

## ZWEIKOMPONENTEN-EPOXYDKLEBER

### ZUVERLÄSSIG

Die Dauerhaftigkeit wird unter anderem durch den Einsatz im Holzbau seit über 30 Jahren belegt.

### LEISTUNGSSTARK

Hochleistungs-Zweikomponenten-Epoxydkleber. Die Festigkeit der Verbindungen hängt aufgrund der Überfestigkeit des Klebstoffs ausschließlich vom Holzmaterial ab.

### VIELSEITIG

In Kartuschen für den praktischen und schnellen Einsatz, in den Größen 3 Liter und 5 Liter für größere Volumen.

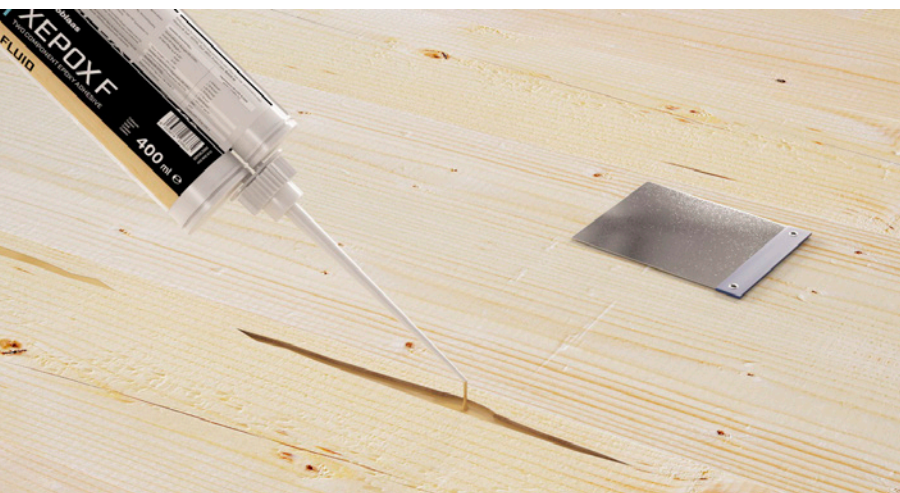


## EIGENSCHAFTEN

FOCUS	konstruktive Verklebung
TYP	Verbindungen mit Stangen, gelochten oder sandgestrahlten Platten
SORTIMENT	5 Produkte zur Anpassung an alle anforderungen
ANWENDUNG	je nach Viskosität durch Sprühen, Pinsel, Einbringen oder Spachtel auftragbar

### VIDEO

Scannen Sie den QR-Code und schauen Sie sich das Video auf unserem YouTube-Kanal an



## MATERIAL

Zweikomponenten-Epoxydkleber.

## ANWENDUNGSGEBIETE

Scherverbindungen und biegesteife Anschlüsse

- Massiv- und Brettschichtholz
- BSP
- Beton



## STRUKTUR

Hervorragend geeignet für die Realisierung von starren mehrachsigen Verbindungen.

## STATISCHE VERSTÄRKUNG

Für die Verstärkung des Holzmaterials in Kombination mit Bewehrungsstahl und anderen Materialien verwendbar.

## ARTIKELNUMMERN UND ABMESSUNGEN

### EIMER

ART.-NR.	Beschreibung	Inhalt [ml]	Stk.
<b>XEPOXP3000</b>	P - primer	A + B = 3000	1
<b>XEPOXL3000</b>	L - liquid (flüssig)	A + B = 3000	1
<b>XEPOXL5000</b>		A + B = 5000	1
<b>XEPOXF3000</b>	F - fluid (dünnflüssig)	A + B = 3000	1
<b>XEPOXF5000</b>		A + B = 5000	1
<b>XEPOXG3000</b>	G - gel	A + B = 3000	1

### KARTUSCHEN

ART.-NR.	Beschreibung	Inhalt [ml]	Stk.
<b>XEPOXF400</b>	F - fluid (dünnflüssig)	400	1
<b>XEPOXD400</b>	D - dense (dickflüssig)	400	1

