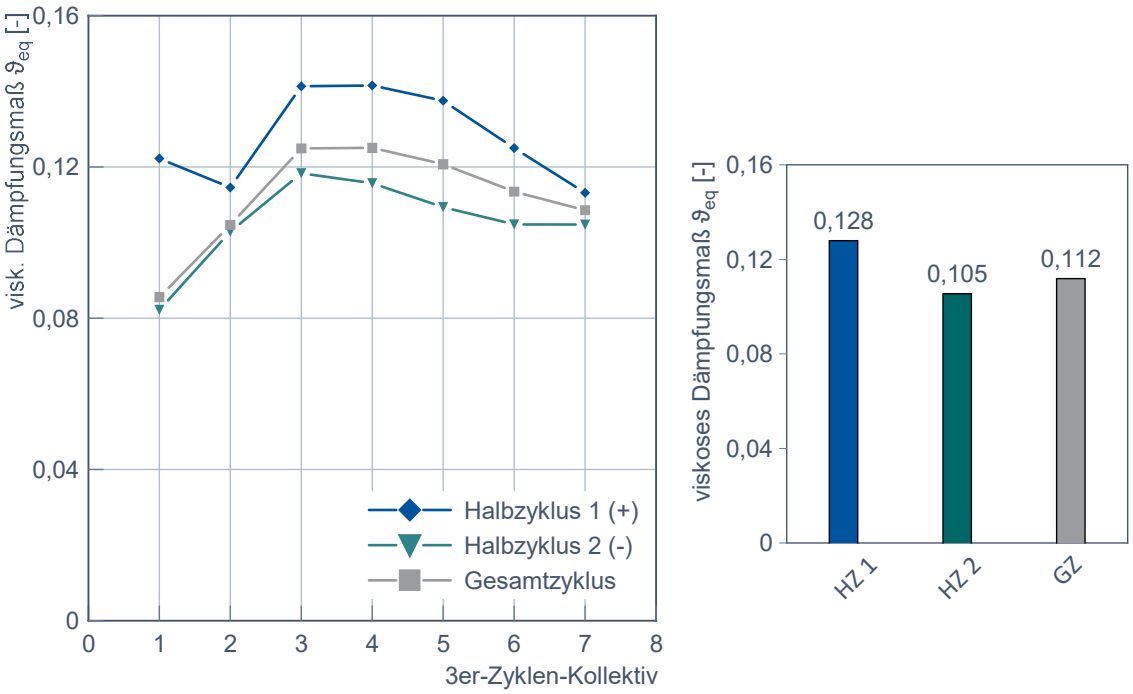


(a)



(b)

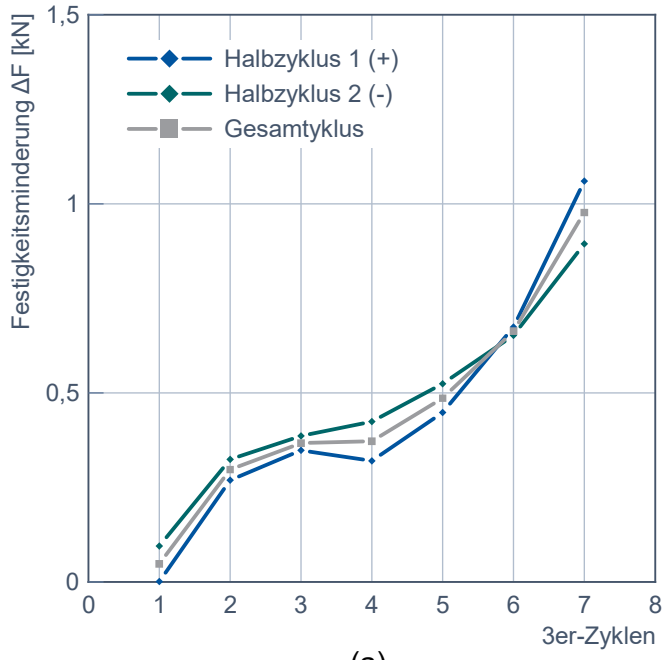
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



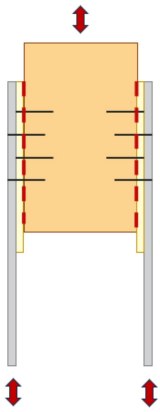
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	0,1%	6,0%	3,1%
2	12,1%	11,5%	11,8%
3	10,3%	11,2%	10,7%
4	7,7%	10,9%	9,3%
5	9,5%	12,4%	10,9%
6	13,5%	15,0%	14,3%
7	22,0%	21,7%	21,8%
$\bar{x}$	10,8%	12,7%	11,7%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 9-CT-OSB15-GFB12,5-st1,80-c2

Datum:	22.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	38,0 %RH
Temperatur:	22,5 °C



Maximale Kraft:	4,82 kN (-3,04 kN)	Weg: 1,95 mm (-2,73 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,21 kN (-0,76 kN)	V_u : 3,34 mm (-3,79 mm)
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Bekleidung	
Bemerkung:	Löcher neu gebohrt (d= 12mm, 4 cm höher) & Bekleidung unten (4 cm) abgesägt	

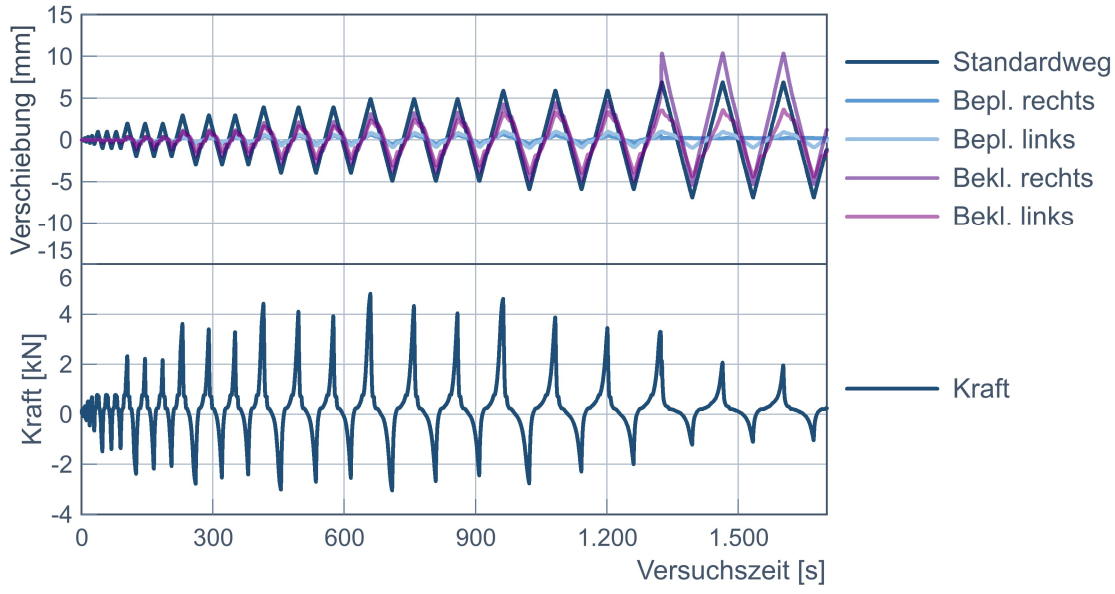
Versagensmodus



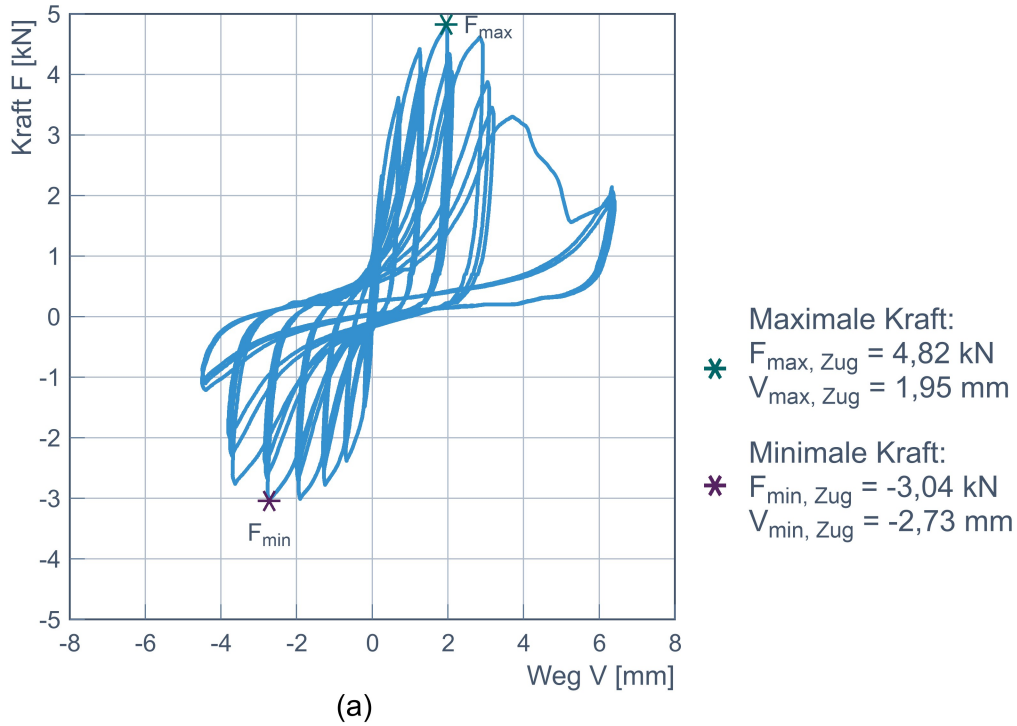
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



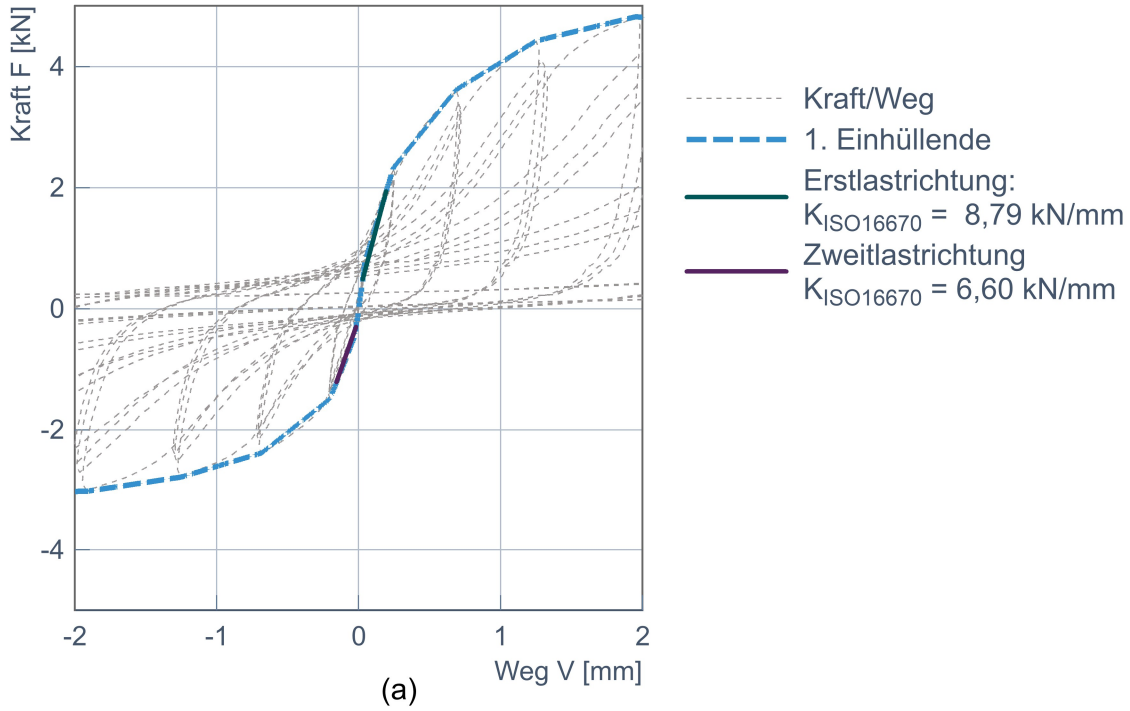
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

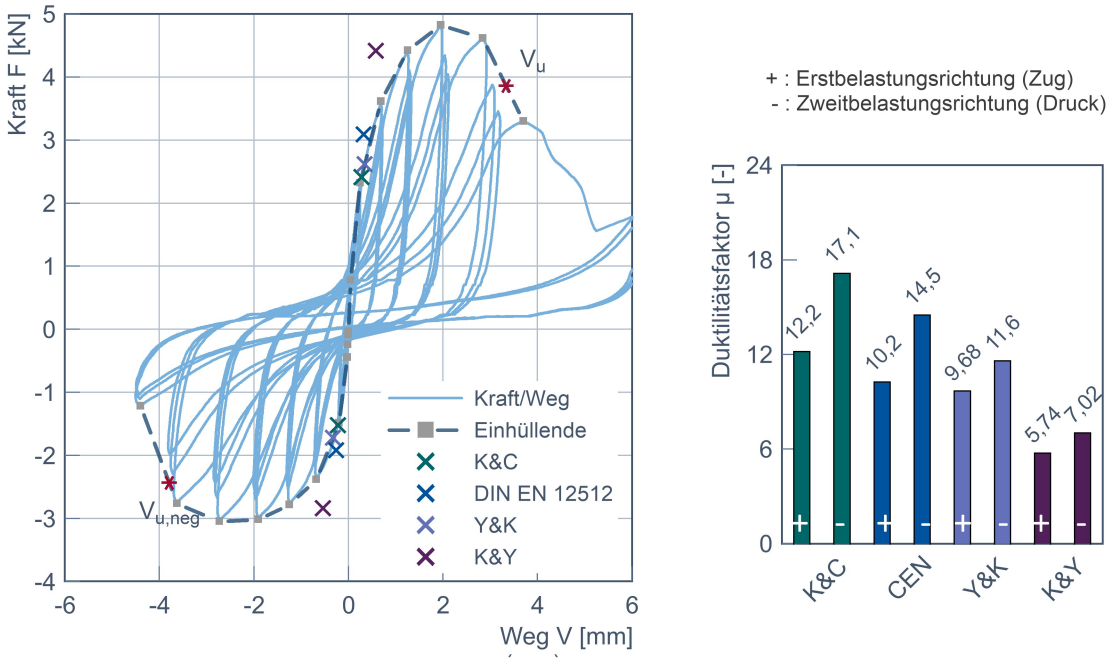
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

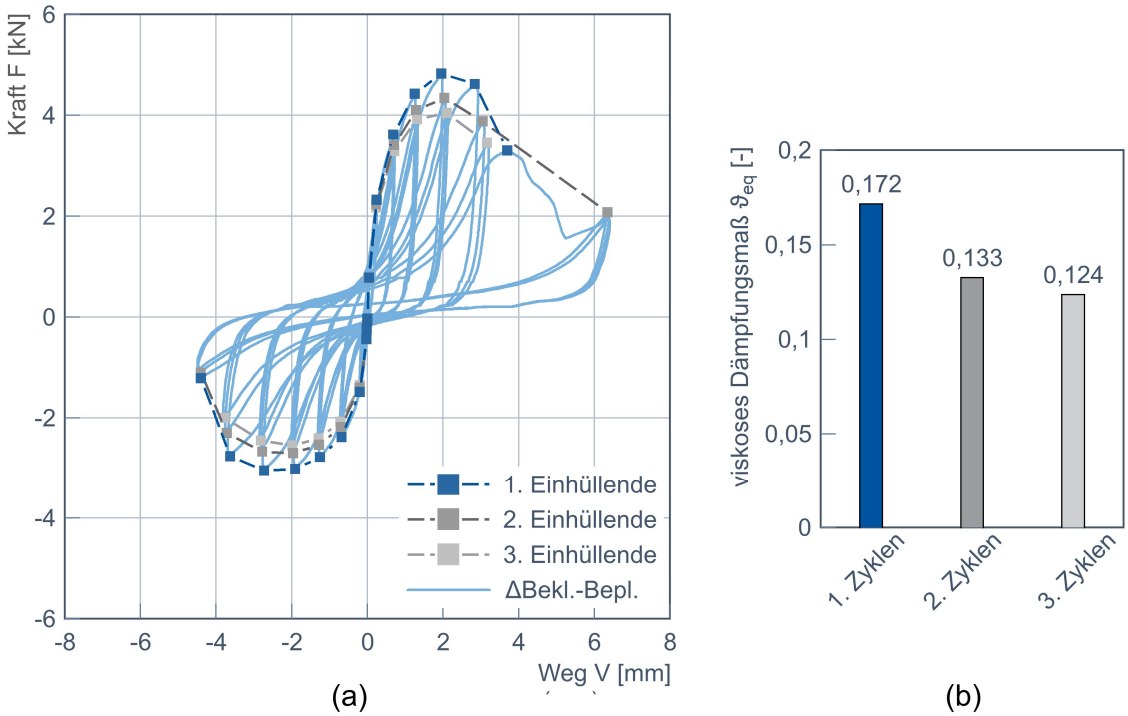
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

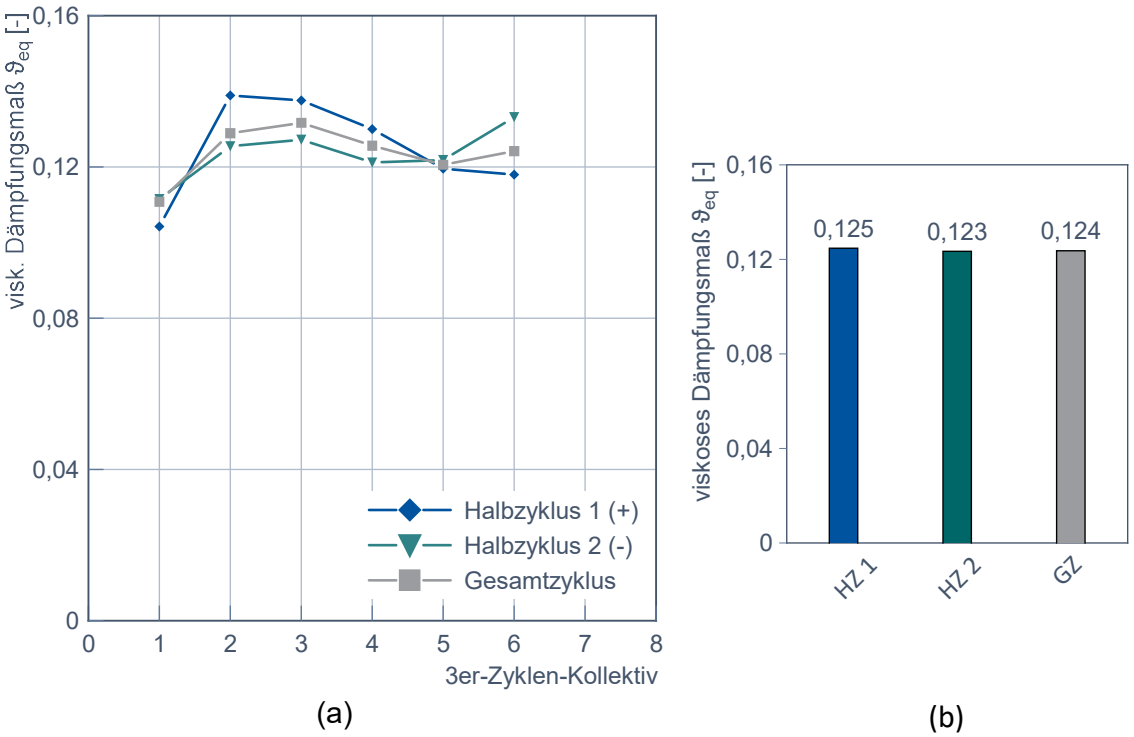
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

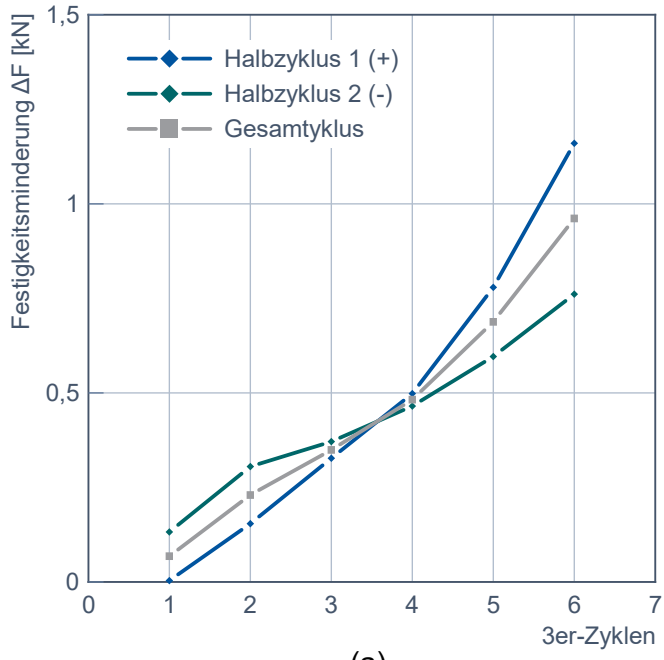
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



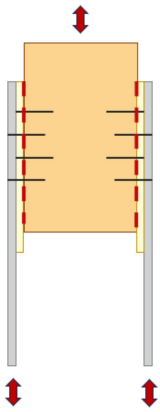
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	0,5%	8,9%	4,7%
2	6,6%	12,8%	9,7%
3	9,0%	13,3%	11,2%
4	11,3%	15,4%	13,3%
5	16,1%	19,6%	17,9%
6	25,2%	27,6%	26,4%
$\bar{x}$	11,5%	16,3%	13,9%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 9-CT-OSB15-GFB12,5-st1,80-c3

Datum:	23.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	38,0 %RH
Temperatur:	22,4 °C



Maximale Kraft:	5,73 kN (-3,28 kN)	Weg: 2,24 mm (-2,99 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,43 kN (-0,82 kN)	V_u : 3,67 mm (-5,80 mm)
Versagen:	Durchziehen des Klammerrückens durch Bekleidung	
Bemerkung:	Löcher neu gebohrt (d= 12mm, 4 cm höher) & Bekleidung unten (4 cm) abgesägt	

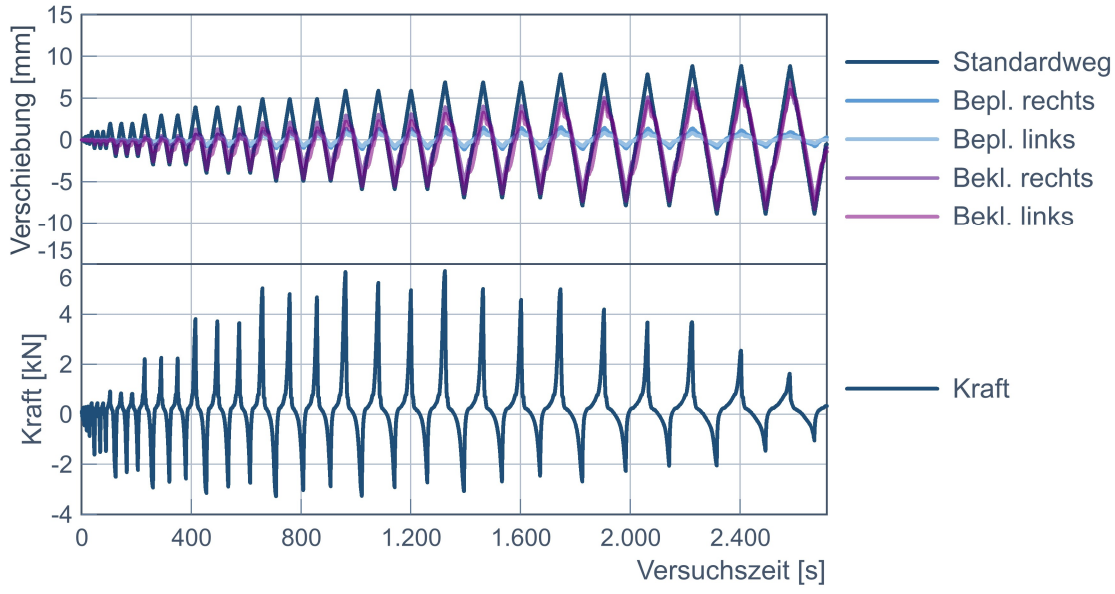
Versagensmodus



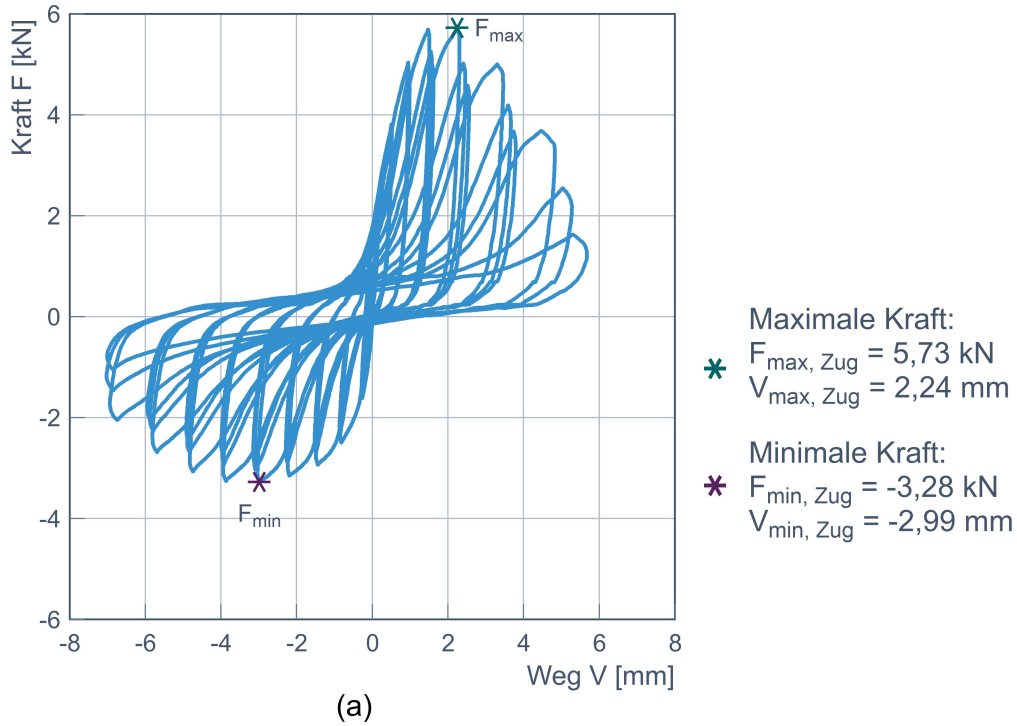
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