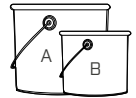
## ZUSATZPRODUKTE - ZUBEHÖR

ART.-NR.	Beschreibung	Stk.
<b>MAMDB</b>	Pistole für Doppel-Kartuschen	1
<b>STINGXP</b>	Mischer	1

## ANWENDUNG

### XEPOX P - Primer

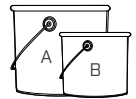
Zweikomponenten-Epoxydkleber mit sehr geringer Viskosität und hoher Fließkraft für Verstärkungen mit Bändern/Gewebe aus Kohlenstoff oder Glas. Auch für den Schutz von sandgestrahlten Blechen SA2,5/SA3 (ISO 8501) und für die Herstellung von FRP-Einsätzen (Fiber Reinforced Polymers) geeignet. Anwendbar mit Rolle, Spray und Pinsel. Kann 36 Monate in der ungeöffneten Originalverpackung bei Temperaturen zwischen +5°C und +30°C gelagert werden.



Klassifizierung der Komponente A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. Klassifizierung der Komponente B: Acute Tox. 4; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

### XEPOX L - Liquid (Flüssig)

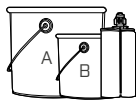
Zweikomponenten-Epoxydkleber für Konstruktionen, sehr flüssig, anwendbar zum Einbringen in sehr tiefe Bohrungen und für große Verbindungen mit verdeckten Einsätzen bei großen Fräsungen oder bei geringem Zwischenraum (1 mm oder mehr), stets nach vorherigem sorgfältigen Versiegeln der Fugen. Giessbar und injizierbar. Kann 36 Monate in der ungeöffneten Originalverpackung bei Temperaturen zwischen +5°C und +30°C gelagert werden.



Klassifizierung der Komponente A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. Klassifizierung der Komponente B: Acute Tox. 4; STOT RE 2; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

### XEPOX F - Fluid (dünnflüssig)

Flüssiger Zweikomponenten-Epoxydkleber für Konstruktionen, geeignet für Injektionen in vertikale Bohrungen und Fräsungen, nach vorherigem Versiegeln der Fugen. Vorzugsweise für die Festigung der gebogenen Verbinder (System Turrini-Piazza) am Holz in den Holz-Beton-Verbunddecken, sowohl mit neuen als auch bestehenden Balken. Abstand zwischen dem Metall und dem Holz von ca. 2 mm oder mehr. Nach dem Einfügen der Stahlplatten oder Stahlstangen in die vertikalen Bohrungen der Fräsungen abtropfen. Giessbar und injizierbar mit Patrone. Kann 36 Monate in der ungeöffneten Originalverpackung bei Temperaturen zwischen +5°C und 30°C gelagert werden.



Klassifizierung der Komponente A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. Klassifizierung der Komponente B: STOT RE 2; Skin Corr. 1A; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

### XEPOX D - Dense (dickflüssig)

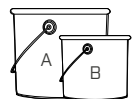
Thixotroper Zweikomponenten-Epoxydkleber (dickflüssig) für Konstruktionen, geeignet für Einspritzungen, insbesondere in horizontale oder vertikale Bohrungen in Brettschichtholz, Massivholz, Mauerwerk und Stahlbeton. Injizierbar mit Patrone. Kann 36 Monate in der ungeöffneten Originalverpackung bei Temperaturen zwischen +5°C und +30°C gelagert werden.



Klassifizierung der Komponente A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. Klassifizierung der Komponente B: Repr. 1A; Acute Tox. 4; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

### XEPOX G - Gel

Zweikomponenten-Epoxydkleber in Gelform für Konstruktionen, anwendbar mit Spachtel auch auf vertikalen Flächen und zur Herstellung von hohen oder unregelmäßigen Unterlagen. Geeignet für großflächige Überlagerungen von Holz und zur Verklebung von Verstärkungen unter Einsatz von Glas oder Kohlenstoffasergewebe und für Verkleidungen (Aufschüttungen) aus Holz oder Metall. Zum Spachteln. Kann 36 Monate in der ungeöffneten Originalverpackung bei Temperaturen zwischen +5°C und +30°C gelagert werden.