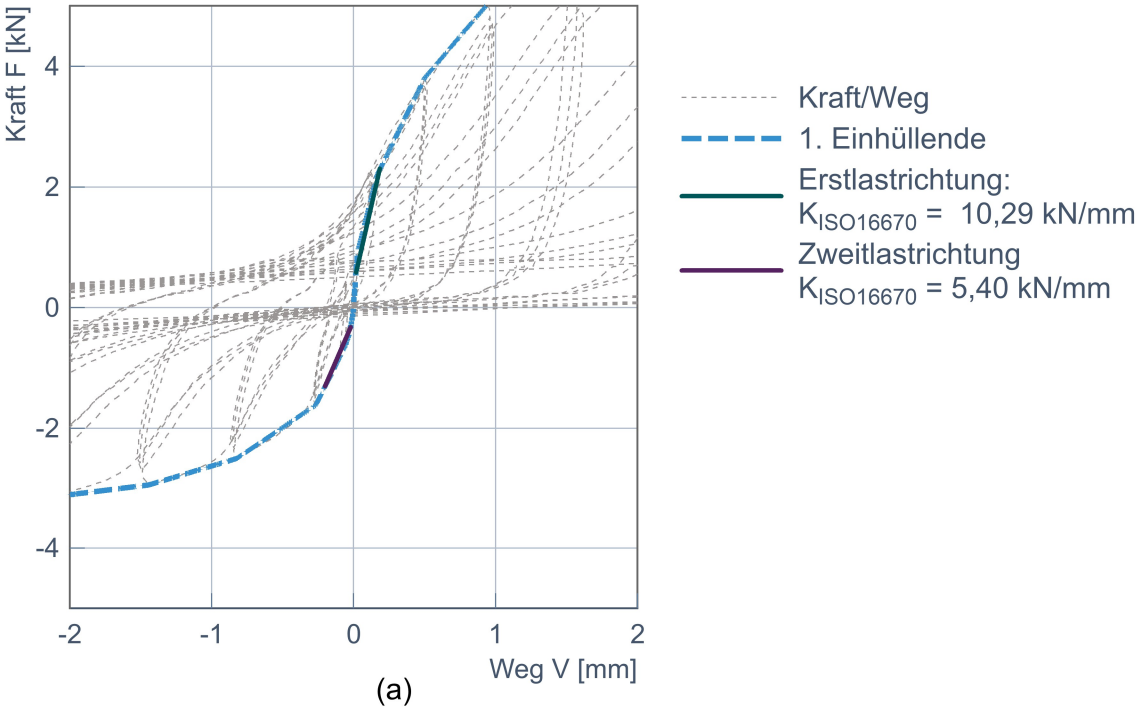
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

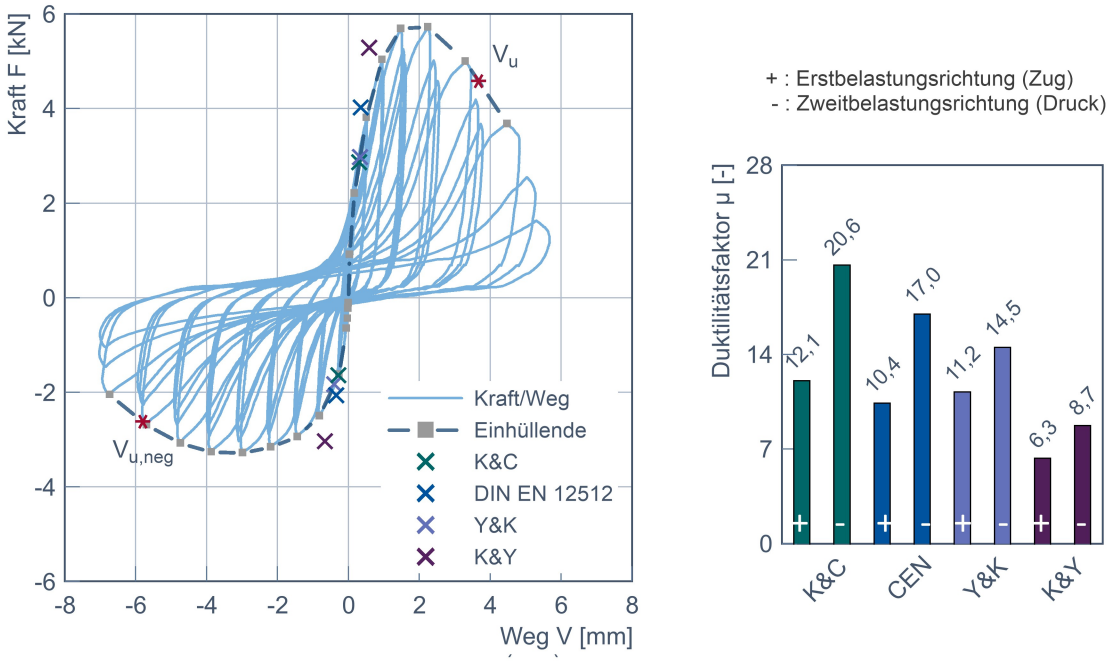
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

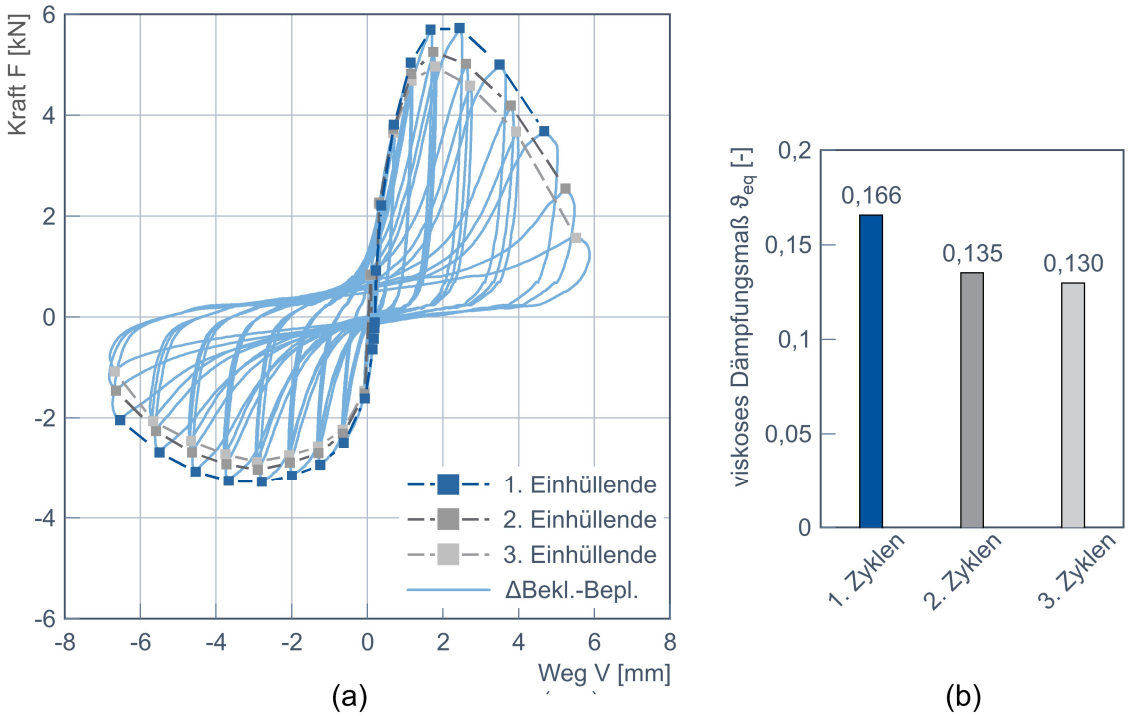
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

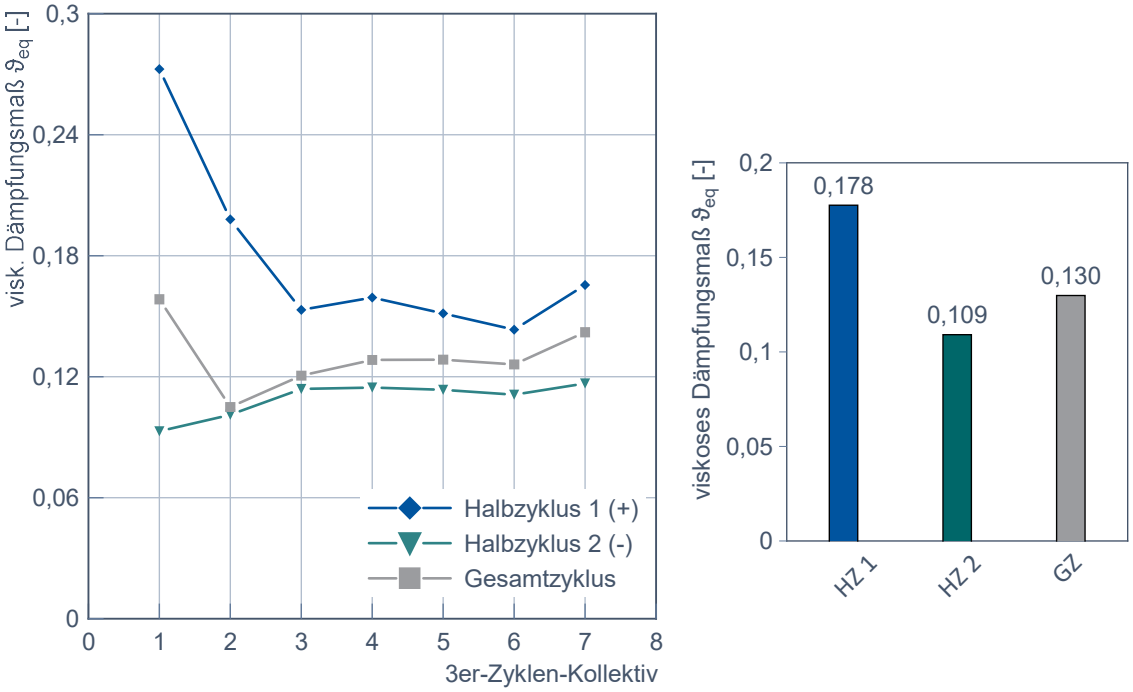
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

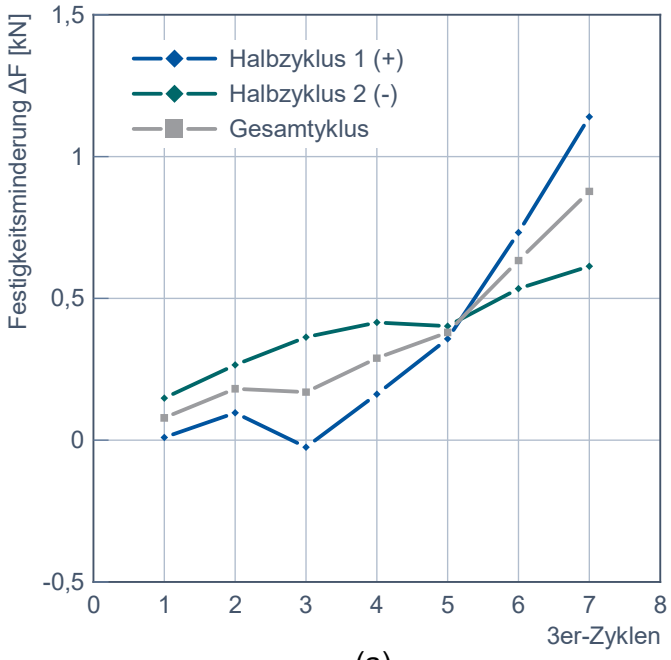
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



(a)

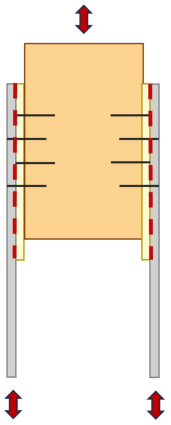
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	2,1%	9,2%	5,6%
2	10,5%	10,6%	10,5%
3	-1,1%	12,4%	5,6%
4	4,3%	13,2%	8,7%
5	7,1%	12,3%	9,7%
6	12,9%	16,4%	14,6%
7	20,0%	19,9%	20,0%
$\bar{x}$	7,9%	13,4%	10,7%

(b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 10-CT-OSB15-GFB18-st1,80-c1

Datum:	23.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	39,0 %RH
Temperatur:	23,3 °C



Maximale Kraft:	6,02 kN (-4,88 kN)	Weg: 3,75 mm (-5,97 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,50 kN (-1,22 kN)	V_u : 8,58 mm (-10,19 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	-	

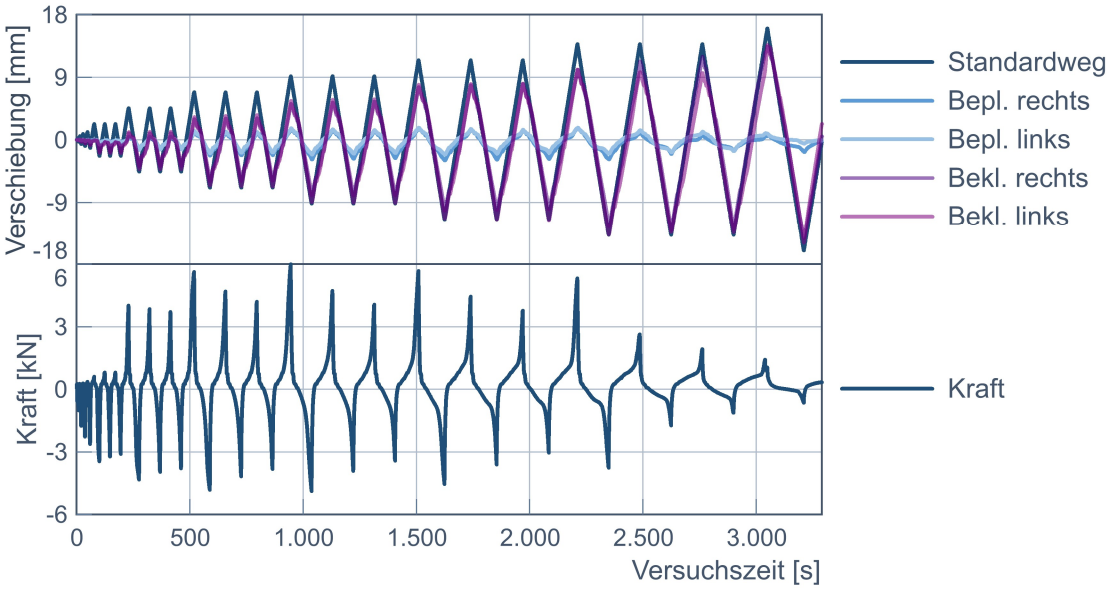
Versagensmodus



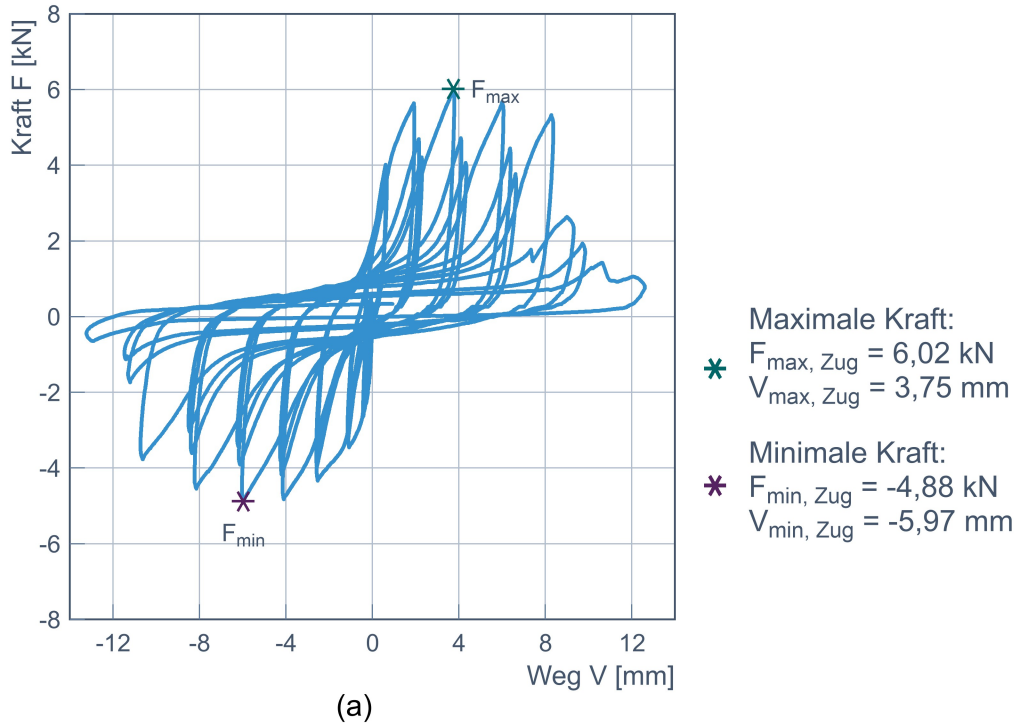
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



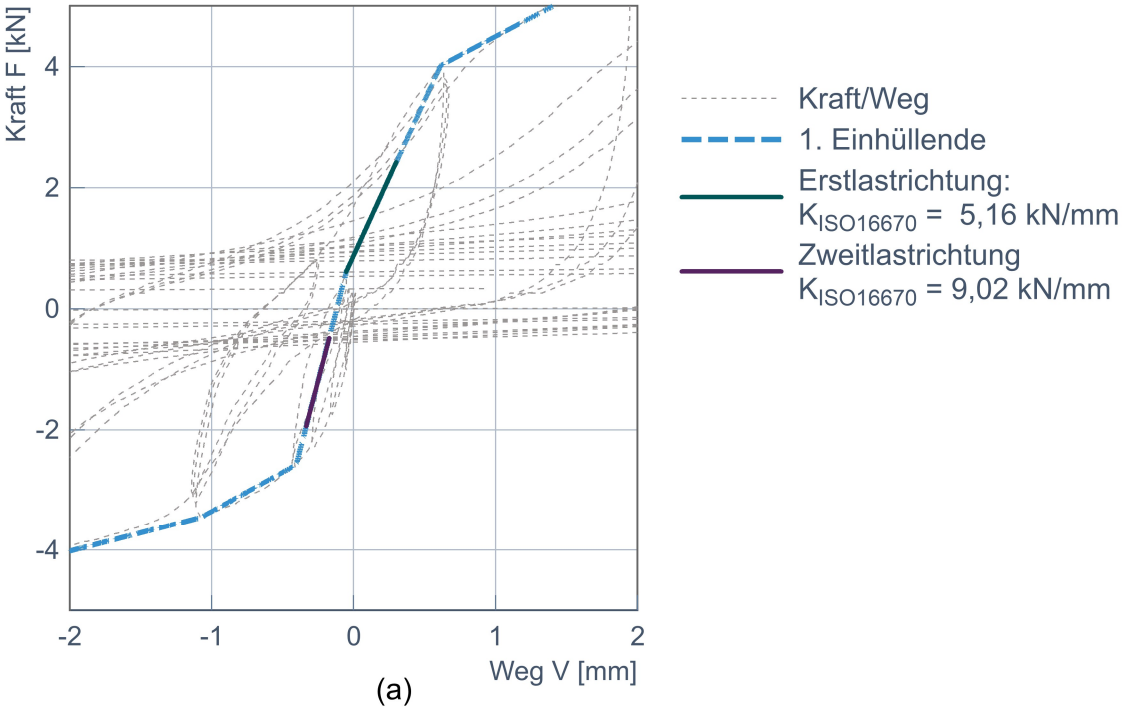
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

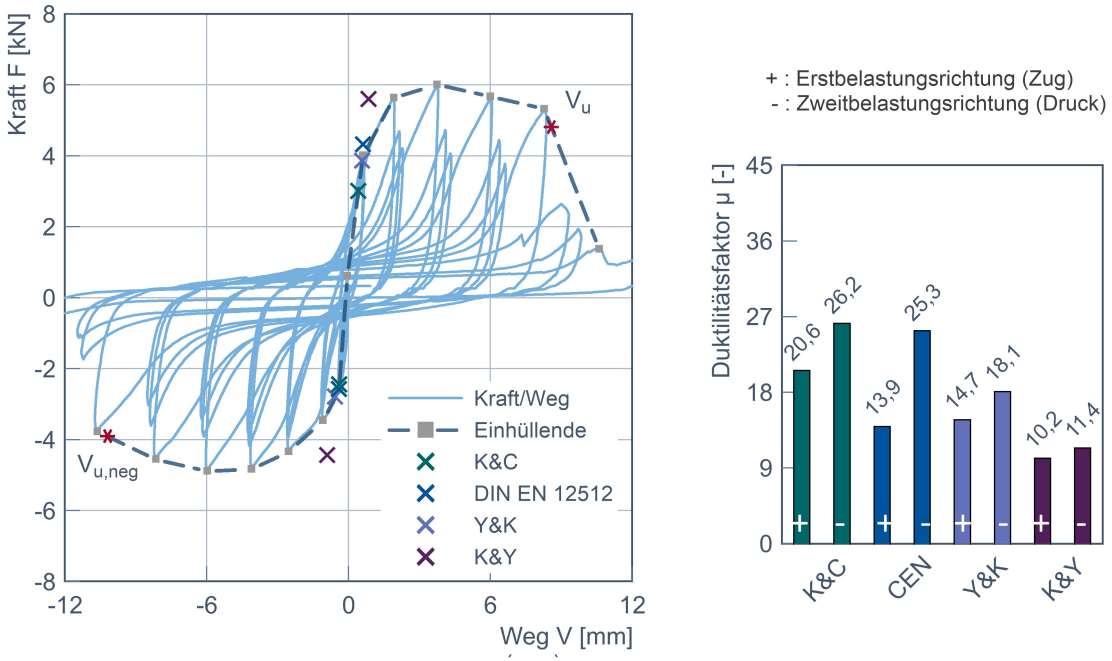
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

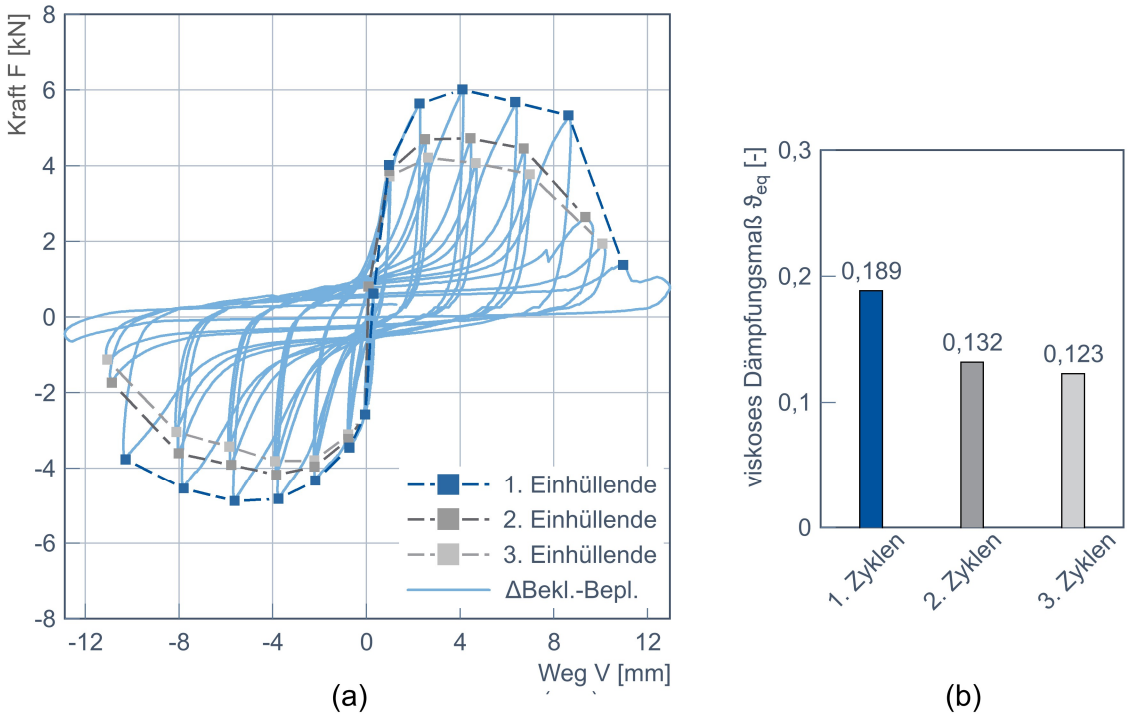
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

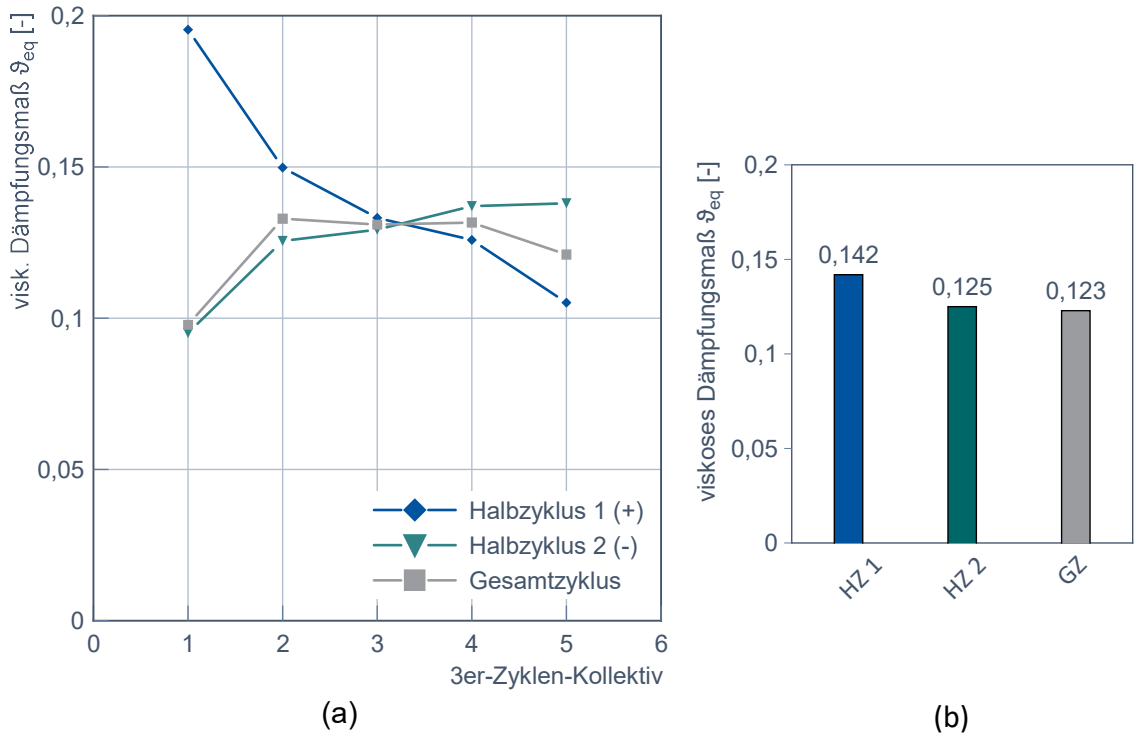
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

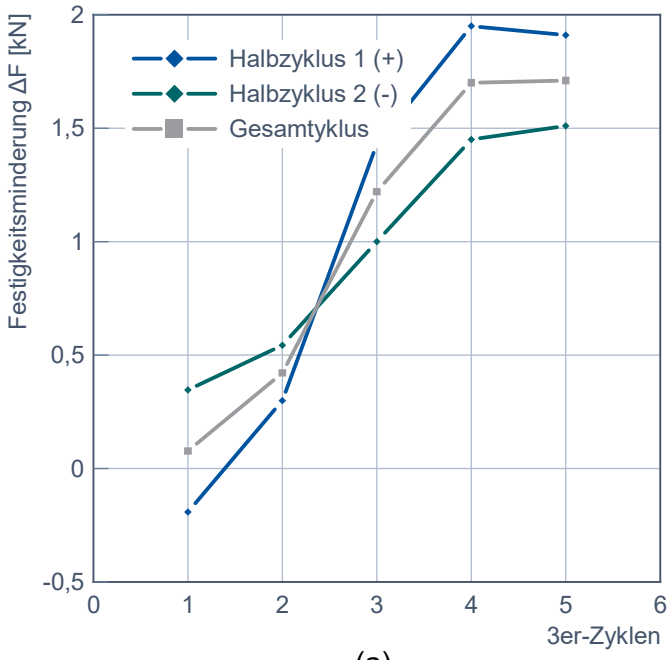
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



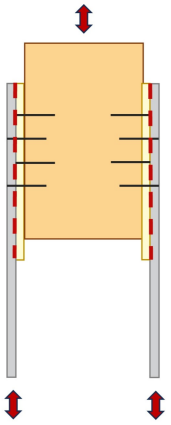
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-31,1%	10,0%	-10,5%
2	7,4%	12,5%	10,0%
3	25,3%	20,8%	23,1%
4	32,4%	29,8%	31,1%
5	33,6%	33,2%	33,4%
$\bar{x}$	13,5%	21,3%	17,4%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 10-CT-OSB15-GFB18-st1,80-c2

Datum:	24.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	39,0 %RH
Temperatur:	23,4 °C



Maximale Kraft:	5,76 kN (-4,12 kN)	Weg: 3,55 mm (-6,43 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,44 kN (-1,03 kN)	V_u : 8,13 mm (-11,56 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	-	

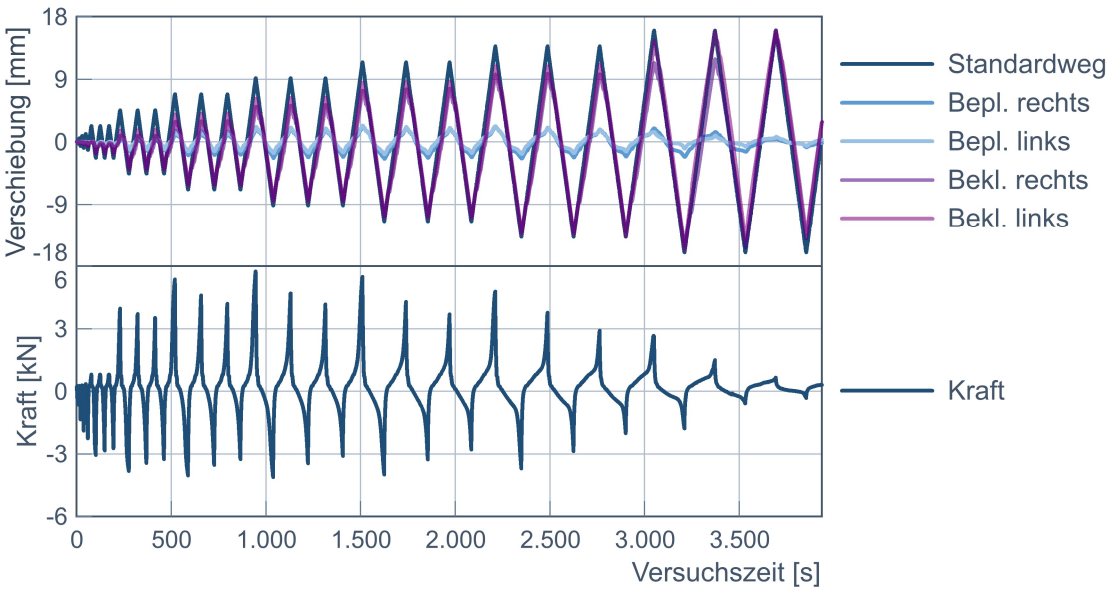
Versagensmodus



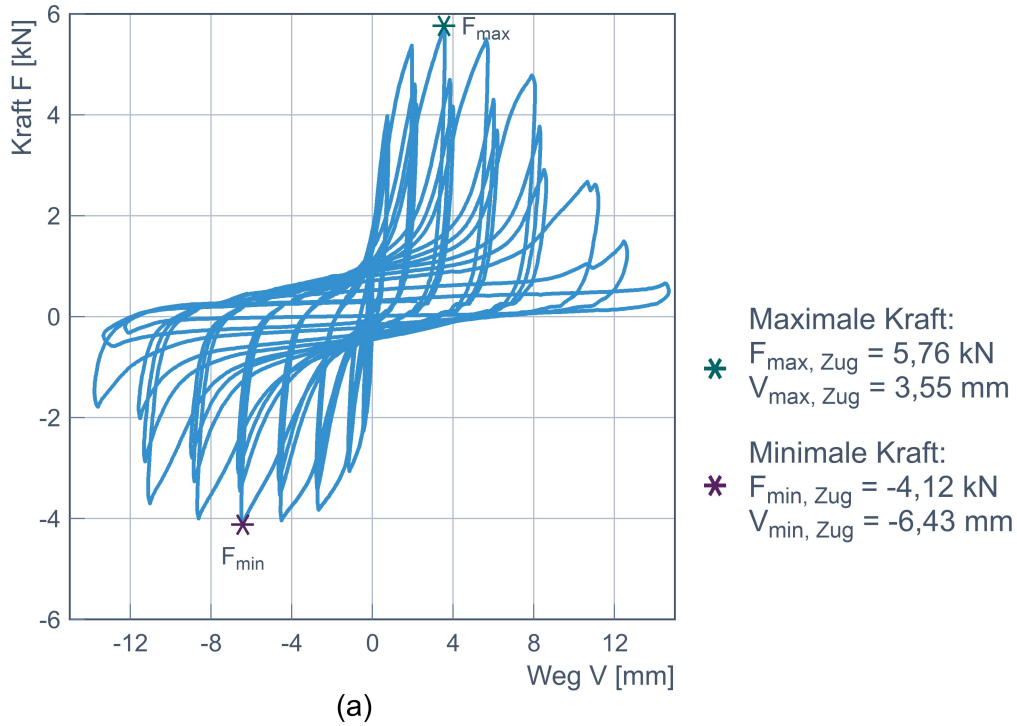
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



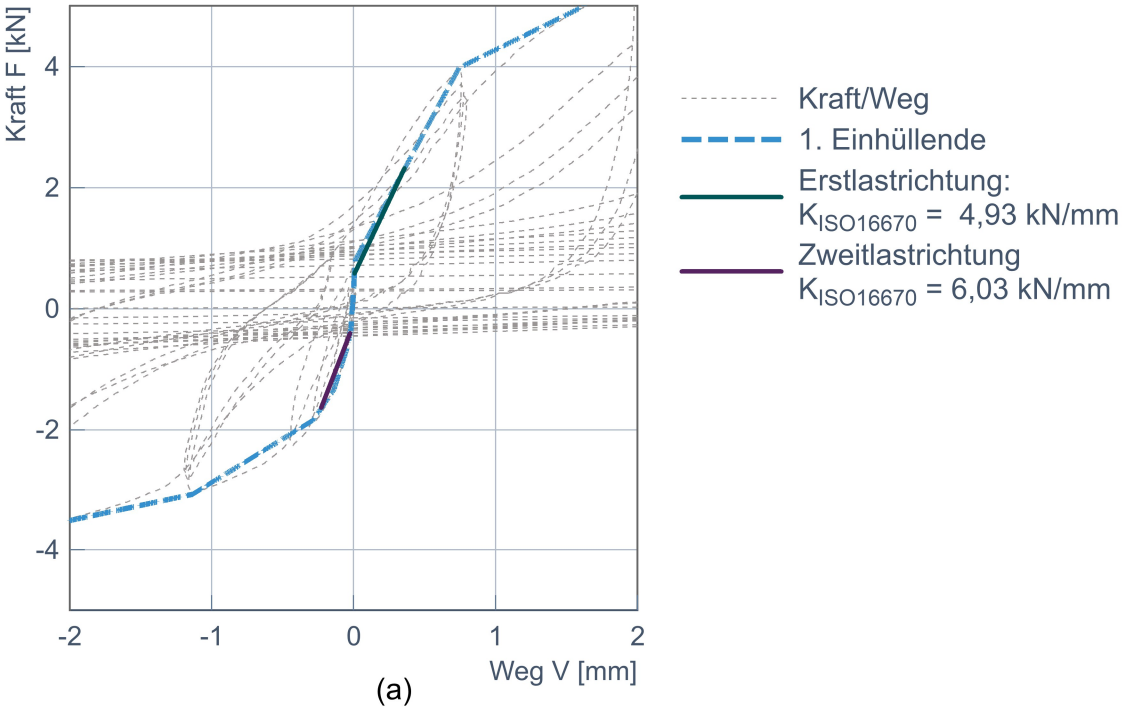
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

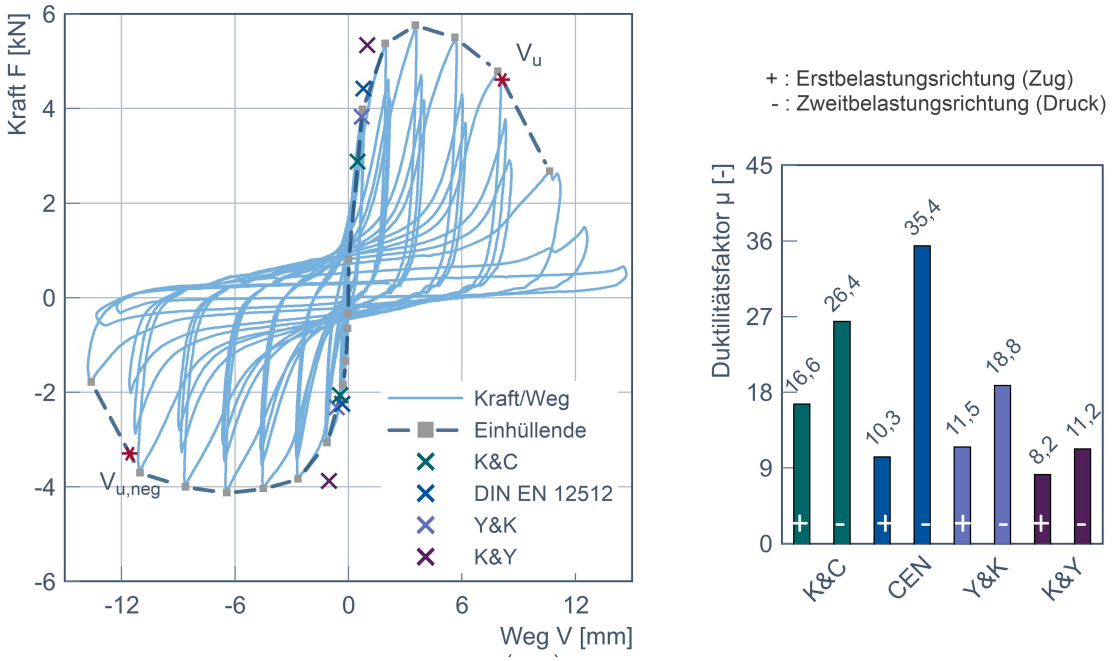
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

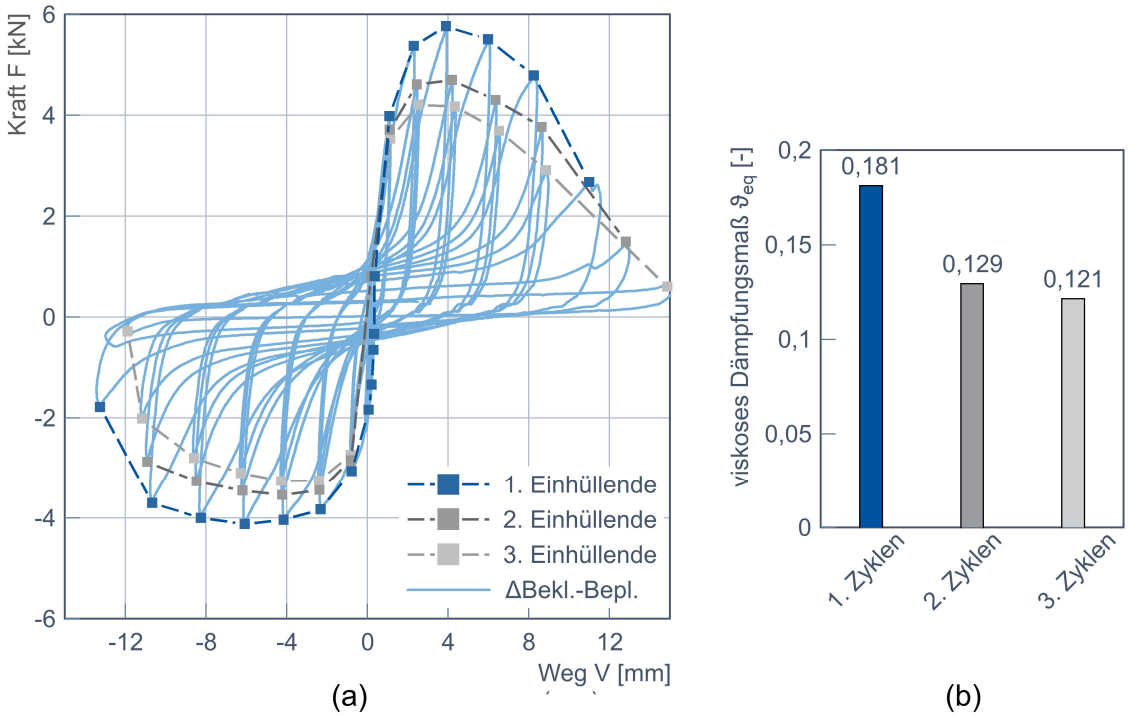
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

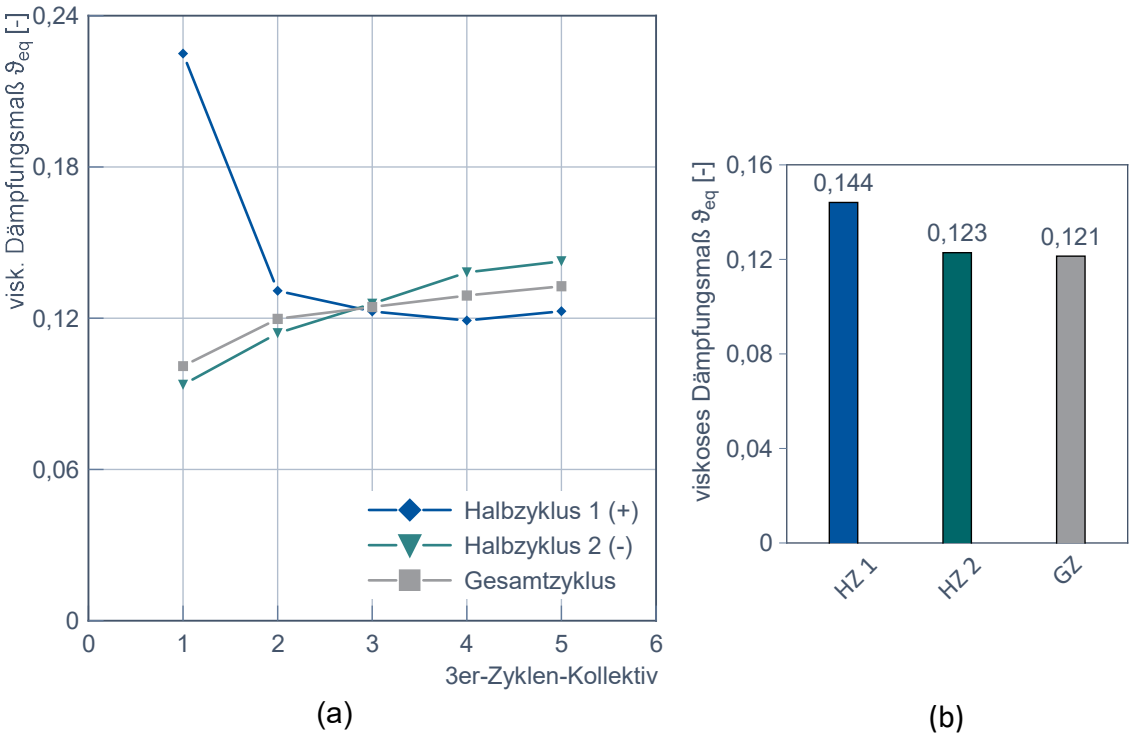
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

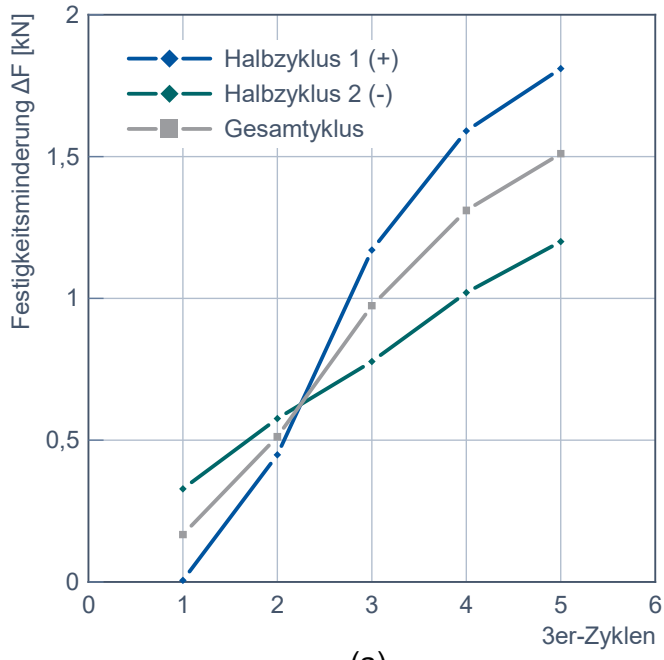
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



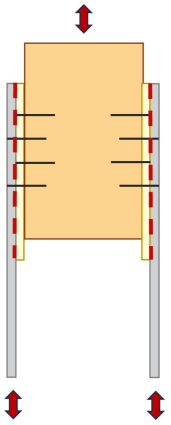
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	0,7%	10,7%	5,7%
2	11,3%	15,0%	13,1%
3	21,7%	19,2%	20,5%
4	27,6%	24,8%	26,2%
5	32,9%	29,9%	31,4%
$\bar{x}$	18,8%	19,9%	19,4%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 10-CT-OSB15-GFB18-st1,80-c3

Datum:	24.11.2023
Beplankung:	OSB, t = 15 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	39,0 %RH
Temperatur:	23,4 °C



Maximale Kraft:	5,81 kN (-4,03 kN)	Weg: 1,99 mm (-4,29 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,45 kN (-1,01 kN)	V_u : 8,23 mm (-11,10 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	-	

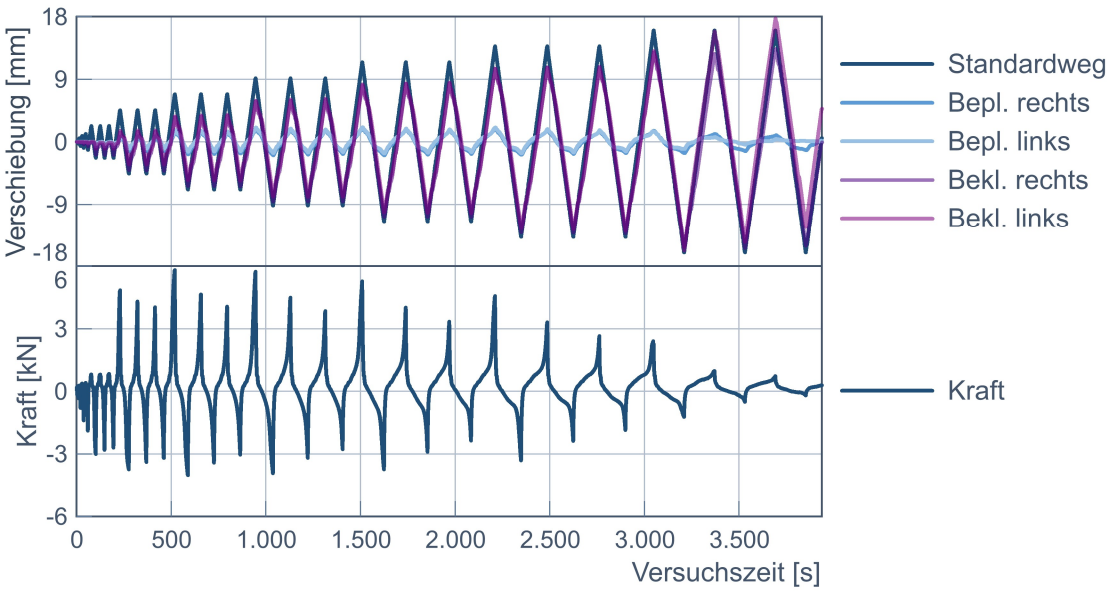
Versagensmodus



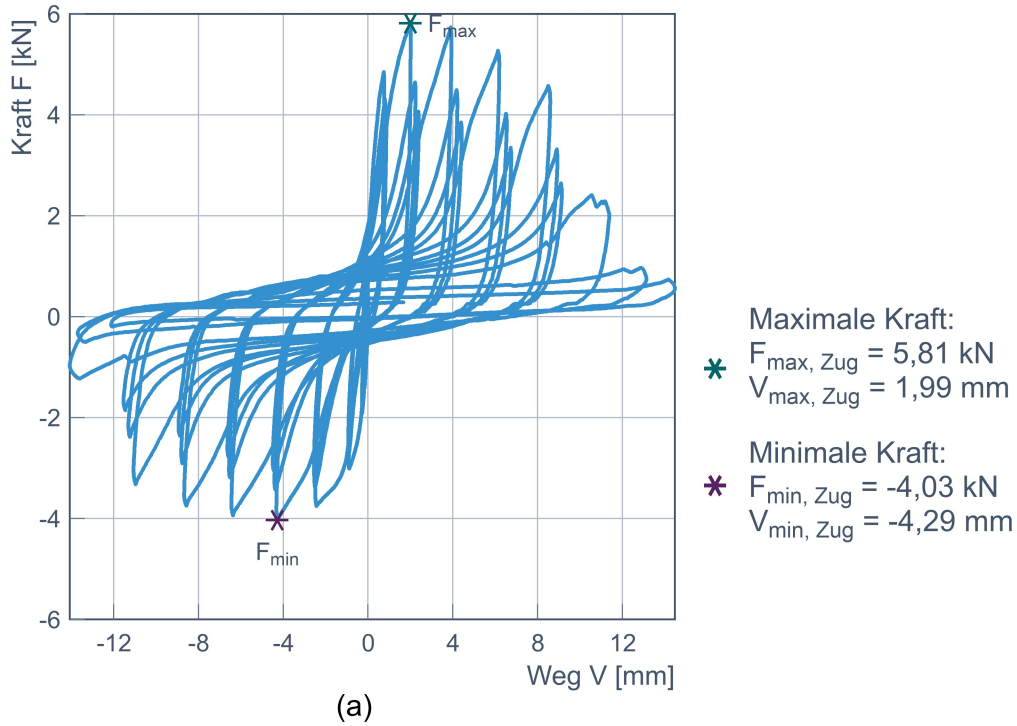
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



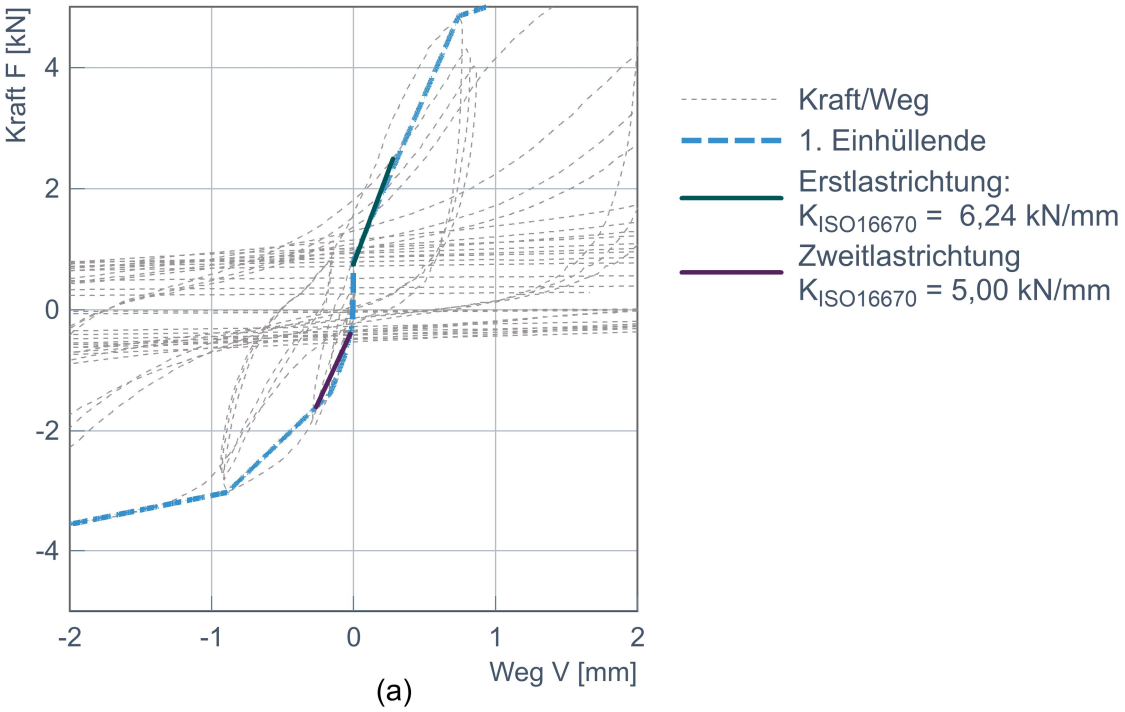
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