Klassifizierung der Komponente A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2. Klassifizierung der Komponente B: Acute Tox. 4; Skin Corr. 1A; Eye Dam. 1; STOT SE 3; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

## TECHNISCHE DATEN

Eigenschaften	Norm	XEPOX P	XEPOX L	XEPOX F	XEPOX D	XEPOX G
Spezifisches Gewicht	<b>ASTM D 792-66</b>	≈ 1,10	≈ 1,40	≈ 1,45	≈ 2,00	≈ 1,90
Stöchiometrisches Verhältnis nach Volumen (A/B) <sup>(1)</sup>	-	100 : 50 <sup>(2)</sup>	100 : 50	100 : 50	100 : 50	100 : 50
Pot life 23 ± 2° 150 cc	<b>ERL 13-70</b> [min]	-	50 ÷ 60	50 ÷ 60	50 ÷ 60	60 ÷ 70
Abbindezeit der Mischung	<b>ERL 13-70</b> [min]	25 ÷ 30	25 ÷ 30	25 ÷ 30	25 ÷ 30	-
Verarbeitungstemperatur (relative Feuchtigkeit max. 90%)	- [°C]	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35	5 ÷ 40	5 ÷ 40
Empfohlene Stärke	- [mm]	0,1 ÷ 2	1 ÷ 2	2 ÷ 4	2 ÷ 6	1 ÷ 10
Normale Adhäsionsspannung $\sigma$	<b>EN 12188</b> [N/mm <sup>2</sup> ]	21	27	25	19	23
Scherfestigkeit geneigt $\sigma_0$ 50°	<b>EN 12188</b> [N/mm <sup>2</sup> ]	94	70	93	55	102
Scherfestigkeit geneigt $\sigma_0$ 60°	<b>EN 12188</b> [N/mm <sup>2</sup> ]	106	88	101	80	109
Scherfestigkeit geneigt $\sigma_0$ 70°	<b>EN 12188</b> [N/mm <sup>2</sup> ]	121	103	115	95	116
Scherfestigkeit $\tau$	<b>EN 12188</b> [N/mm <sup>2</sup> ]	39	27	36	27	37
Bruchlast unter Druck <sup>(3)</sup>	<b>EN 13412</b> [N/mm <sup>2</sup> ]	83	88	85	84	94
Durchschnittliches Elastizitätsmodul unter Druck	<b>EN 13412</b> [N/mm <sup>2</sup> ]	3438	3098	3937	3824	5764
Wärmeausdehnungskoeffizient (im Bereich -20°C / +40°C)	<b>EN 177</b> [m/m·°C]	7,0 x 10 <sup>-5</sup>	7,0 x 10 <sup>-5</sup>	6,0 x 10 <sup>-5</sup>	6,0 x 10 <sup>-5</sup>	7,0 x 10 <sup>-5</sup>
Bruchlast unter Zug <sup>(4)</sup>	<b>ASTM D638</b> [N/mm <sup>2</sup> ]	40	36	30	28	30
Durchschnittliches Elastizitätsmodul unter Zugkraft <sup>(4)</sup>	<b>ASTM D638</b> [N/mm <sup>2</sup> ]	3300	4600	4600	6600	7900
Bruchlast unter Biegung <sup>(4)</sup>	<b>ASTM D790</b> [N/mm <sup>2</sup> ]	86	64	38	46	46
Durchschnittliches Elastizitätsmodul unter Beanspruchung <sup>(4)</sup>	<b>ASTM D790</b> [N/mm <sup>2</sup> ]	2400	3700	2600	5400	5400
Bruchlast bei Abscherung (Stanzwerkzeug) <sup>(4)</sup>	<b>ASTM D732</b> [N/mm <sup>2</sup> ]	28	28	28	19	25
Viskosität	- [mPa·s]	A = 1100 B = 250	A = 2300 B = 800	A = 14000 B = 11500	A = 300000 B = 300000	A = 450000 B = 13000

### ANMERKUNGEN:

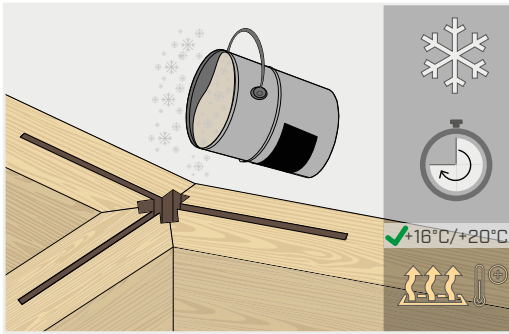
<sup>(1)</sup> Die Komponenten sind vordosiert und gebrauchsfertig verpackt. Das Verhältnis ist nach Volumen (nicht nach Gewicht).