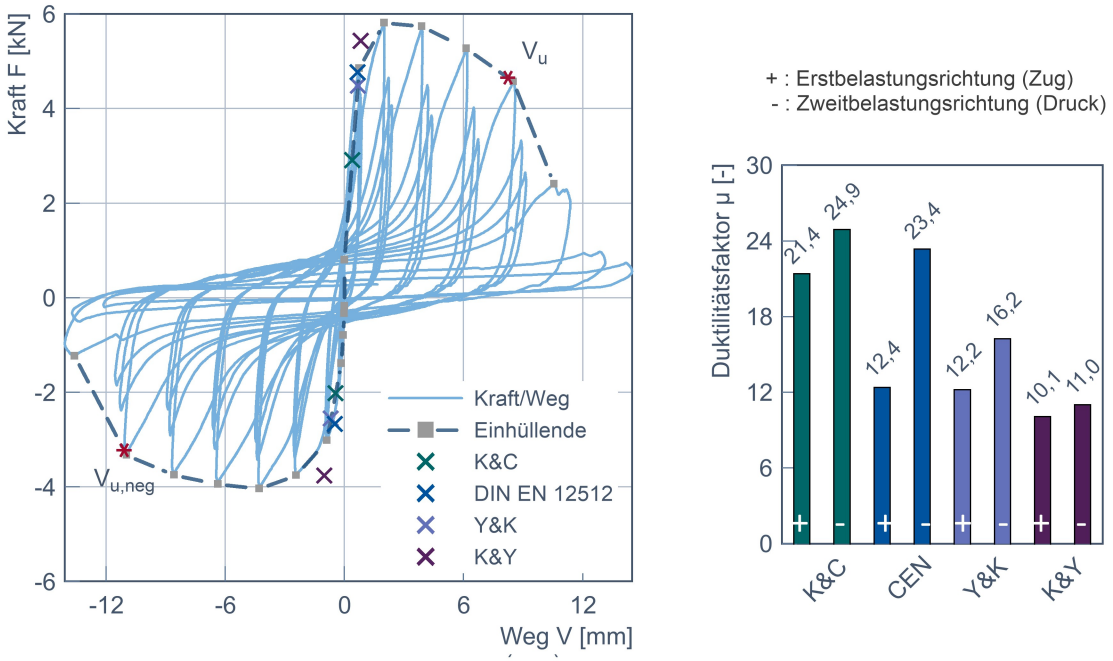
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

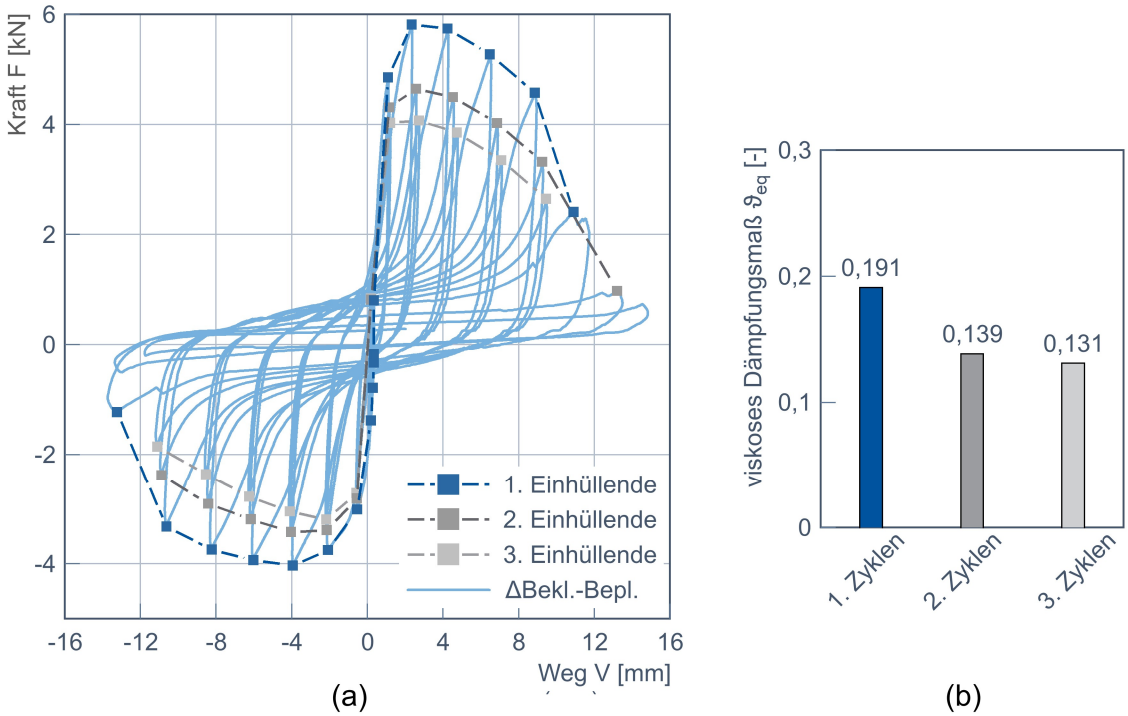
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

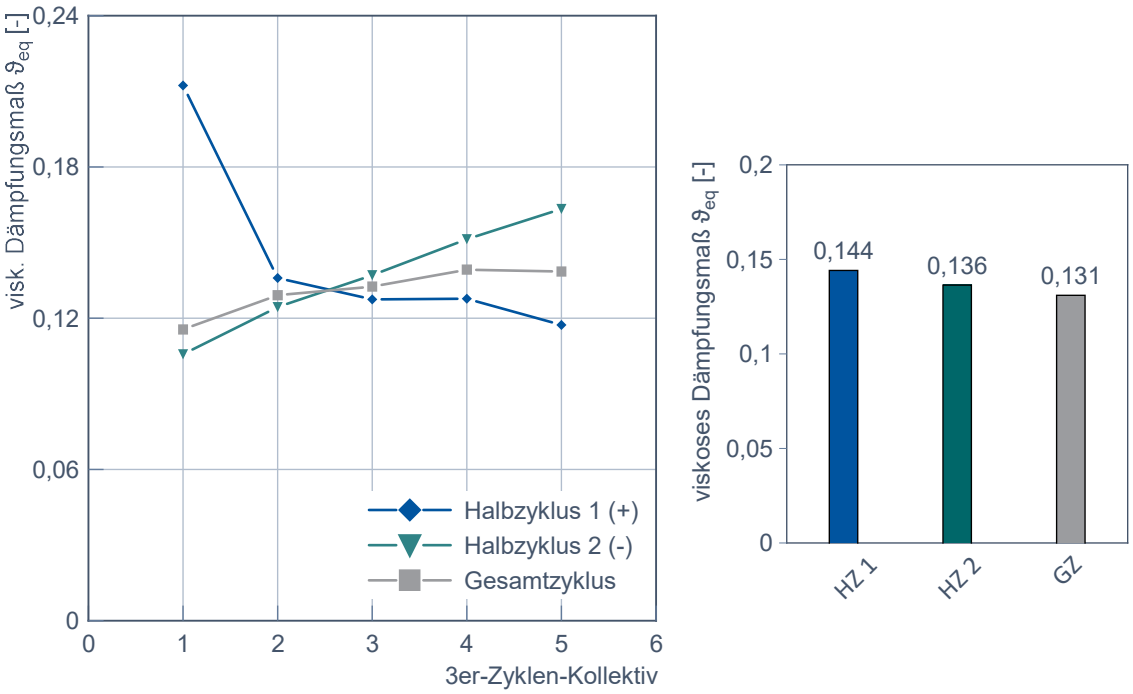
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

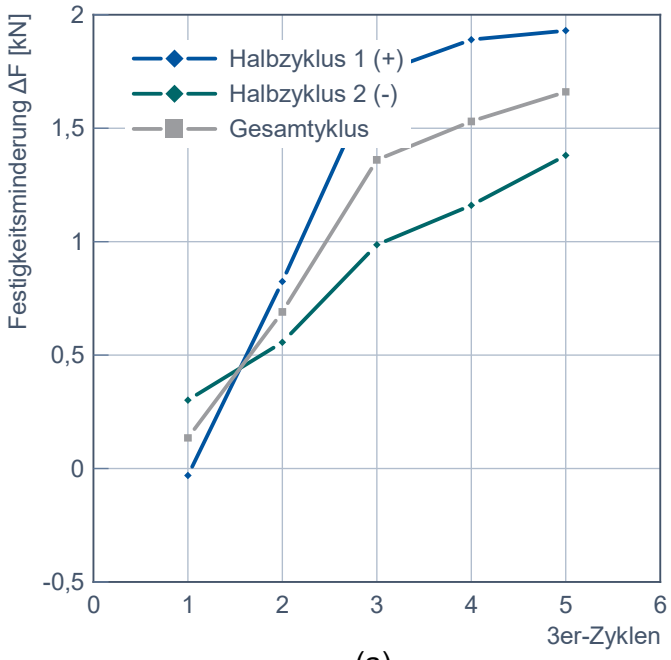
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



(a)

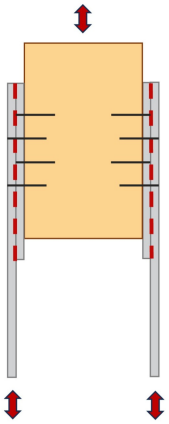
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-3,8%	10,0%	3,1%
2	17,0%	14,8%	15,9%
3	30,0%	24,4%	27,2%
4	32,9%	29,4%	31,2%
5	36,5%	36,9%	36,7%
$\bar{x}$	22,5%	23,1%	22,8%

(b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 11-CT-GFB12,5-GFB12,5-st1,80-c1

Datum:	22.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	40,0 %RH
Temperatur:	21,8 °C



Maximale Kraft:	7,54 kN (-4,69 kN)	Weg: 2,40 mm (-4,06 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,89 kN (-1,17 kN)	V_u : 5,76 mm (-6,72 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	-	

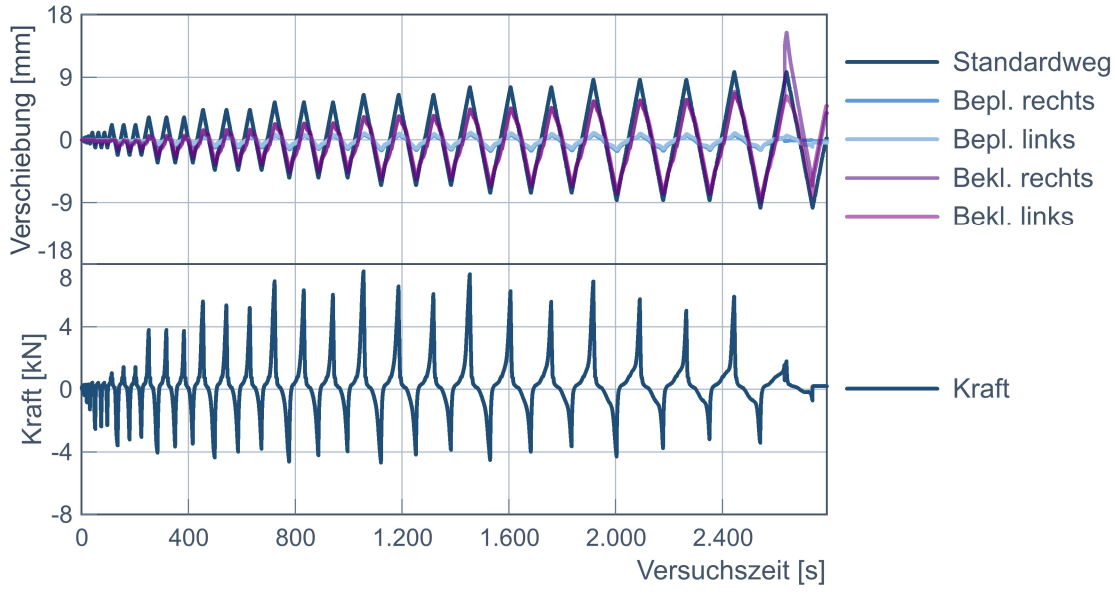
Versagensmodus



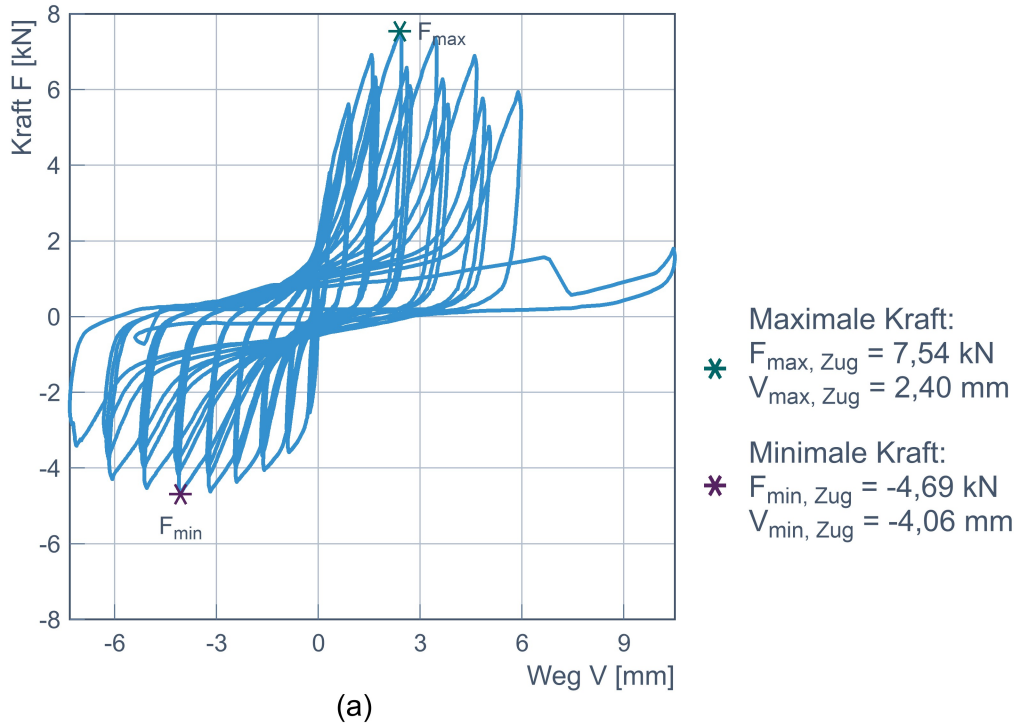
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



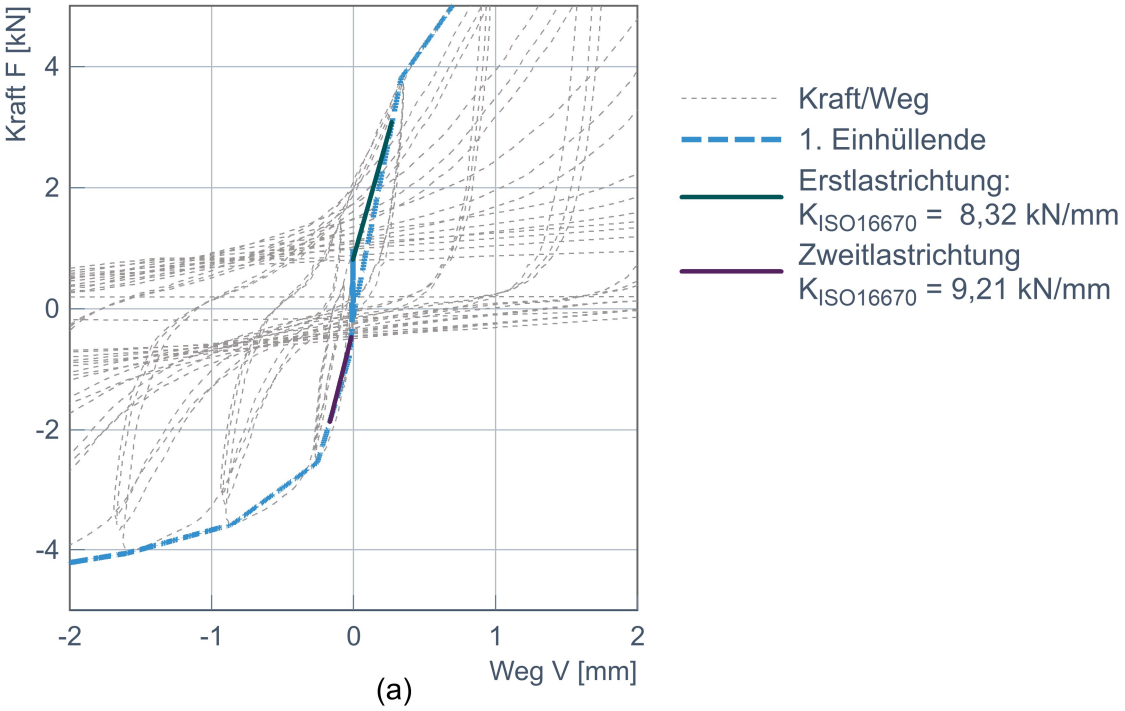
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

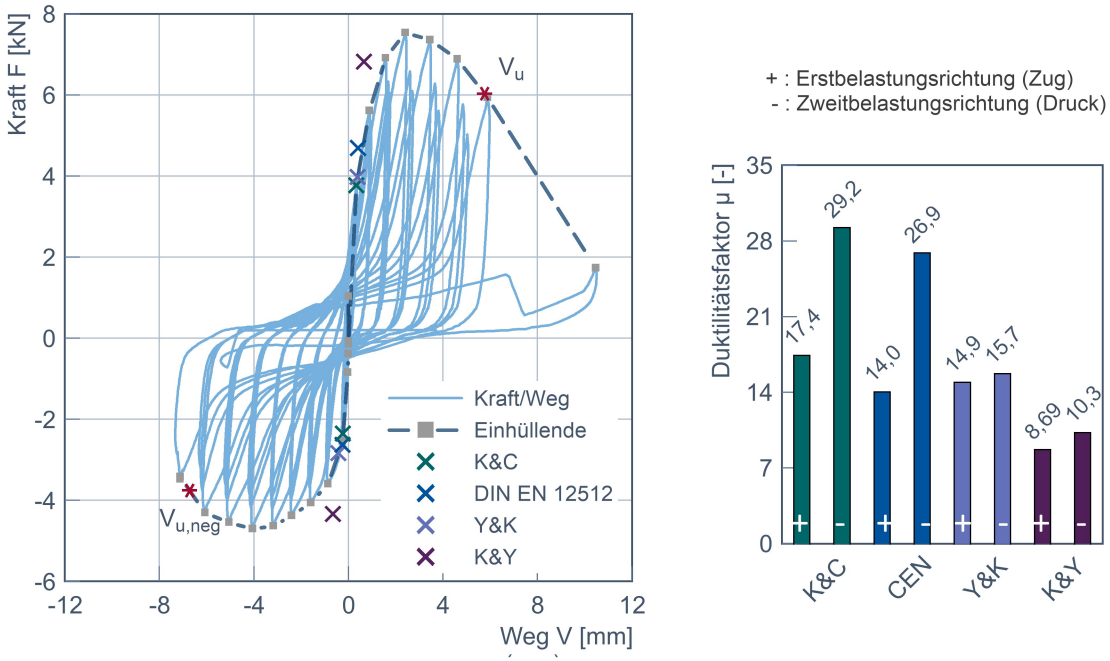
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

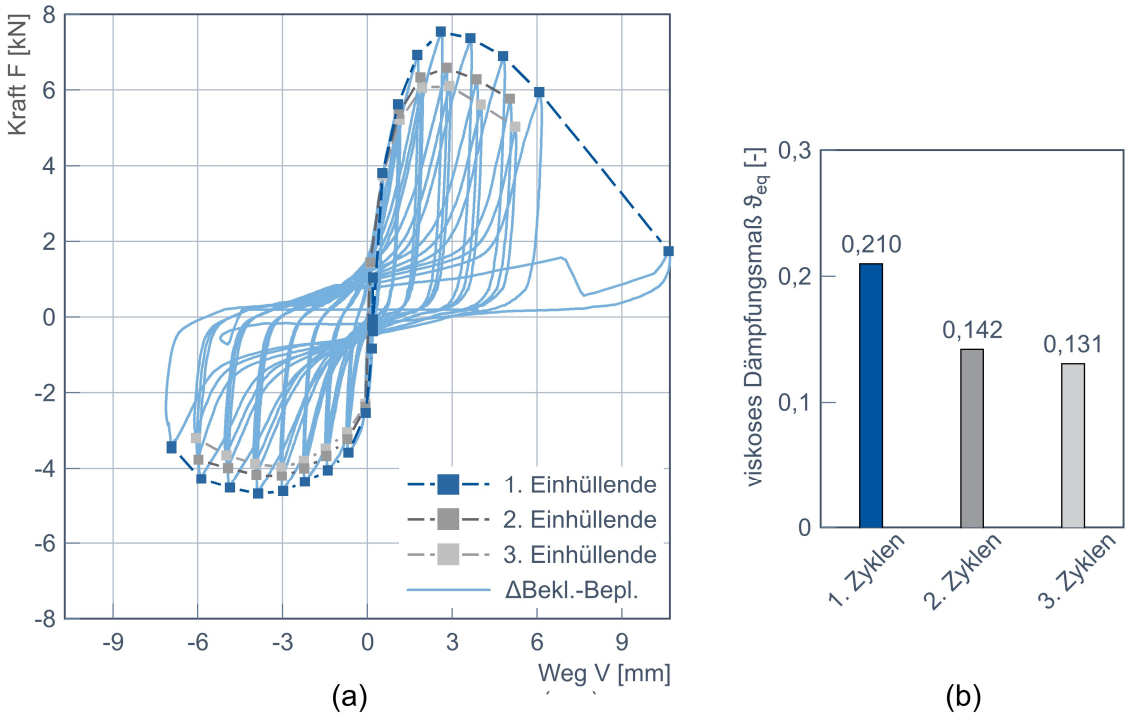
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

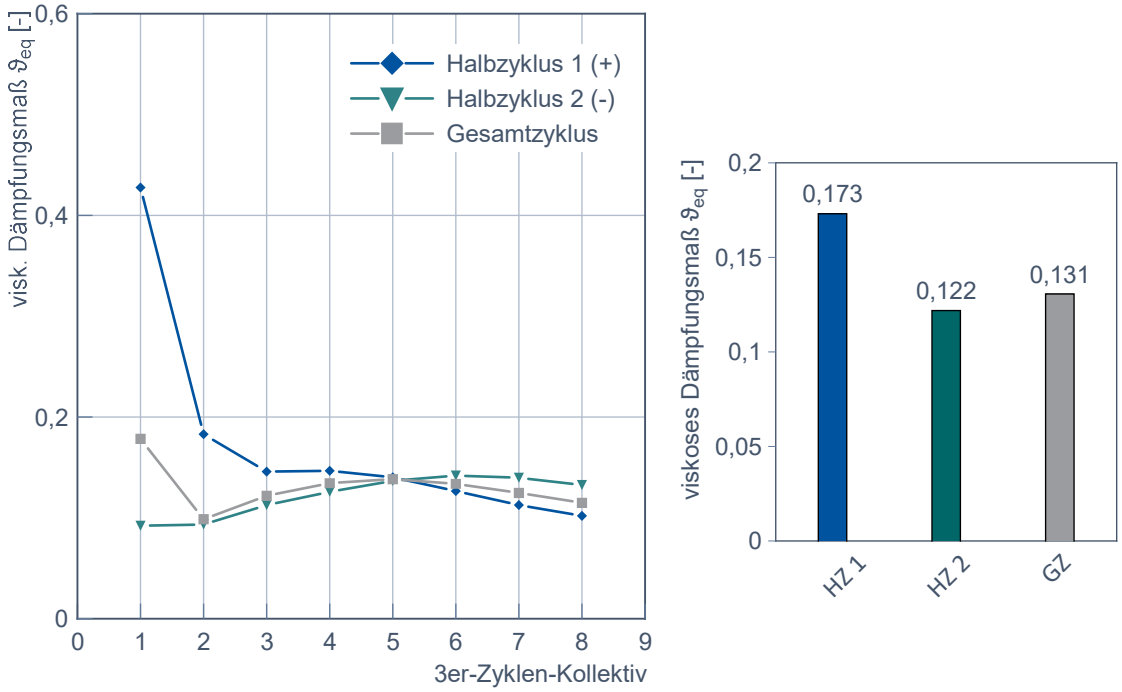
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

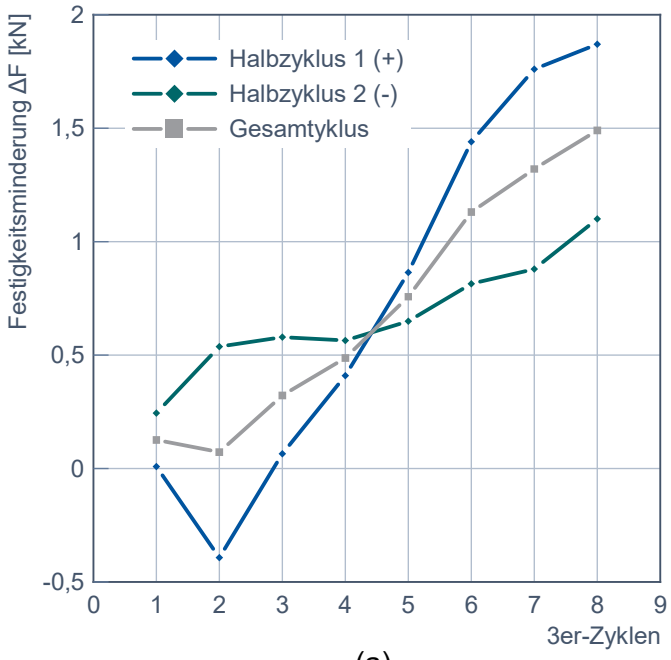
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



(a)

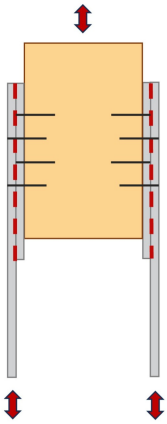
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	2,0%	9,6%	5,8%
2	-37,9%	15,0%	-11,4%
3	1,7%	14,3%	8,0%
4	7,3%	12,9%	10,1%
5	12,5%	14,0%	13,3%
6	19,1%	17,4%	18,2%
7	23,9%	19,4%	21,6%
8	27,1%	25,5%	26,3%
$\bar{x}$	6,9%	16,0%	11,5%

(b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 11-CT-GFB12,5-GFB12,5-st1,80-c2

Datum:	22.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	40,0 %RH
Temperatur:	21,8 °C



Maximale Kraft:	8,16 kN (-3,68 kN)	Weg: 1,82 mm (-2,20 mm)
Max. Kraft pro VM:	2,04 kN (-0,92 kN)	V_u : 5,67 mm (-6,35 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	-	

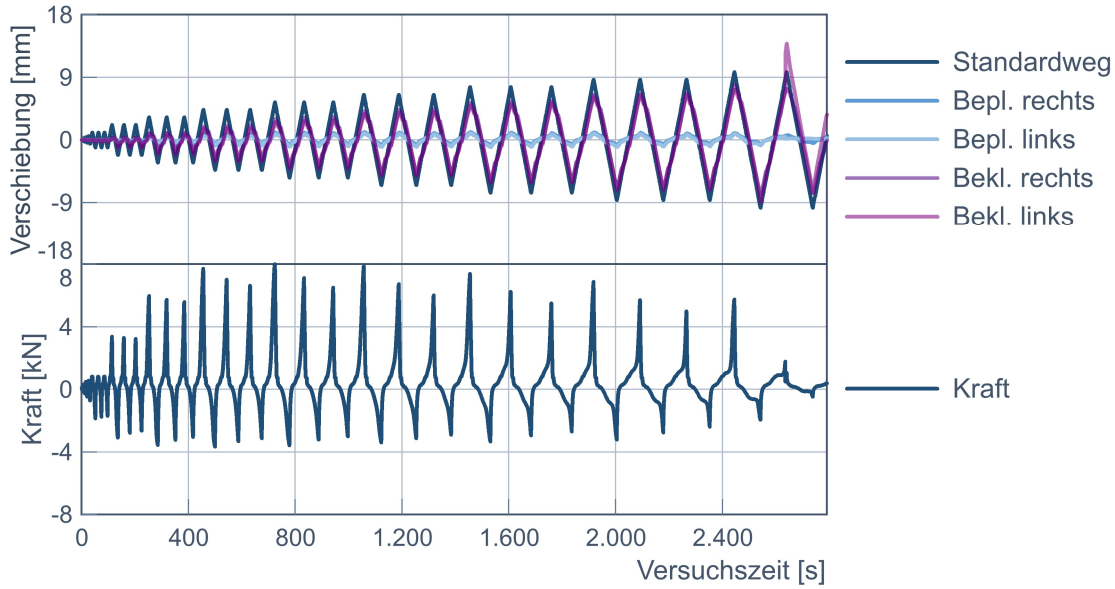
Versagensmodus



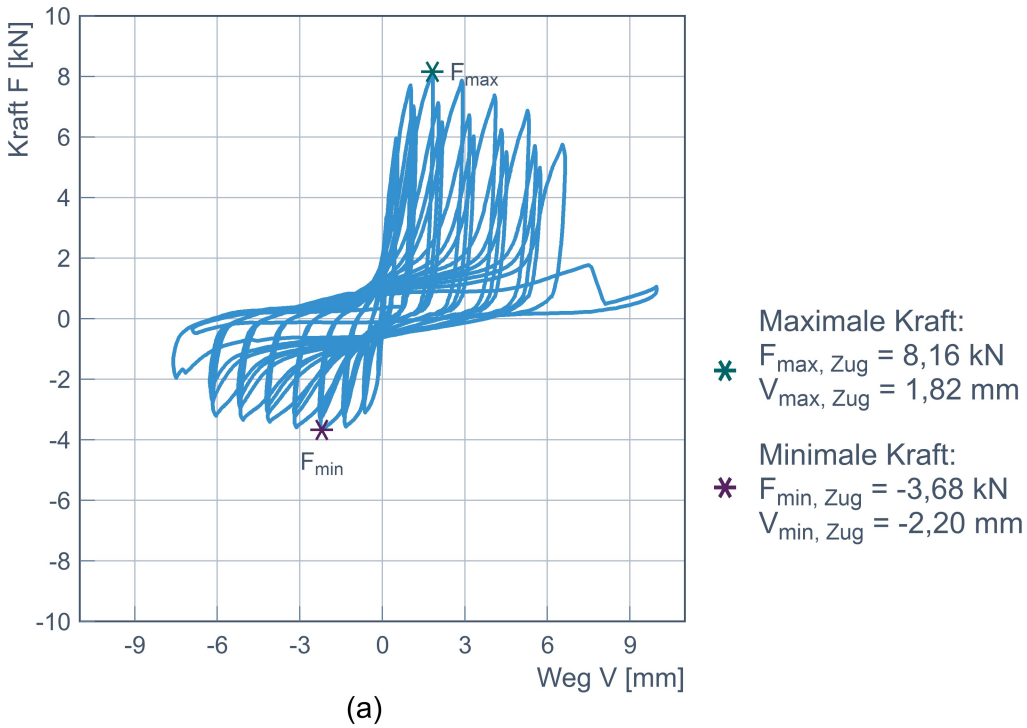
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



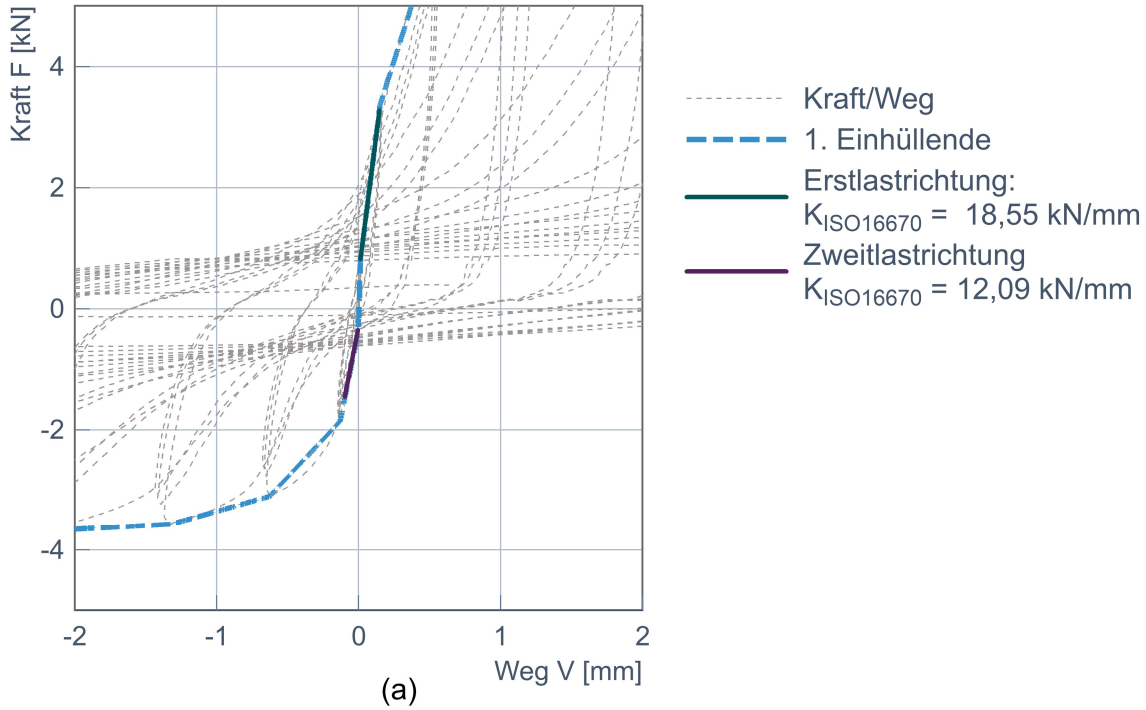
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

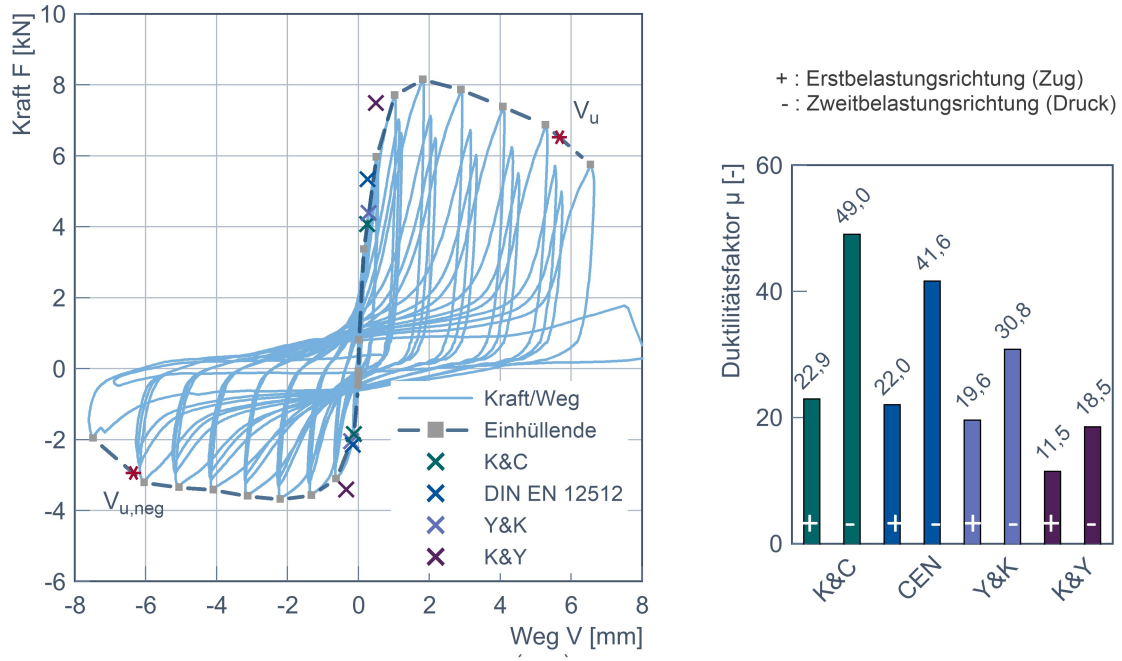
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

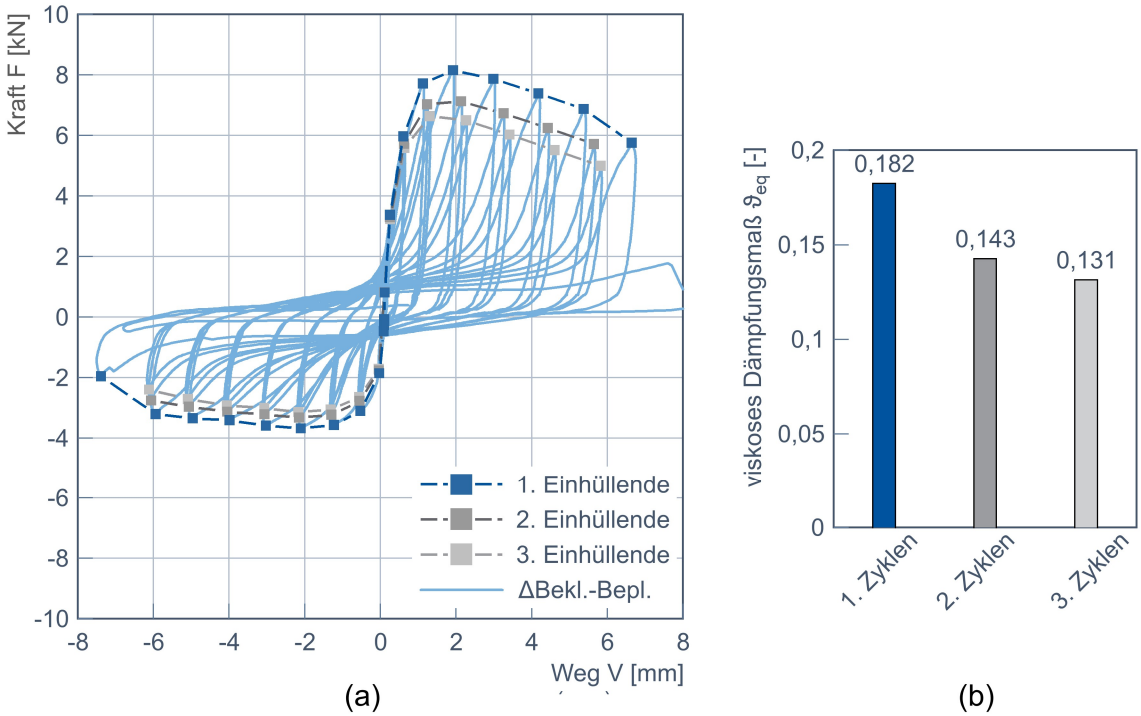
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

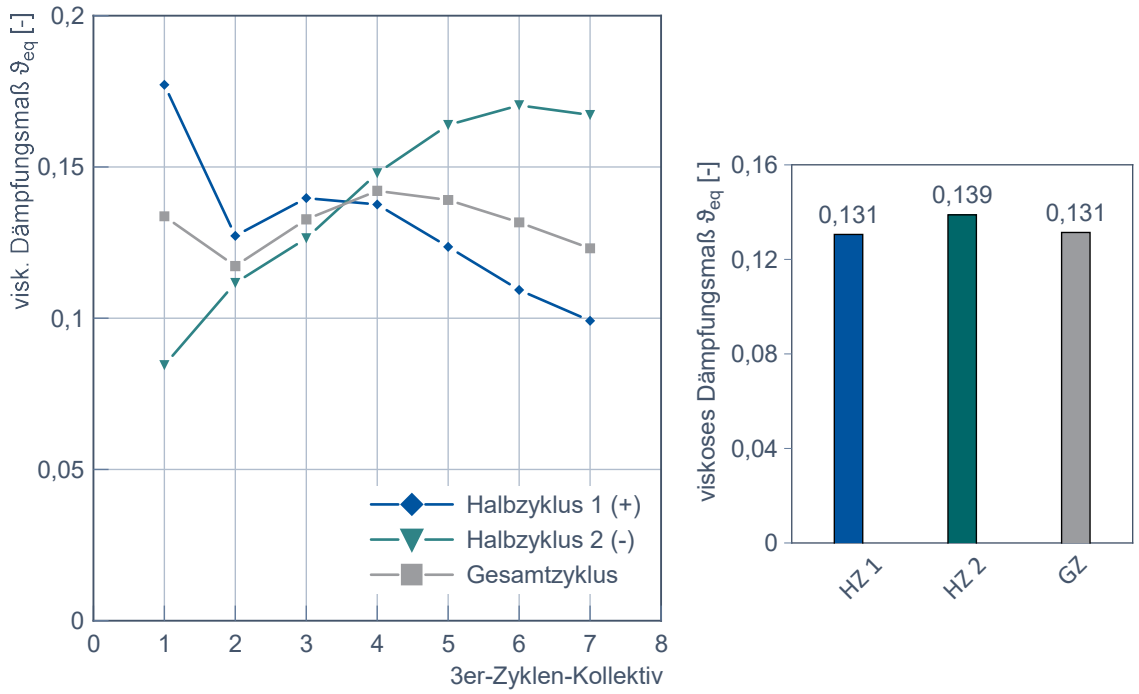
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

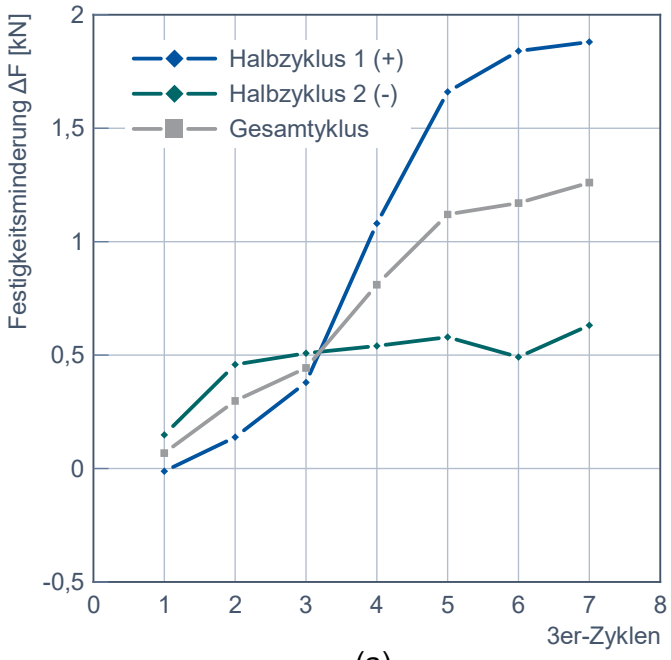
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



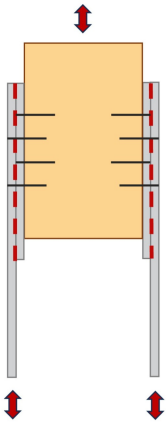
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-1,5%	8,0%	3,2%
2	4,1%	14,8%	9,4%
3	6,4%	14,2%	10,3%
4	14,0%	14,7%	14,3%
5	20,3%	16,1%	18,2%
6	23,4%	14,4%	18,9%
7	25,4%	18,9%	22,2%
$\bar{x}$	13,2%	14,4%	13,8%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 11-CT-GFB12,5-GFB12,5-st1,80-c3

Datum:	22.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 12,5 mm
Bekleidung:	GFB, t = 12,5 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	39,0 %RH
Temperatur:	22,2 °C



Maximale Kraft:	7,32 kN (-4,39 kN)	Weg: 2,89 mm (-3,25 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,83 kN (-1,10 kN)	V_u : 5,71 mm (-6,36 mm)
Versagen:	Durchziehen der Klammerrücken durch Bekleidung, vereinzelnt Ermüdungsversagen der Klammern	
Bemerkung:	-	

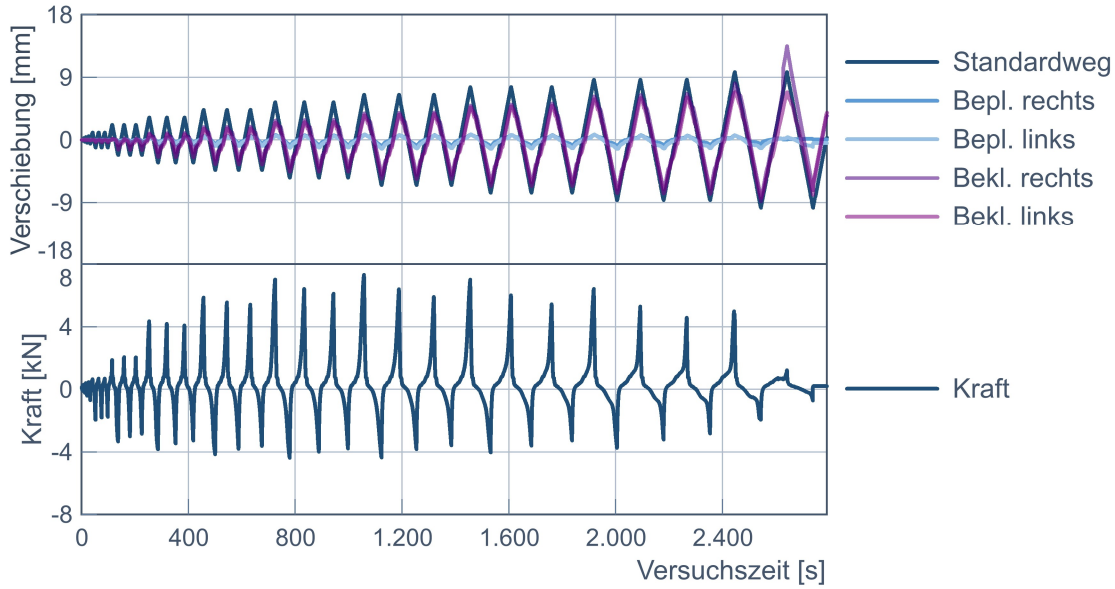
Versagensmodus



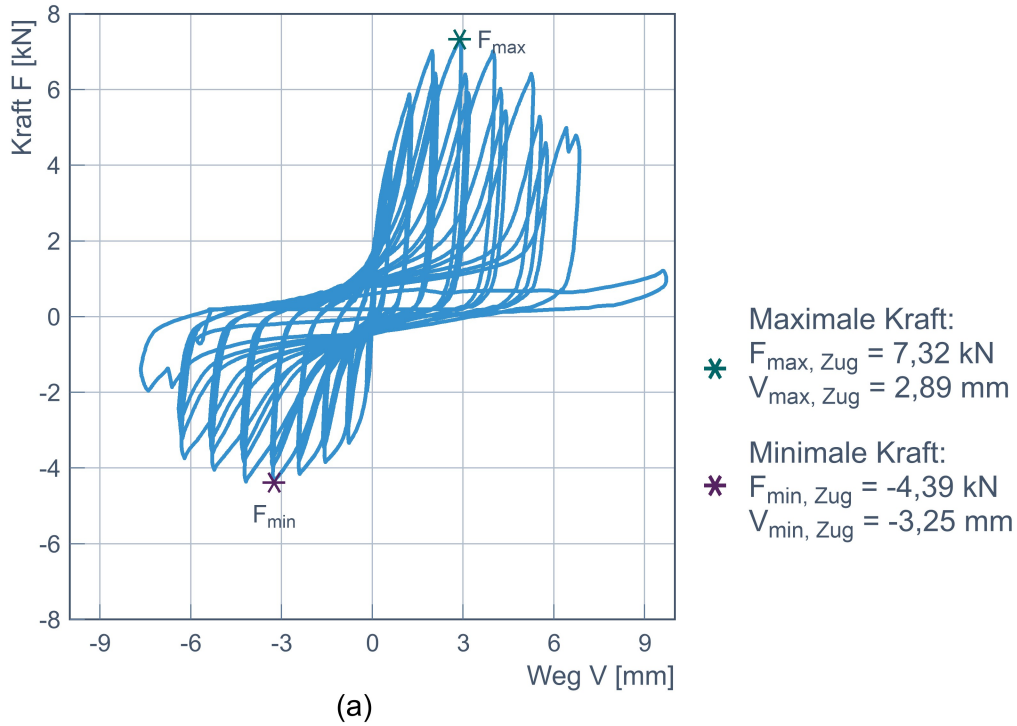
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



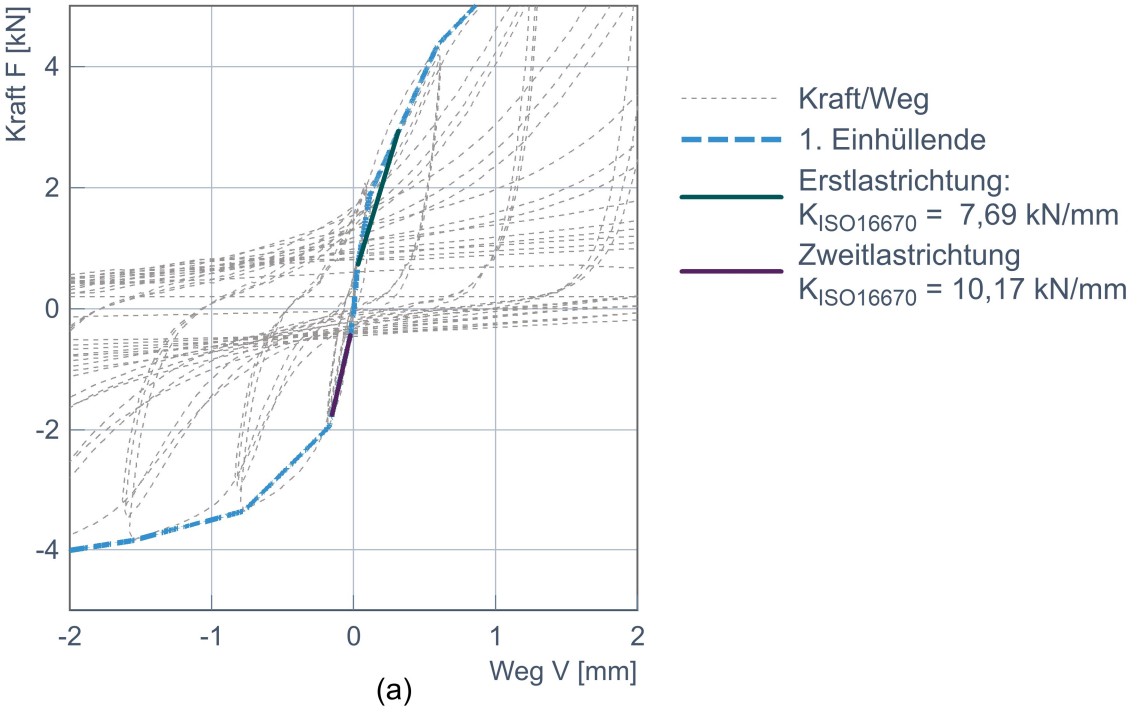
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