<sup>(2)</sup> Es wird empfohlen, immer nur einen Liter des gemischten Produkts nacheinander zu verwenden. Das Verhältnis der Komponenten A:B nach Gewicht entspricht ca. 100:44,4.

<sup>(3)</sup> Durchschnittswert nach Ende eines Zyklus der Be-/Entlastung.

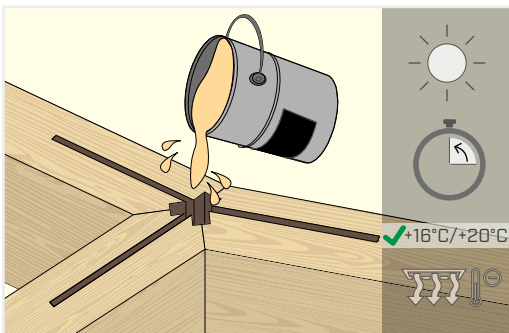
<sup>(4)</sup> Versuchsergebnisse der Forschungskampagne „Innovative Verbindungen für Holzbauteile“ - Polytechnikum Mailand.

## ANWENDUNGSTEMPERATUR UND AUFBEWAHRUNG



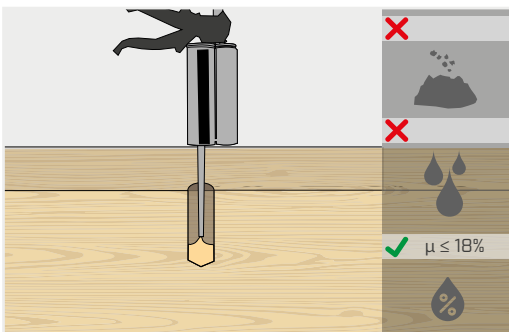
### AUFBEWAHRUNG DER KLEBER

Die Epoxyd Kleber müssen sowohl im Winter als auch im Sommer bis zum unmittelbaren Gebrauch bei gemäßigten Temperaturen (um +16 °C / +20 °C) aufbewahrt werden. Die Verpackung nicht in kalter Umgebung aufbewahren, da dadurch die Viskosität der Kleber ansteigt und das Einbringen aus den Eimern und das Auspressen aus den Kartuschen erschwert wird. Die Verpackungen nicht der Sonne aussetzen, da das Produkt in wesentlich kürzerer Zeit polymerisieren würde.



### ANWENDUNG DES KLEBERS

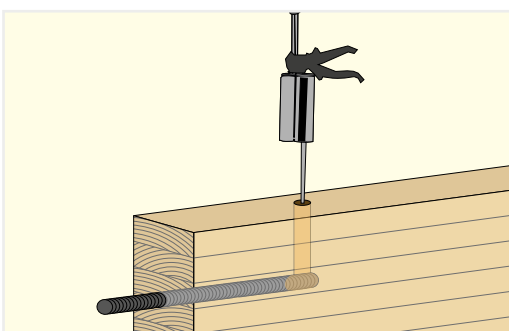
Die empfohlene Umgebungstemperatur bei der Anwendung ist > +10 °C. Bei niedrigeren Temperaturen müssen die Verpackungen mindestens eine Stunde vor dem Gebrauch erwärmt werden oder aber die Einbringungsstellen und die Metalleinsätze werden vor dem Abtropfen des Produktes erwärmt. Sollten die Temperaturen hingegen zu hoch sein, muss das Abtropfen des Klebers zu einer kühlen Tageszeit erfolgen, die heißen Tageszeiten sind zu vermeiden.



### LÖCHER UND AUSFRÄSUNGEN

Vor dem Abtropfen oder Einspritzen des Klebers müssen die Löcher und Höhlungen im Holz vor Witterungswasser oder vor hoher Luftfeuchtigkeit geschützt und mit Druckluft gereinigt werden. Falls die zu verharzenden Teile nass oder sehr feucht sind, müssen sie getrocknet werden. Die Kleber sollten nur für angemessen getrocknetes Holz, dessen Feuchtigkeit unter 18% liegt, verwendet werden.

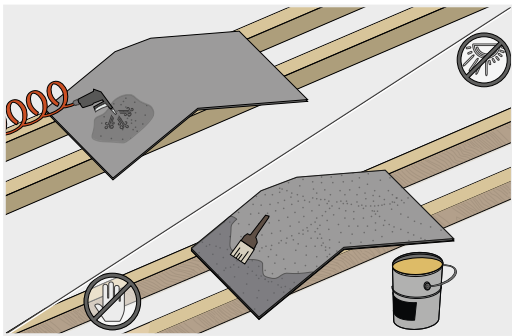
## VERBINDUNGEN MIT GEKLEBTEN STANGEN



### HARZAUFTRAG

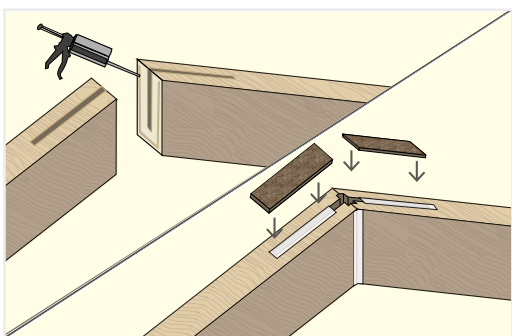
Verbindungen mit Stangen eignen sich angesichts der geringen Harzmenge für die Extrusion mit biaxialen Kartuschen. Um die Menge der einzuspritzenden Klebmasse zu variieren, das Ende der Tülle abschneiden. Für die Verleimung von langen Stangen wird empfohlen, Fülllöcher im rechten Winkel zur Stange herzustellen.

## ■ BIEGESTEIFE VERBINDUNG MIT PLATTEN



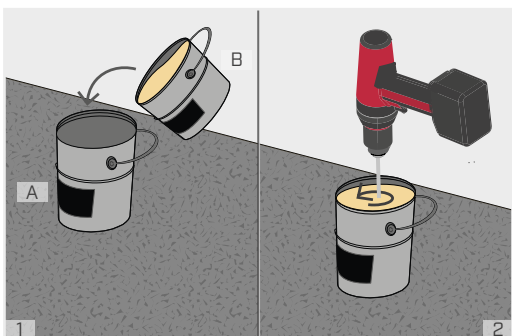
### VORBEREITUNG DER METALLTRÄGER

Die Metalleinsätze zur Armierung der Verbindungen müssen gesäubert und entfettet werden. Glatte Bleche können gelocht sein oder müssen mit Grad SA2,5/SA3 sandgestrahlt und dann mit einer Schicht XEPOX P vor Oxidation geschützt werden. Vor allem in den warmen Jahreszeiten müssen die Metalloberflächen vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt werden.



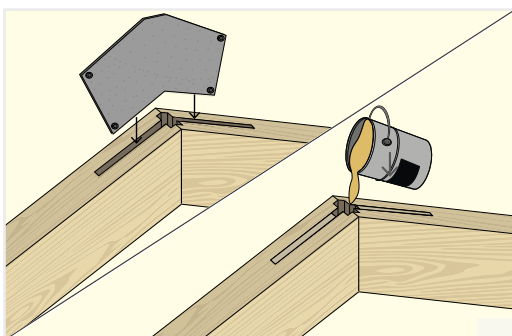
### VORBEREITUNG DES HOLZTRÄGERS

An senkrechten Kanten durchgehende Streifen aus Papierklebeband anbringen, die etwa 2 bis 3 mm vom Rand entfernt positioniert werden müssen. Dann eine durchgehende Spur aus saurem Silikon auftragen und Druck ausüben, so dass es auch an den durch das Klebeband geschützten Flächen haftet. Die Fräsungen an den Oberseiten der geneigten Elemente müssen mit Holzleisten oder Holzbrettern versiegelt werden, wobei nur das Endstück der Fräsungen am Punkt der Abtropfung des Klebers freigelassen werden muss.