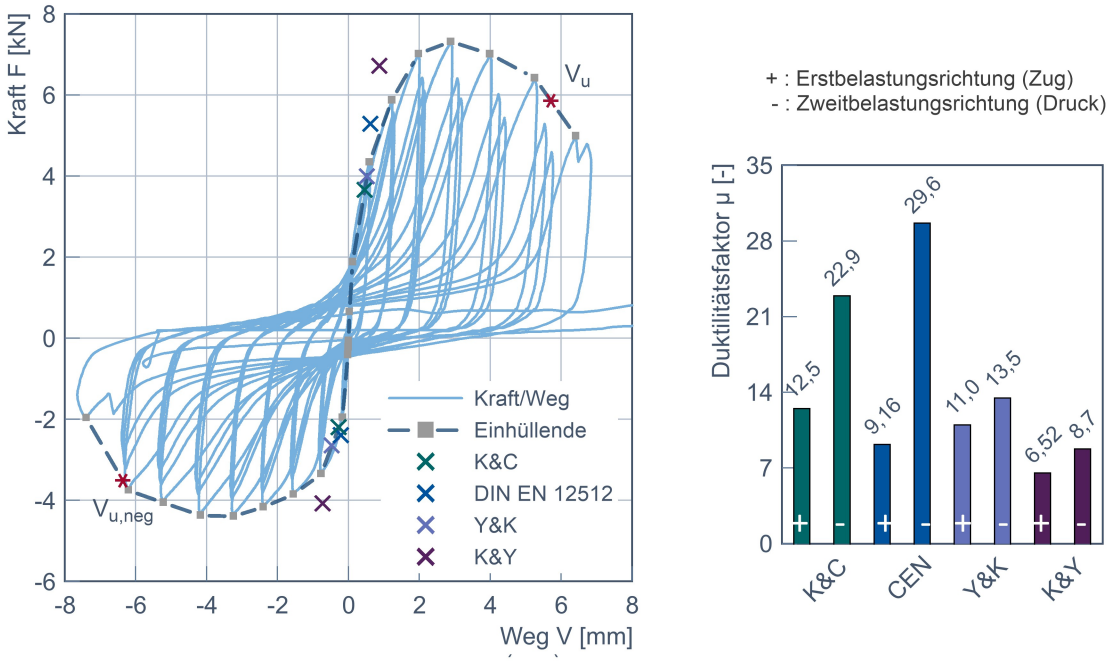
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

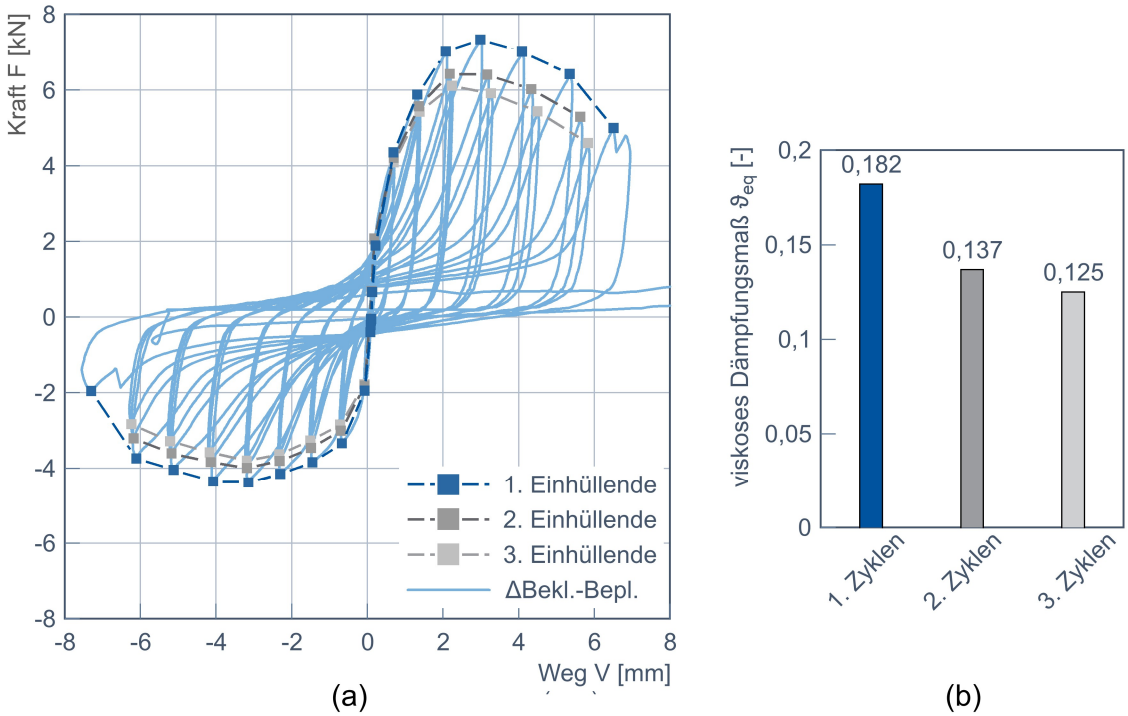
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

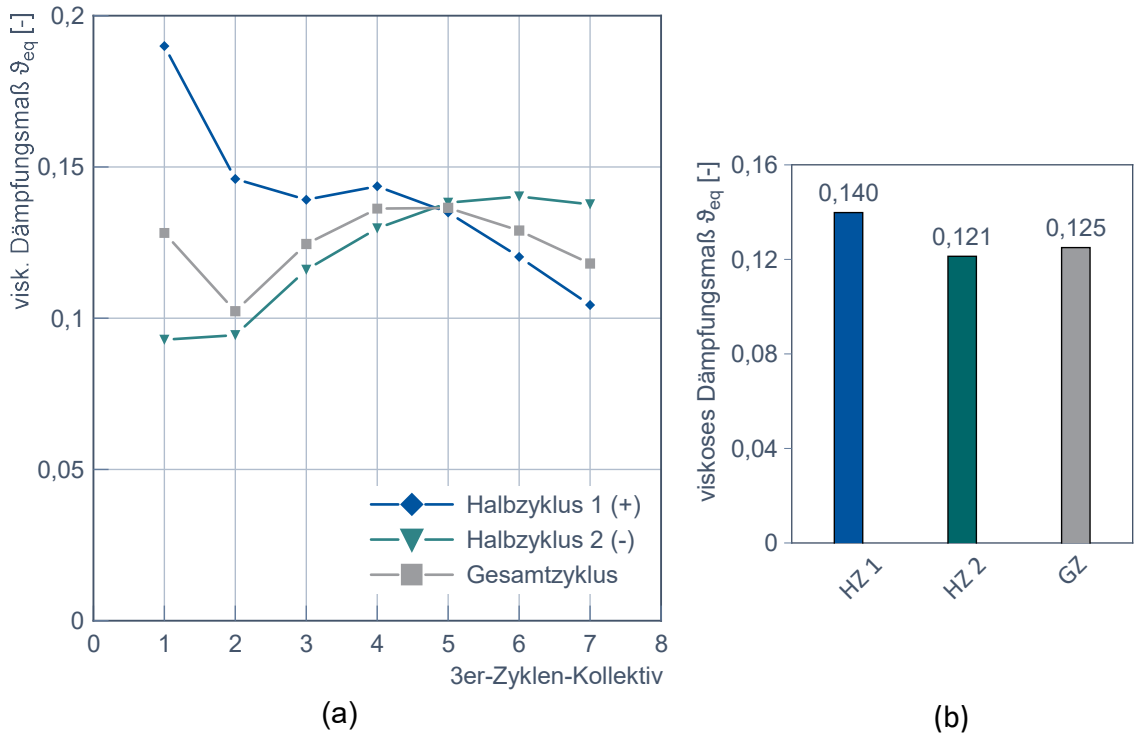
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

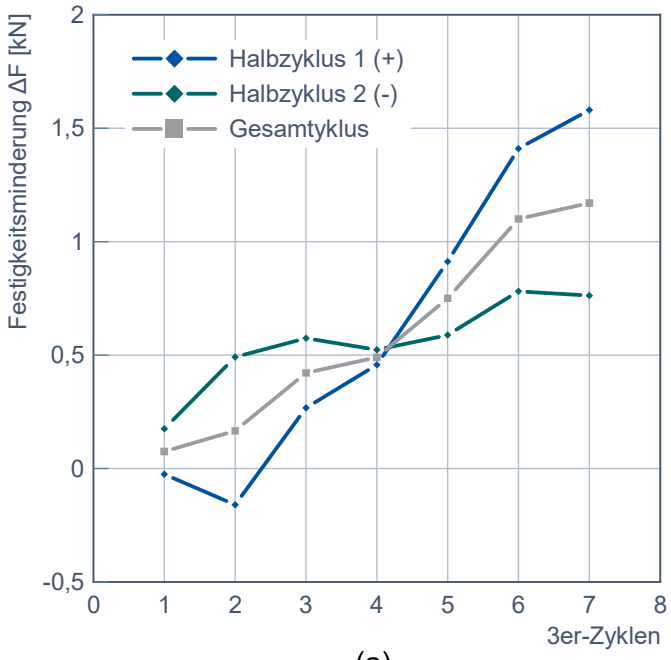
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung

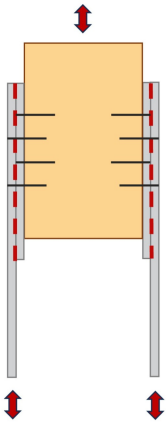


Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-3,8%	9,0%	2,6%
2	-8,5%	14,7%	3,1%
3	6,1%	14,9%	10,5%
4	7,8%	12,6%	10,2%
5	13,0%	13,4%	13,2%
6	19,3%	17,9%	18,6%
7	22,6%	18,8%	20,7%
$\bar{x}$	8,1%	14,5%	11,3%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 12-CT-GFB18-GFB18-st1,80-c1



Datum:	23.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	38,0 %RH
Temperatur:	23,2 °C

Maximale Kraft:	6,82 kN (-4,11 kN)	Weg: 2,61 mm (-3,70 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,71 kN (-1,03 kN)	V_u : 6,87 mm (-8,92 mm)
Versagen:	Durchziehen der Klammerrücken durch Bekleidung, vereinzelt Ermüdungsversagen der Klammern	
Bemerkung:	-	

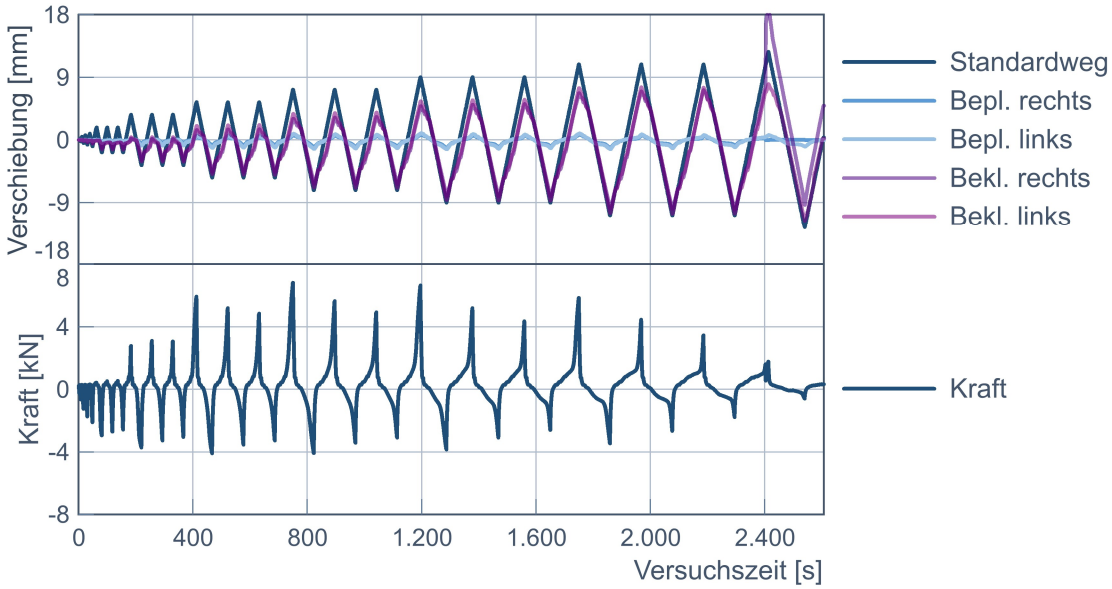
Versagensmodus



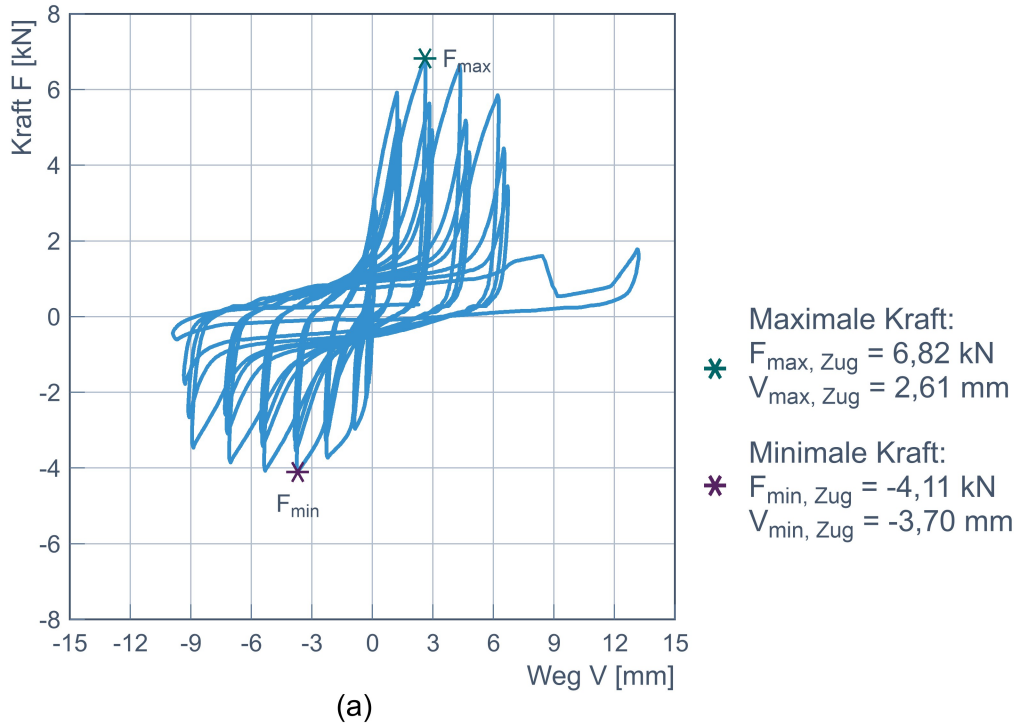
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



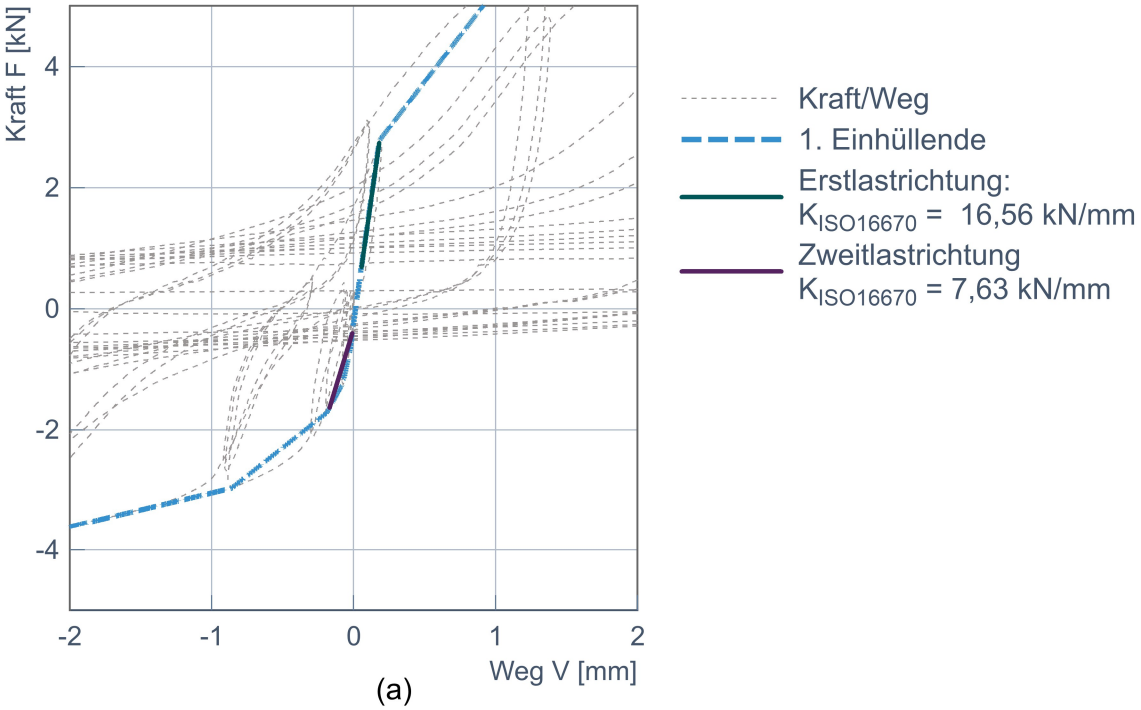
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

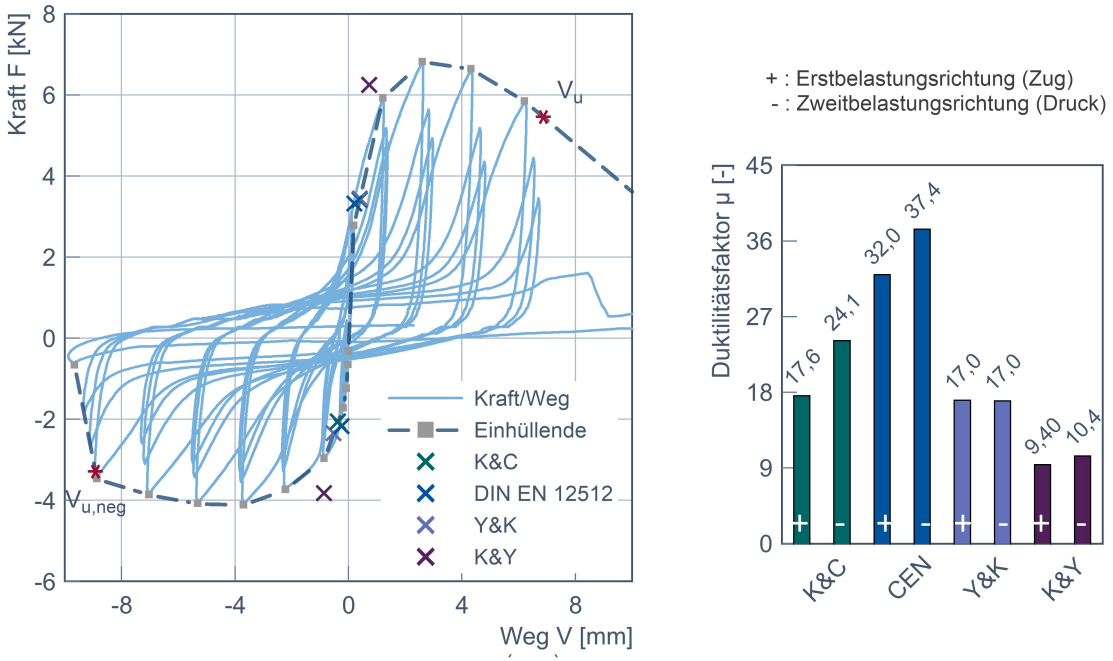
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

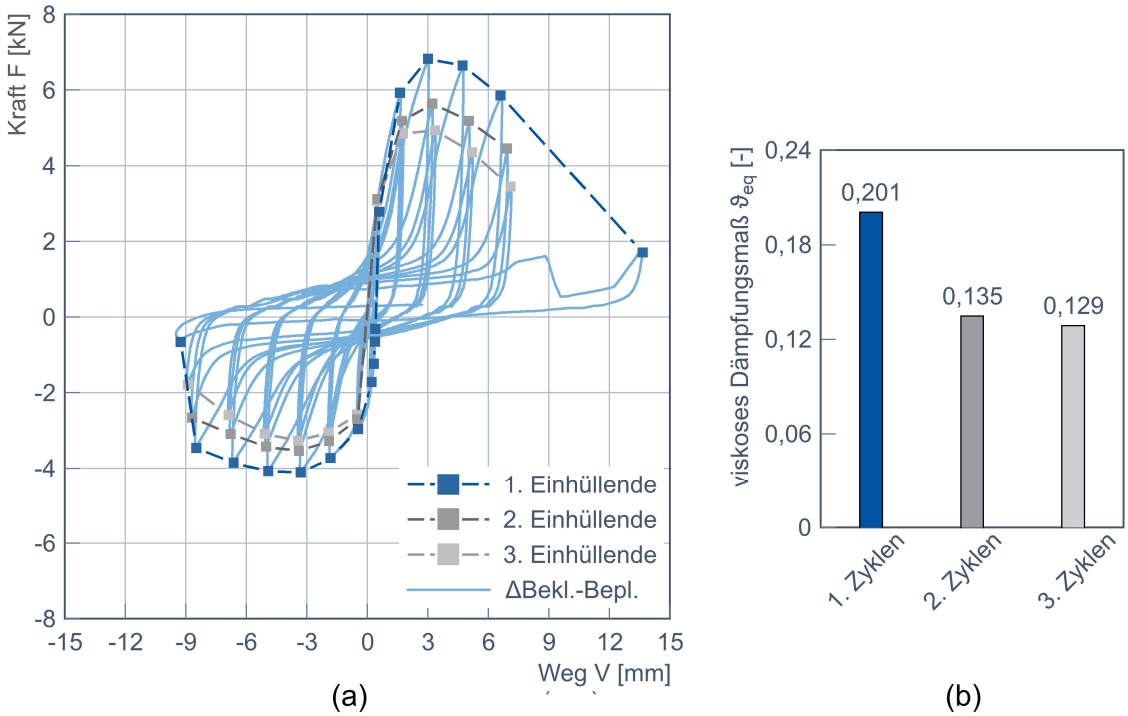
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

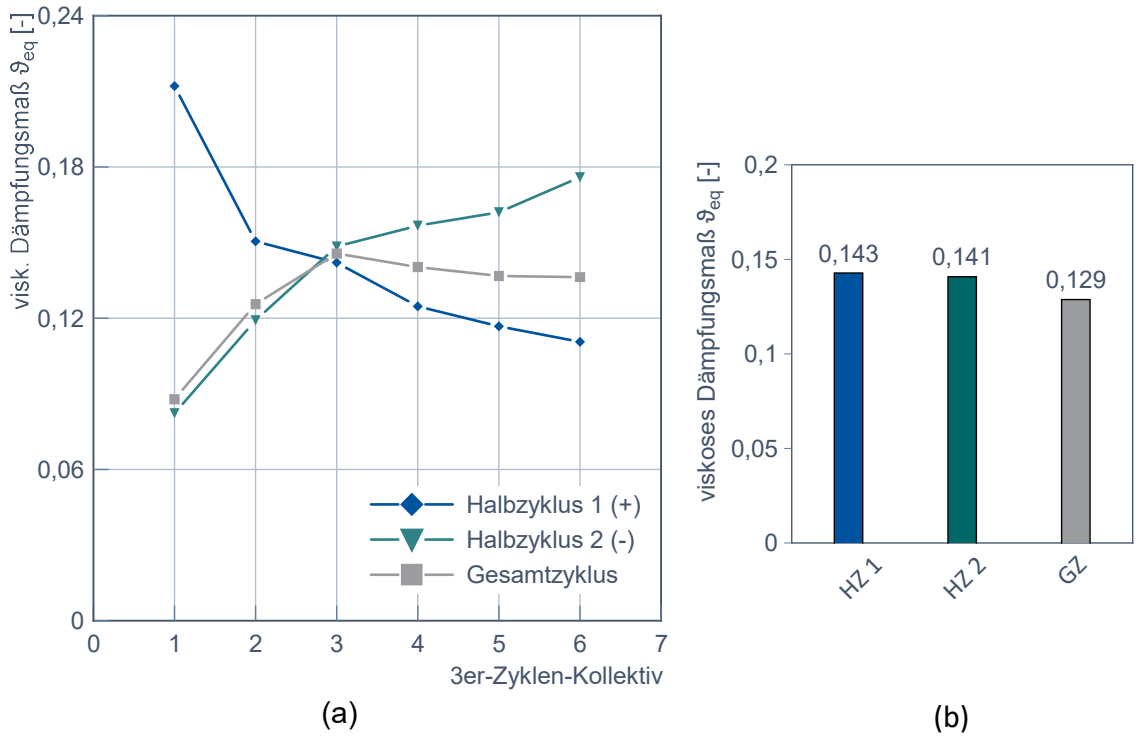
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

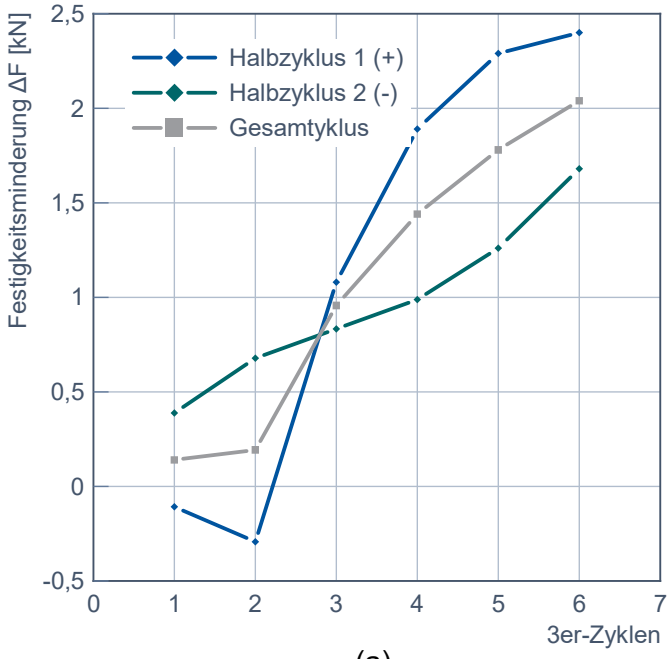
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



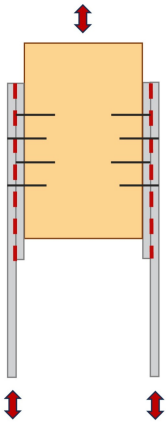
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-24,9%	13,1%	-5,9%
2	-10,5%	18,2%	3,8%
3	18,1%	20,3%	19,2%
4	27,8%	24,3%	26,0%
5	34,5%	32,7%	33,6%
6	41,1%	48,6%	44,8%
$\bar{x}$	14,4%	26,2%	20,3%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

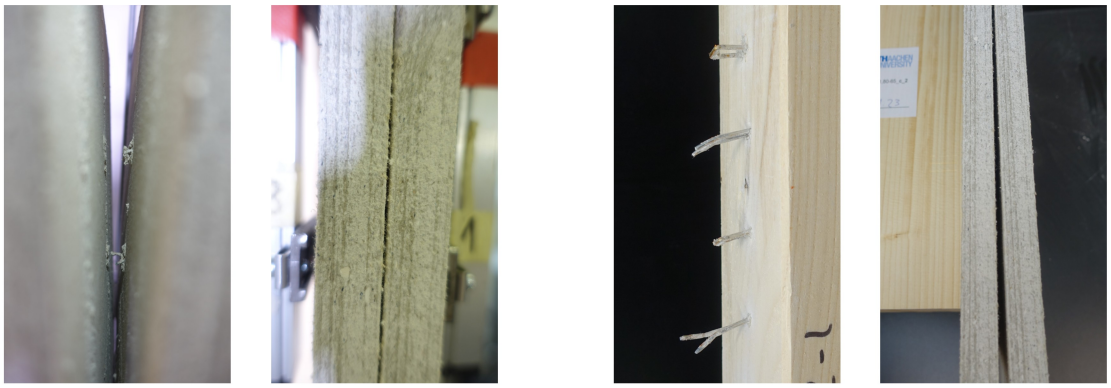
Versuch: 12-CT-GFB18-GFB18-st1,80-c2

Datum:	23.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	38,0 %RH
Temperatur:	23,3 °C