### VORBEREITUNG DES PRODUKTS

Um das Produkt in Eimern zu verarbeiten, muss der Härter (Komponente B) in den Eimer mit dem Epoxidharz (Komponente A) gegossen werden. Die beiden Komponenten, die unterschiedliche Farben aufweisen, kräftig mischen. Um eine homogene Mischung zu erhalten, empfehlen wir die Verwendung eines geeigneten Mischers mit doppelten Rührwerk, der an einem Elektrowerkzeug montiert ist; alternativ dazu kann ein Rührbesen aus Metall verwendet werden. Zur Verteilung in Rissen von nennenswerter Länge, das gemischte Produkt zum Abtropfen direkt aus dem Eimer gießen oder mit einem Spatel verteilen.



### HARZAUFTRAG

Es wird empfohlen, eine „geeignete“ Klebelagerung als weitere Garantie für die Funktionalität des Kontaktsystems vorzusehen, indem der Kopfbereich der Holzkonstruktion Elemente mit einer spezielle Fräsung versehen wird. Es wird ein Abstand zwischen Metalleinsätzen und Holz von 2 bis 3 mm pro Seite empfohlen. Um die korrekte Position der Einsätze in den Kerben zu gewährleisten, empfiehlt es sich, Distanzscheiben auf die Einsätze zu legen, die während der Polymerisation des XEPOX P zum Schutz eingesetzt werden.

## EPOXYDKLEBER XEPOX

EINE HISTORISCHE PRODUKTFAMILIE FÜR VERBINDUNGEN ZWISCHEN HOLZELEMENTEN, DIE EINE HERVORRAGENDE WIEDERHERSTELLUNG DER FESTIGKEIT UND STEIFIGKEIT GARANTIEREN.

XEPOX-Epoxidklebstoffe sind Zwei-Komponenten-Harze, die speziell so designed sind, dass sie in die Mikrostruktur von Holz eindringen und mit großer Wirksamkeit daran haften und die für Harze typische Kristallisation reduzieren.

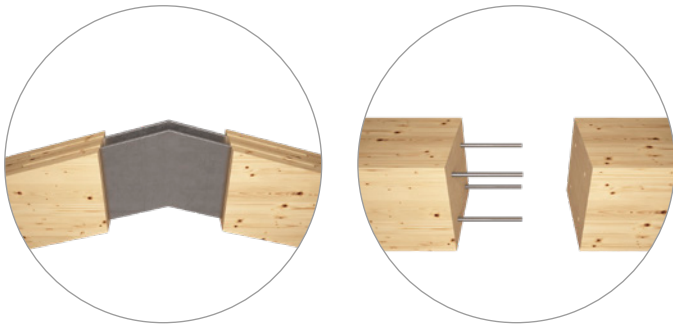
Die Mischung aus den Komponenten A und B verursacht eine exotherme Reaktion (Wärmeentwicklung) und bildet nach dem Aushärten eine dreidimensionale Struktur mit außergewöhnlichen Eigenschaften, wie z.B.: hohe Dauerhaftigkeit, keine Wechselwirkung mit Feuchtigkeit, ausgezeichnete thermische Stabilität, große Steifigkeit und Festigkeit.

Jedes chemische oder mineralische Element der Mischung hat eine spezifische Rolle, und alle zusammen tragen dazu bei, die Leistungsmerkmale des Klebstoffs zu erreichen.

## ANWENDUNGSBEREICHE

Die unterschiedlichen Viskositäten der XEPOX-Produkte garantieren eine vielseitige Verwendung für verschiedene Arten von Verbindungen, sowohl für neue Konstruktionen als auch für die konstruktive Sanierung. Die Verwendung in Kombination mit Stahl, insbesondere mit sandgestrahlten oder gelochten Platten und Stangen, ermöglicht es, hohe Festigkeit in schlanken Querschnitten zu erzielen.