Maximale Kraft:	7,45 kN (-4,18 kN)	Weg: 4,09 mm (-5,50 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,86 kN (-1,04 kN)	V_u : 6,91 mm (-9,26 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern	
Bemerkung:	Klammern der rechten Bekleidung etwas herausgezogen	

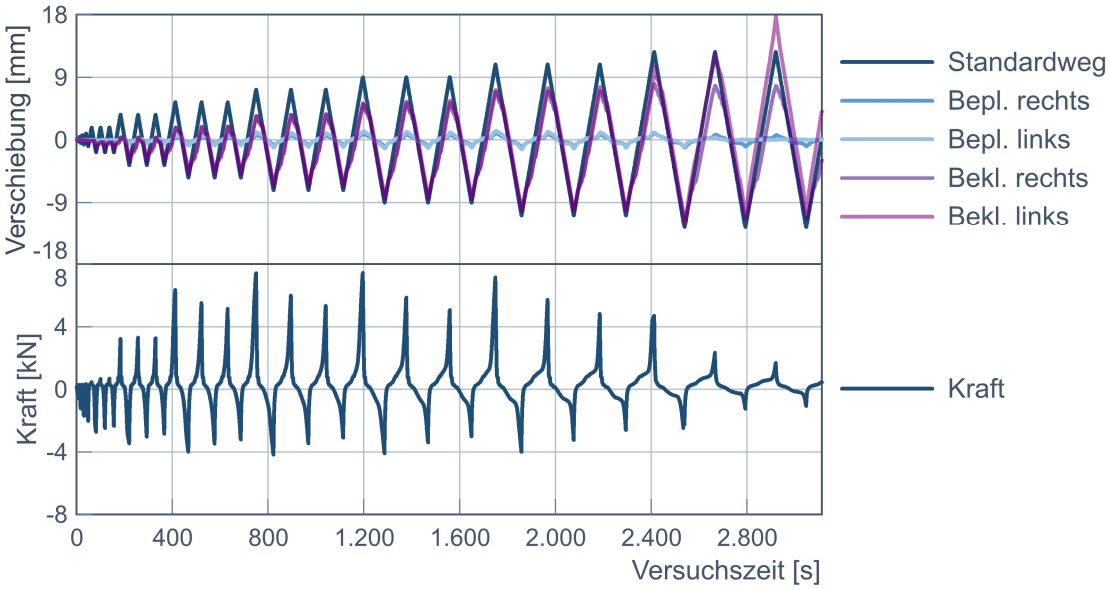
Versagensmodus



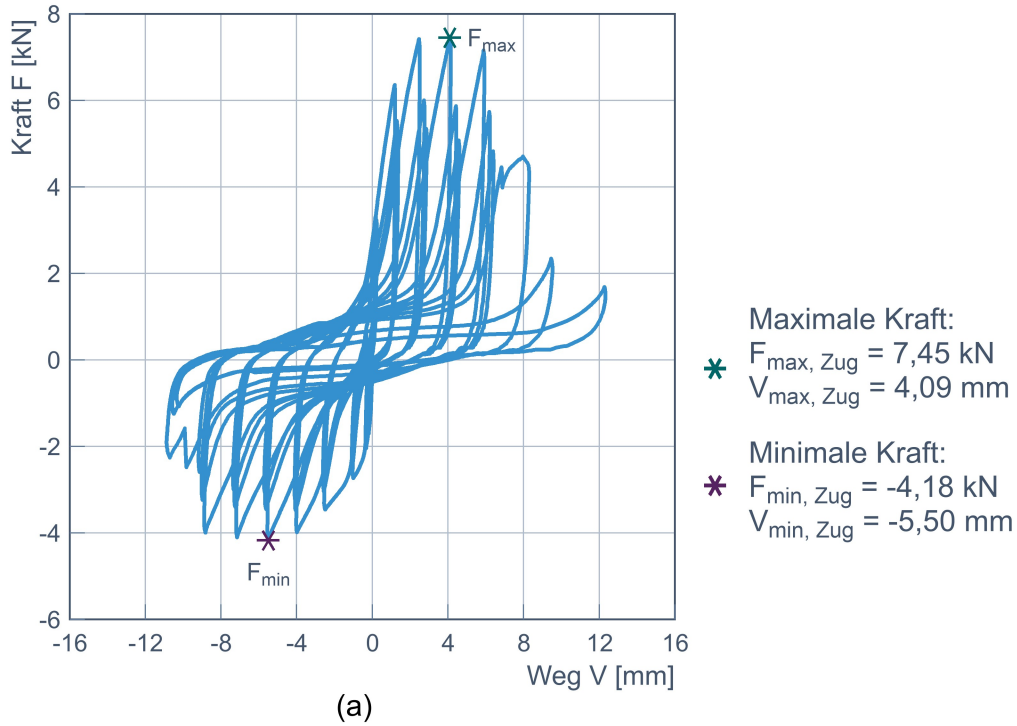
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



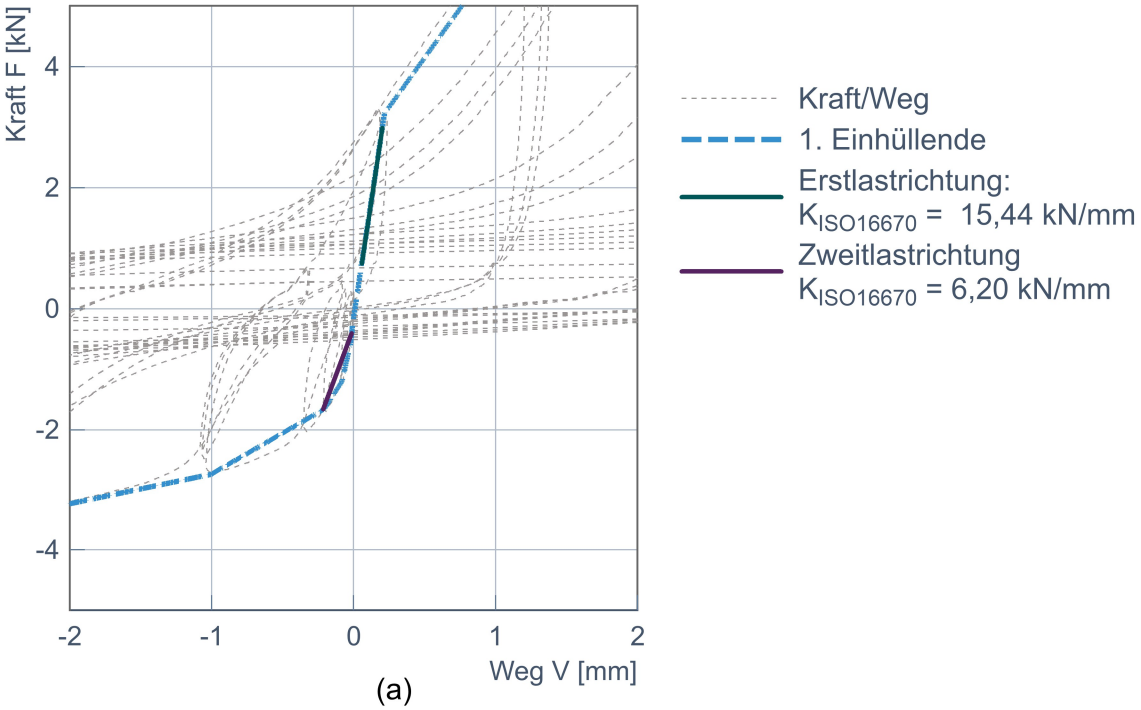
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

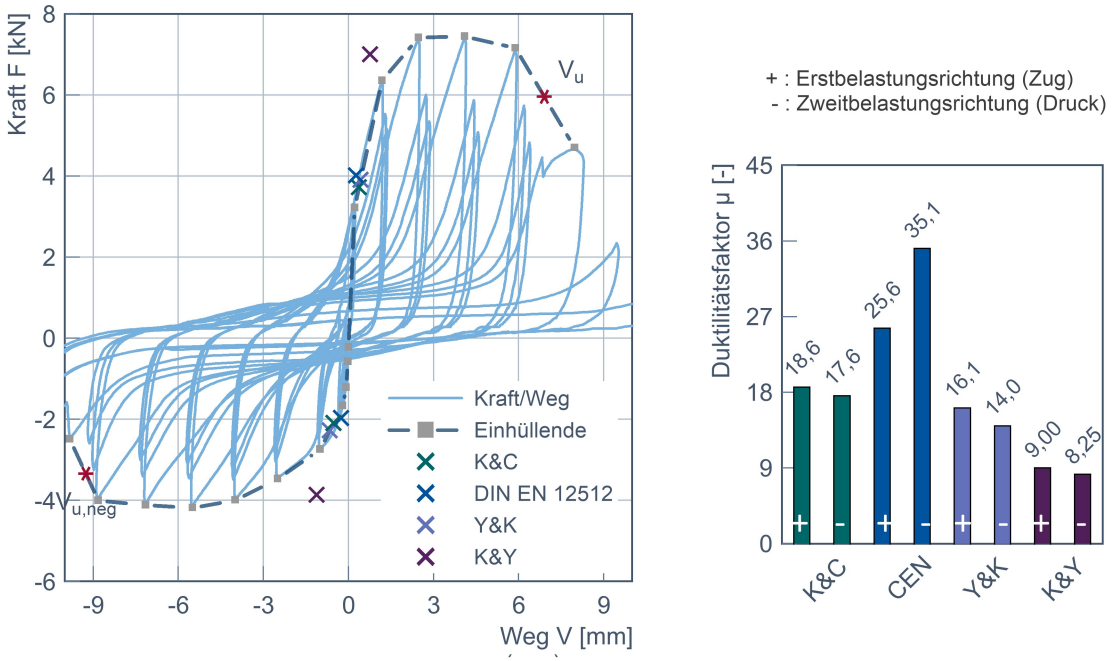
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

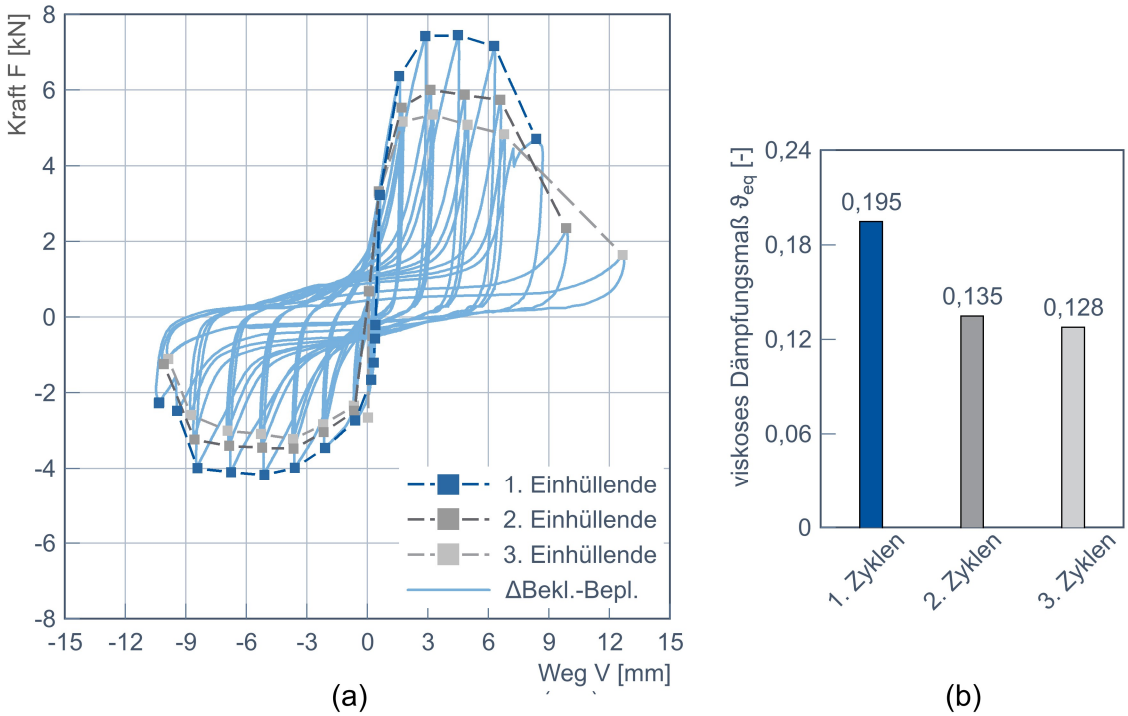
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

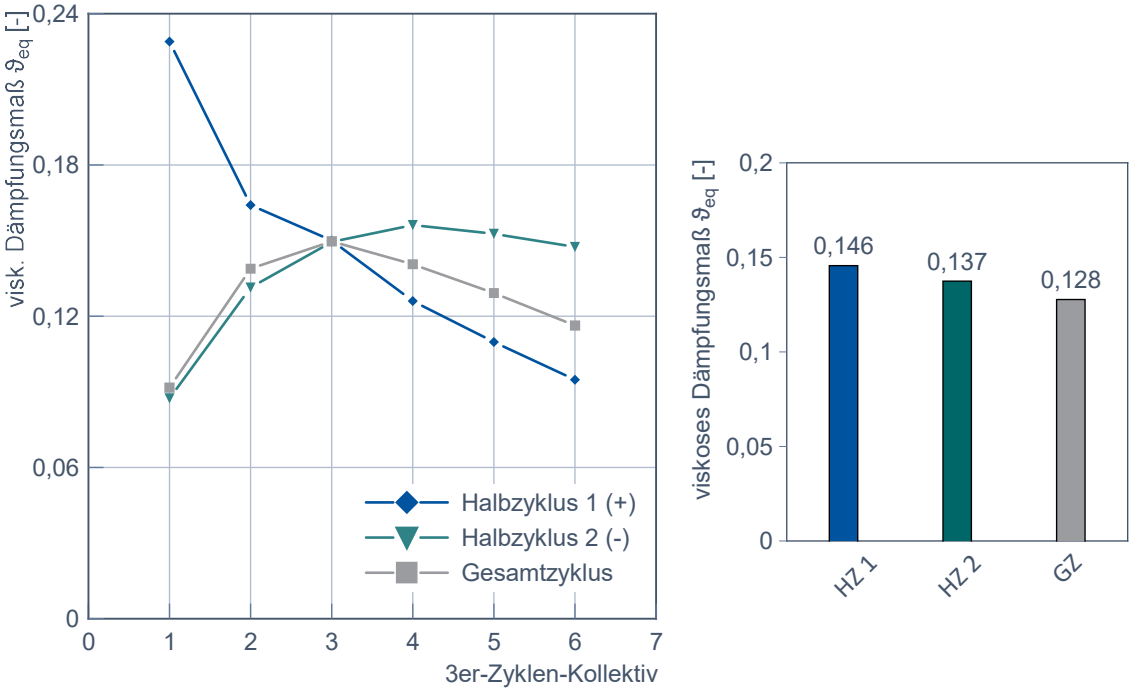
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

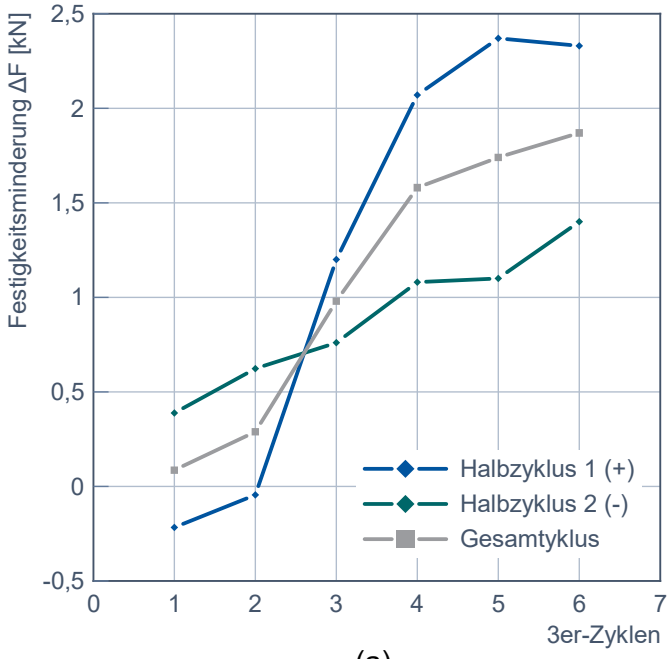
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



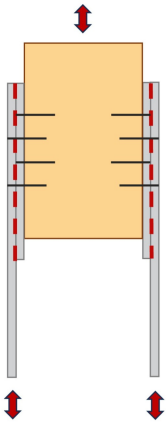
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-45,5%	14,2%	-15,6%
2	-1,4%	18,0%	8,3%
3	18,8%	19,1%	19,0%
4	27,9%	25,9%	26,9%
5	31,8%	26,8%	29,3%
6	32,6%	35,1%	33,8%
$\bar{x}$	10,7%	23,2%	16,9%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 12-CT-GFB18-GFB18-st1,80-c3

Datum:	23.11.2023
Beplankung:	GFB, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,8 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	39,0 %RH
Temperatur:	23,2 °C



Maximale Kraft:	7,18 kN (-4,51 kN)	Weg: 4,23 mm (-5,23 mm)
Max. Kraft pro VM:	1,80 kN (-1,13 kN)	V_u : 6,31 mm (-8,40 mm)
Versagen:	Ermüdungsbruch der Klammern, vereinzelnt Herausziehen	
Bemerkung:	-	

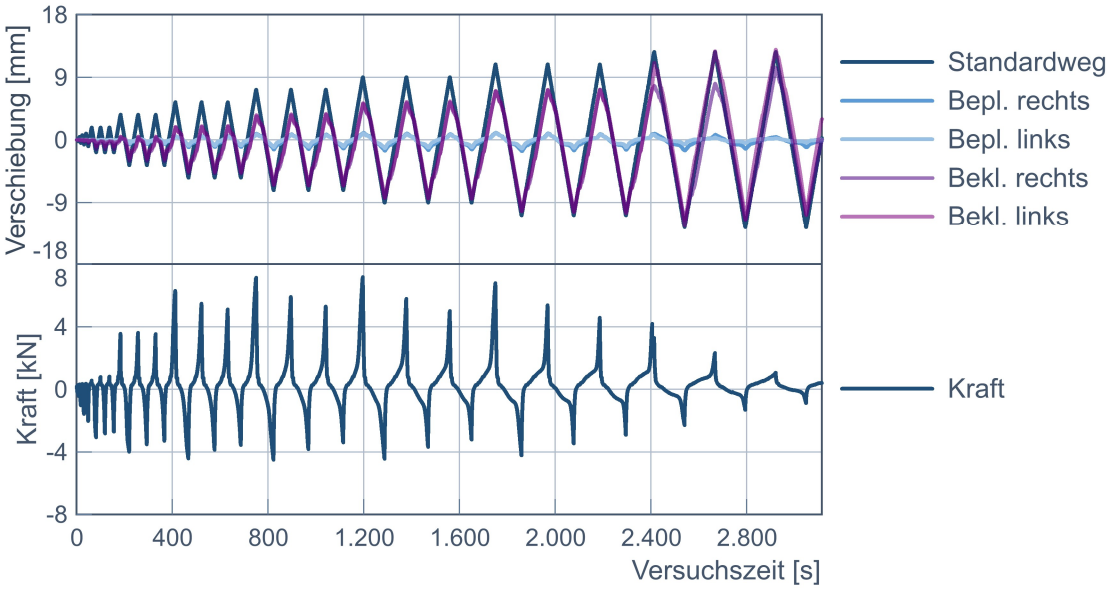
Versagensmodus



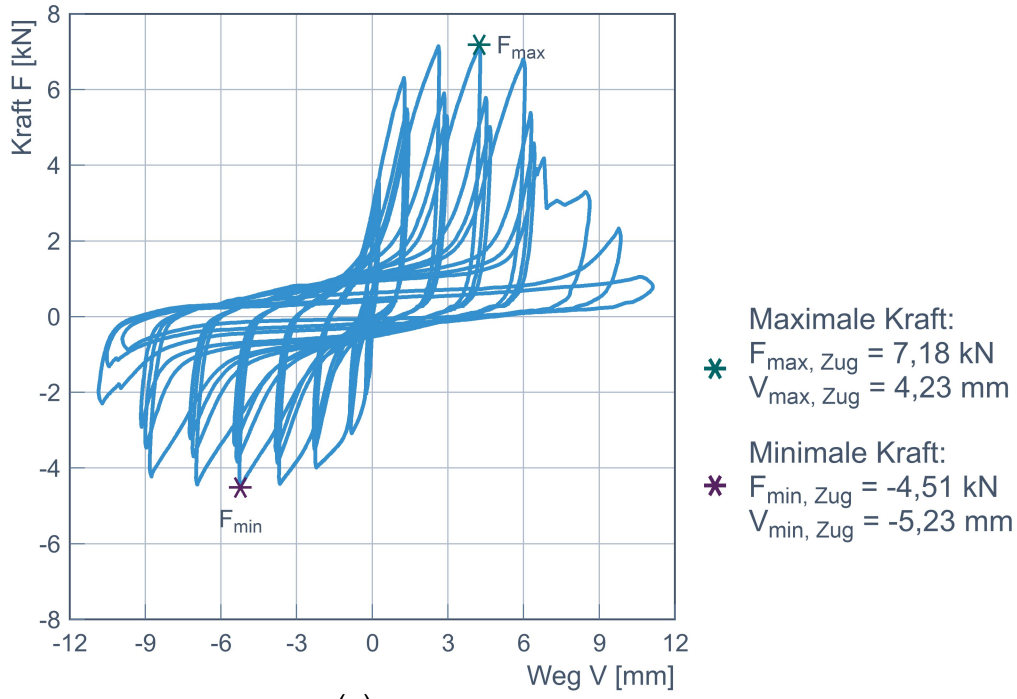
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



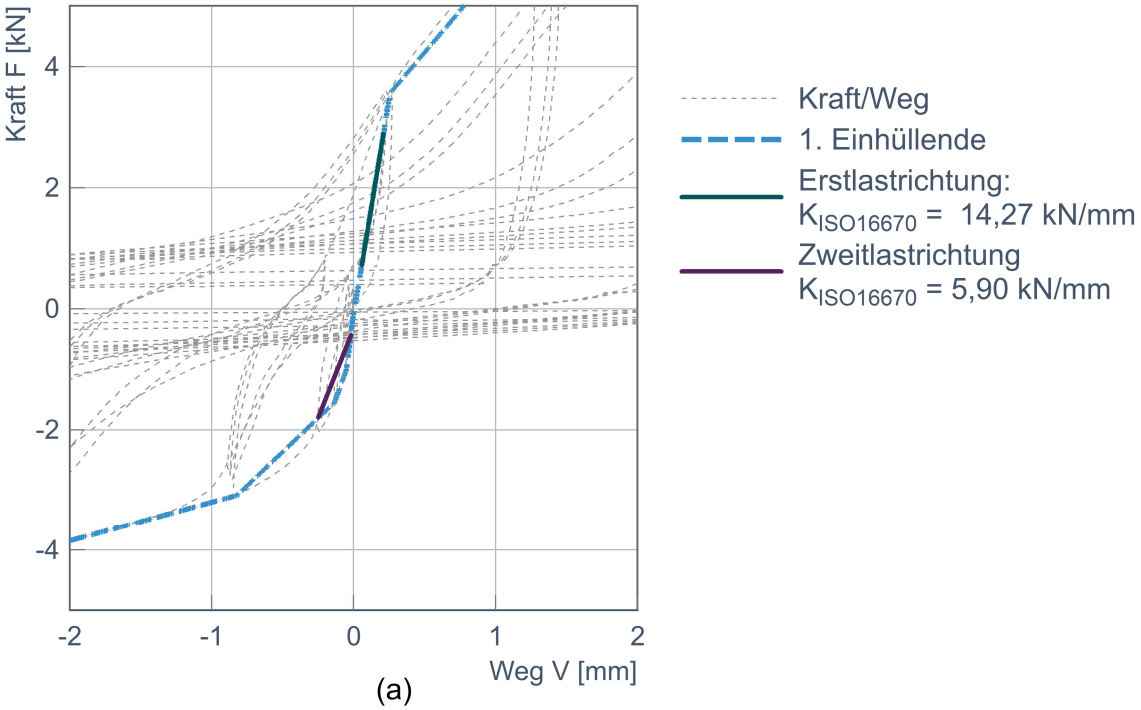
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

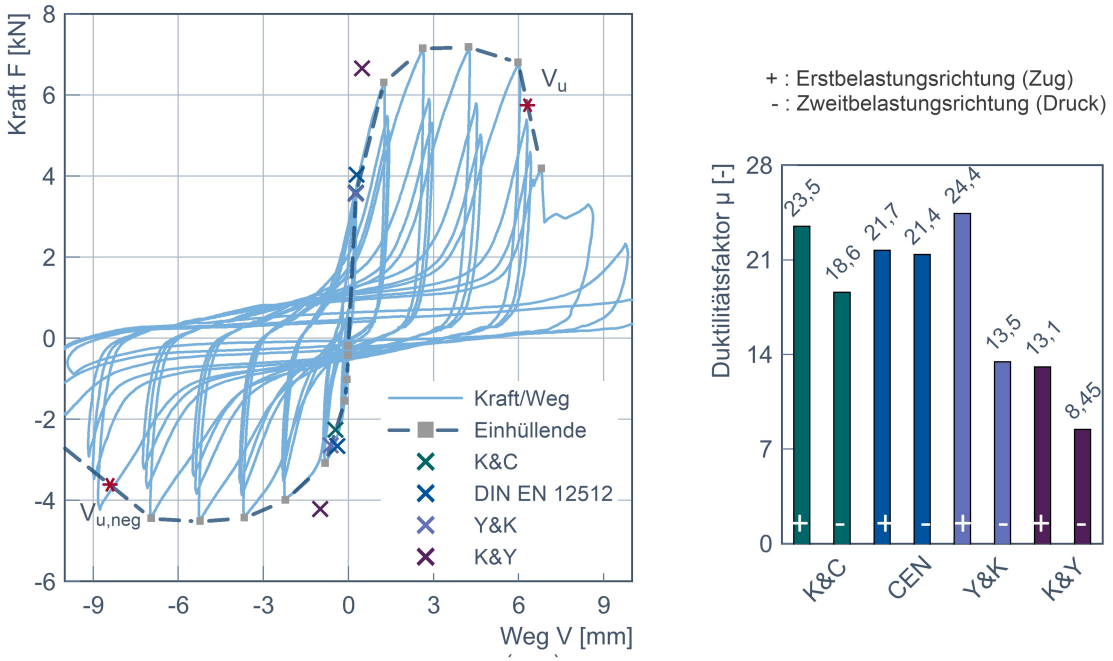
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

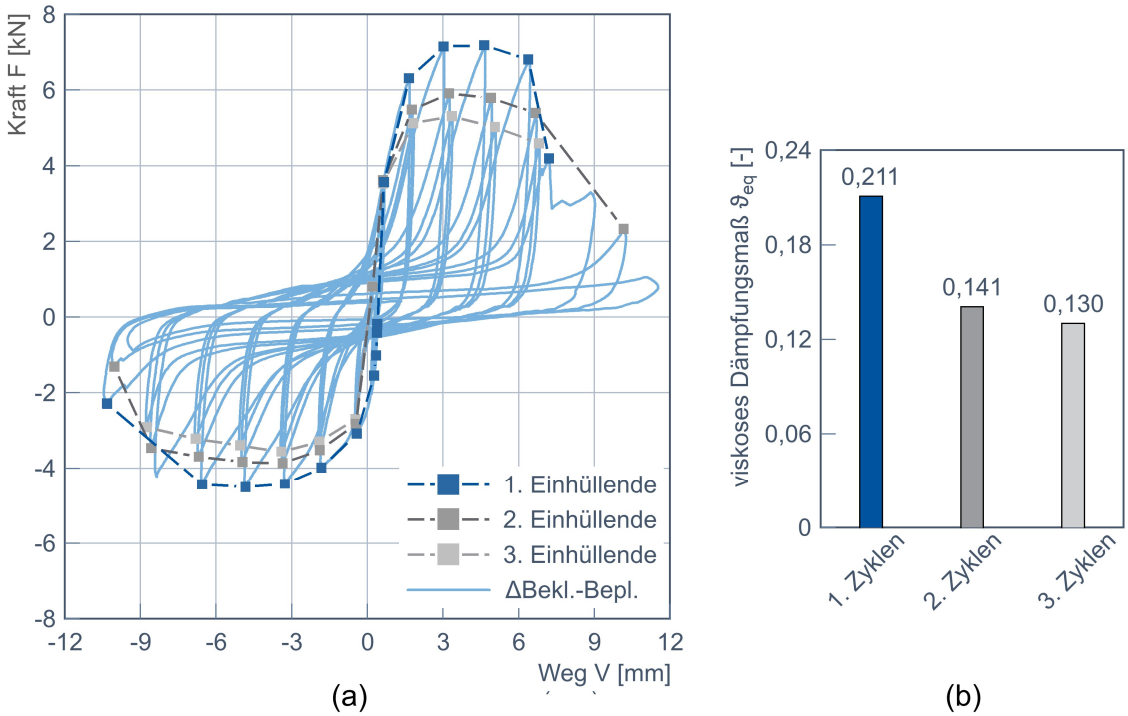
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

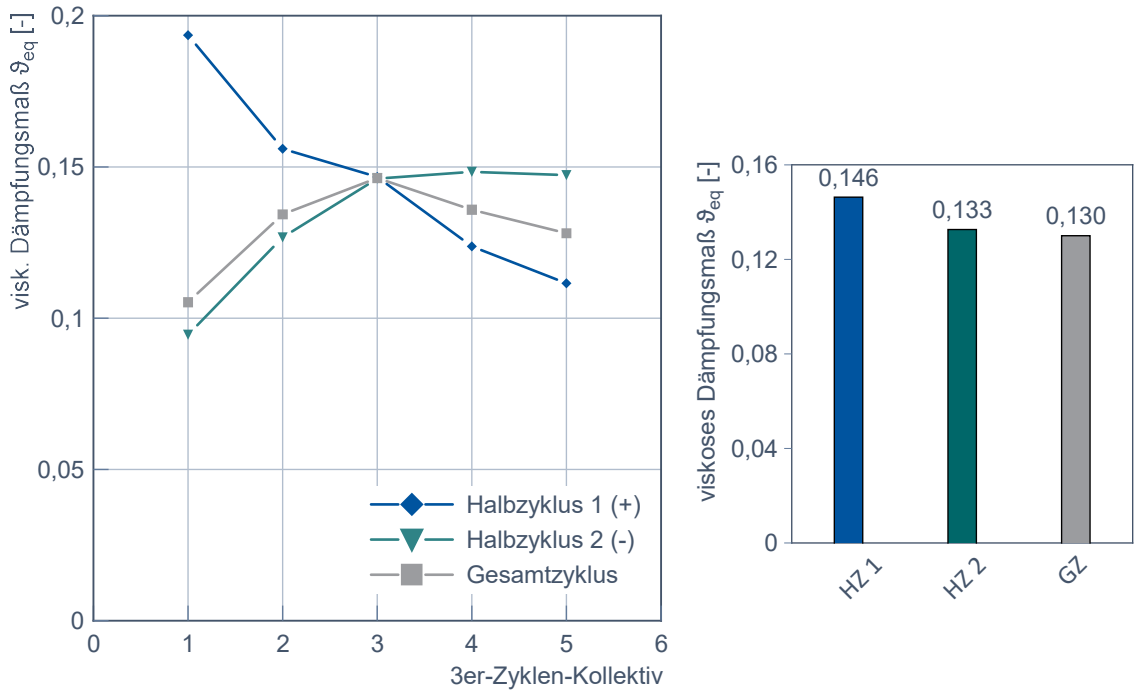
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

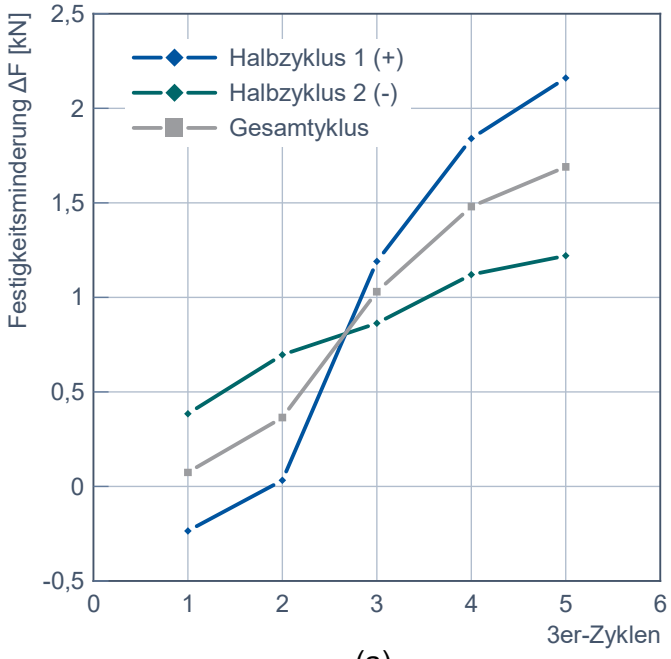
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



(a)

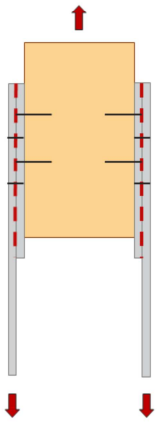
Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	-41,3%	12,5%	-14,4%
2	0,9%	17,5%	9,2%
3	18,8%	19,5%	19,2%
4	25,8%	24,7%	25,2%
5	30,1%	27,5%	28,8%
$\bar{x}$	6,9%	20,3%	13,6%

(b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv

Versuch: 13-CT-GF18-GF18-st1,53-35-c1

Datum:	09.02.2023
Beplankung:	GF1, t = 18 mm
Bekleidung:	GFB, t = 18 mm
Mittelholz:	C24
Verbindungsmittel:	Klammern, d = 1,53 mm
Belastungsart:	zyklisch, nach ISO 16670
Geschwindigkeit:	0,2 mm/s
Getestete Scherfuge:	Bekleidung-Beplankung
Anz. wirksamer VM in Scherfugen:	4
Luftfeuchtigkeit:	16,8 %RH
Temperatur:	18,8 °C



Maximale Kraft:	3,58 kN (-3,31 kN)	Weg: 4,37 mm (-5,13 mm)
Max. Kraft pro VM:	0,90 kN (-0,83 kN)	V_u : 8,41 mm (-8,96 mm)
Versagen:	Herausziehen der Klammern aus der Bekleidung	
Bemerkung:	-	

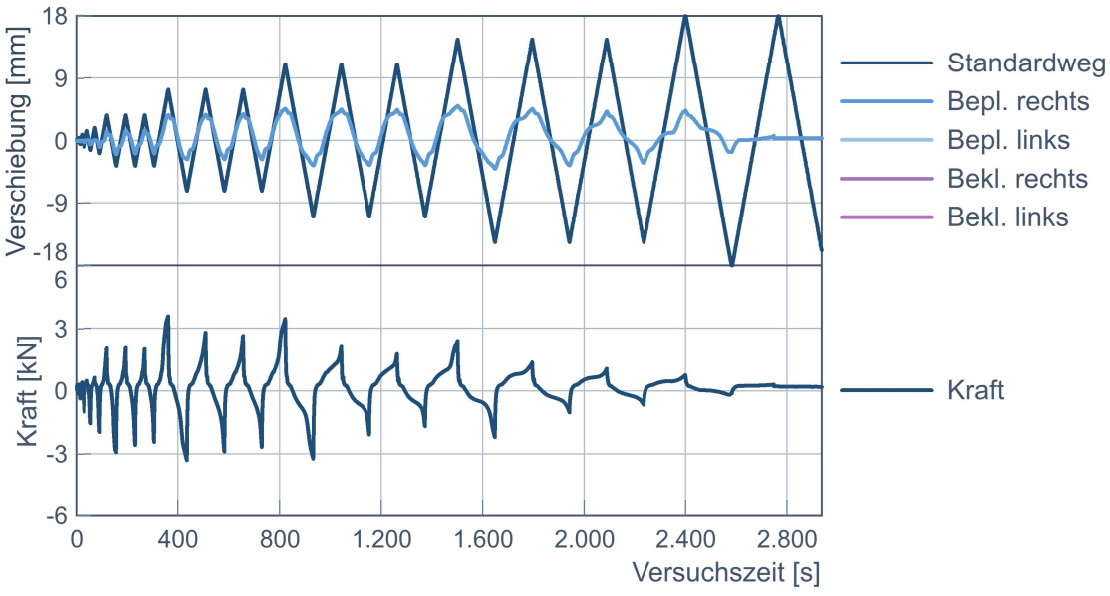
Versagensmodus



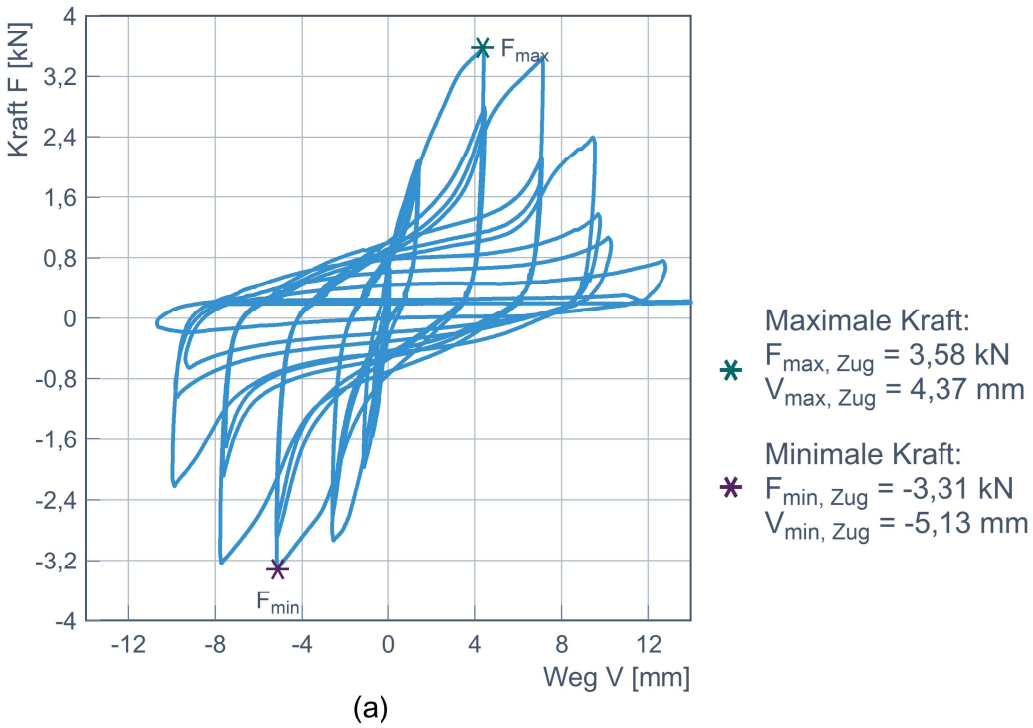
a) in Globalansicht nach Prüfende

b) in Detailansicht nach Ausbau

Zeitverläufe



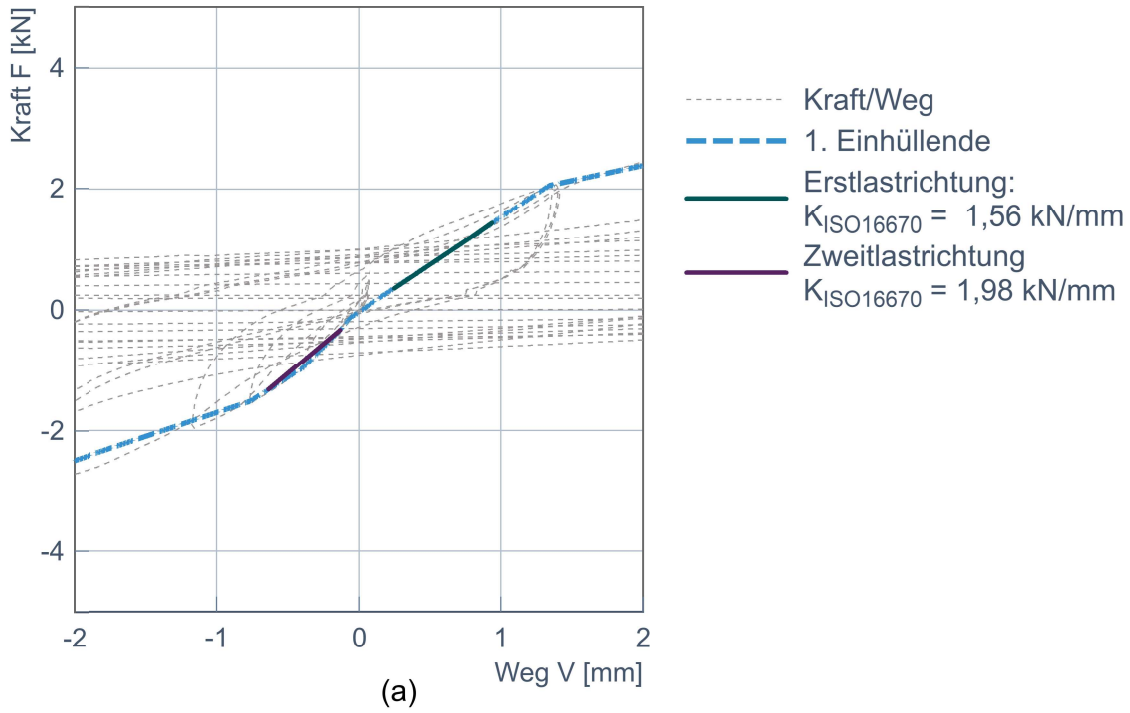
Kraft-Verformungsdiagramm



(a)

(a) Kraft-Verformungskurve mit maximaler und minimaler Traglast

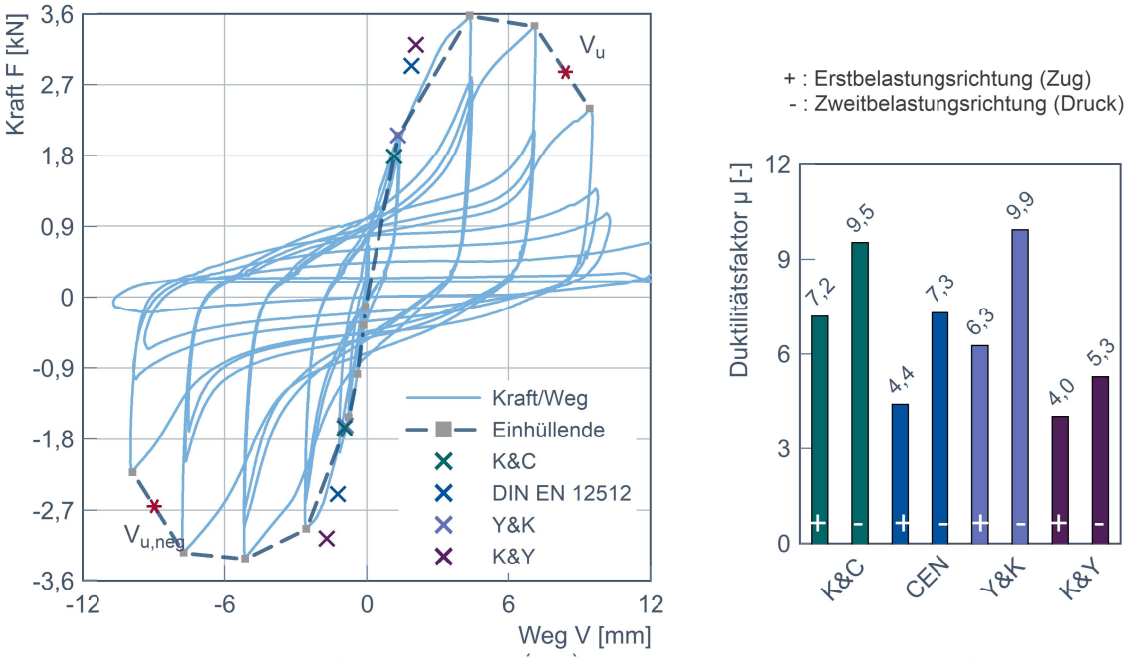
Anfangssteifigkeit



(a)

(a) Sekanten und zugehörige Anfangssteifigkeit nach ISO16670 für Erst- (Zug) und Zweitlastrichtung (Druck)

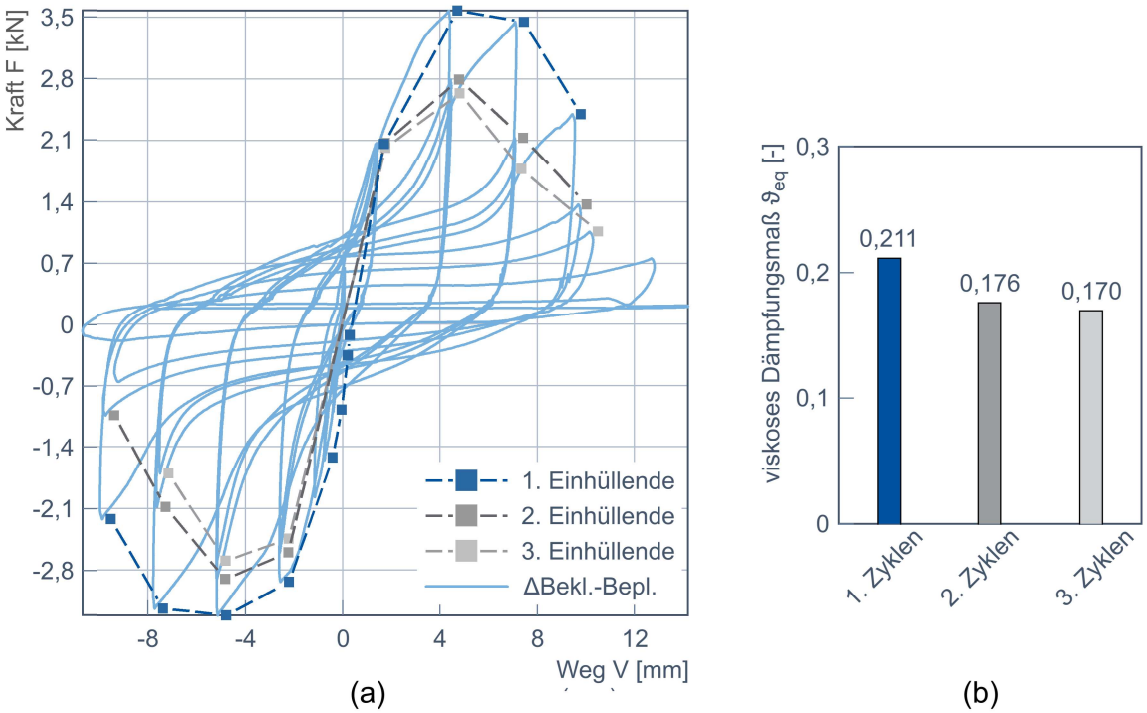
Fließverformung & Duktilität



(a) (b)

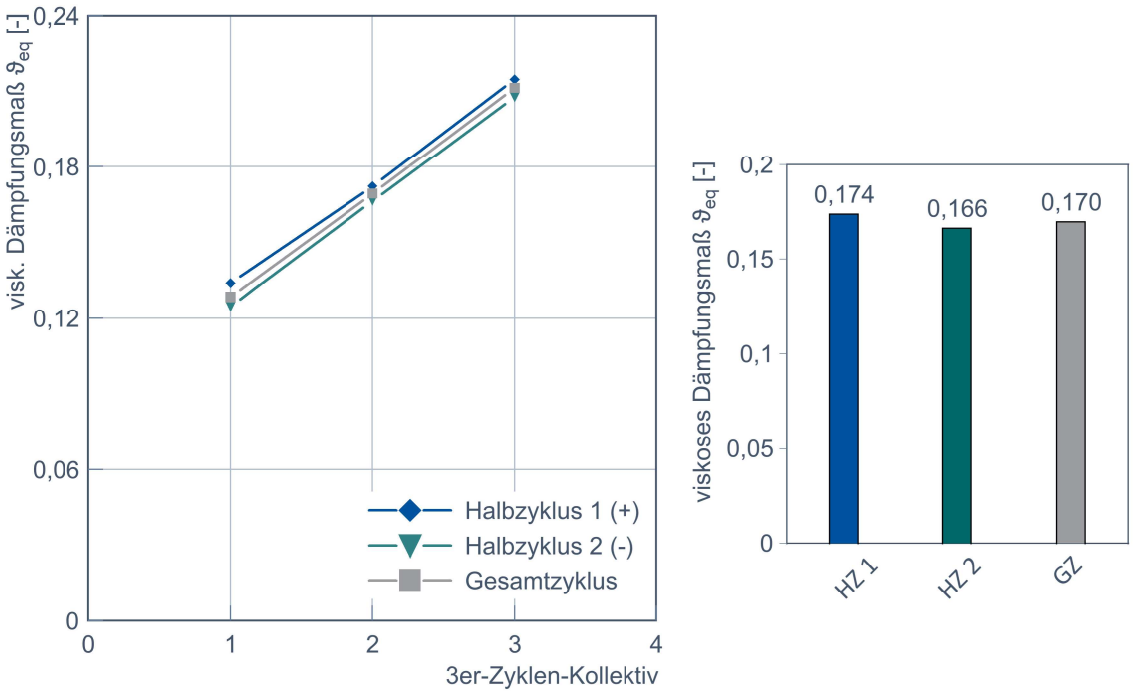
(a) Fließverformungen und (b) Duktilität nach Ansätzen von Karacabeyli & Ceccotti (K&C), dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Yasumura & Kawei (Y&K) und Kobayashi & Yasumura (K&Y)

Viskoses Dämpfungsmaß



(a) (b)

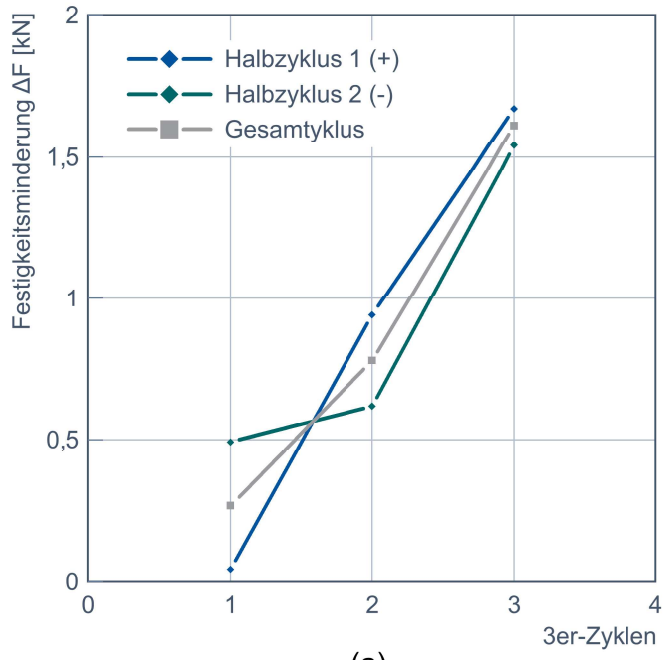
(a) Kraft-Weg-Diagramm mit Einhüllenden je 1er-, 2er- und 3er-Zyklus
(b) Mittelwert der viskosen Dämpfung der 1., 2. und 3. Zyklen der 3er-Zyklen-Kollektive



(a) (b)

(a) Einzelwert und (b) Mittelwert der viskosen Dämpfung im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus für den 3. Zyklus der 3er-Zyklen-Kollektive

Festigkeitsminderung



Zyklus-Nr.	HZ1	HZ2	GZ
1	2,1%	16,8%	9,5%
2	26,3%	18,7%	22,5%
3	48,5%	47,5%	48,0%
$\bar{x}$	25,7%	27,6%	26,6%

(a) (b)

(a) Einzelwerte und (b) Prozentualer Anteil der Festigkeitsminderung zwischen erster und dritter Einhüllenden im 1. & 2. Halb-, sowie im Gesamtzyklus je 3er-Zyklus-Kollektiv