### 1. BIEGESTEIFE VERBINDUNG



### 2. ZWEI- ODER DREI- WEGE- VERBINDUNGEN



### 3. VERBINDUNG VON ÜBERBLATTUNGEN



### 4. SANIERUNG VON BESCHÄDIGTEN TEILEN



## ÄSTHETISCHE VERBESSERUNGEN

Das Kartuschenformat ermöglicht auch ästhetische Anpassungen und das Kleben in kleinen Mengen.







## VERBINDUNGEN MIT GEKLEBTEN STANGEN

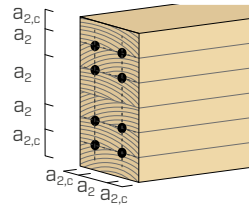
Es wird über die in DIN 1052:2008 und in den italienischen Normen CNR DT 207:2018 enthaltenen Angaben berichtet.

### MINDESTABSTÄNDE FÜR STANGEN

#### ZUGKRÄFTE

Verklebte Stangen // an der Faser

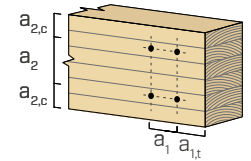
$a_2$	$5d$
$a_{2,c}$	$2,5d$



#### ZUGKRÄFTE

Auf die Faser  $\perp$  geklebte Stangen

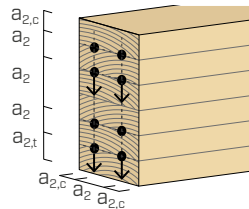
$a_1$	$4d$
$a_2$	$4d$
$a_{1,t}$	$2,5d$
$a_{2,c}$	$2,5d$



#### SCHERWERT

Verklebte Stangen // an der Faser

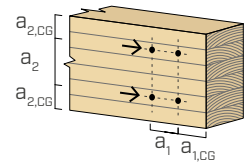
$a_2$	$5d$
$a_{2,c}$	$2,5d$
$a_{2,t}$	$4d$



#### SCHERWERT

Auf die Faser  $\perp$  geklebte Stangen

$a_1$	$7d$
$a_2$	$5d$
$a_{1,CG}$	$10d$
$a_{2,CG}$	$4d$



Die Mindesteinschublänge beträgt:

$$l_{min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,5 d^2 \\ 10 d \end{array} \right\}$$

## BERECHNUNGSMETHODE

### ZUGFESTIGKEIT

Die Zugfestigkeit einer Stange mit dem Durchmesser  $d$  ist gleich:

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \begin{array}{ll} f_{yd} \cdot A_{res} & \text{Stahlbruch} \\ \pi \cdot d \cdot l \cdot f_{v,d} & \text{Scherbruch des Holzes} \\ f_{t,0,d} \cdot A_{eff} & \text{Spannungsriß des Holzes} \end{array} \right.$$

Die effektive Fläche berücksichtigt ein Holzquadrat mit einer maximalen Seite von  $6d$ ; die Fläche wird für kleinere Abstände zwischen den Elementen oder vom Rand reduziert.

$f_{yd}$  = Bemessungsfestigkeit von Konstruktionsstahl

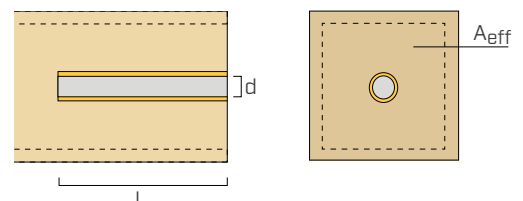
$f_{t,0,d}$  = Bemessungszugfestigkeit von Holz

Die Scherfestigkeit der Verklebung  $f_{v,k}$  ist abhängig von der Einbaulänge

$l$ [mm]	$f_{v,k}$ [MPa]
$\leq 250$	4
$250 < l \leq 500$	$5,25 - 0,005 \times l$
$500 < l \leq 1000$	$3,5 - 0,0015 \times l$

für den Neigungswinkel  $\alpha$  in Bezug auf die Faser, ergibt:

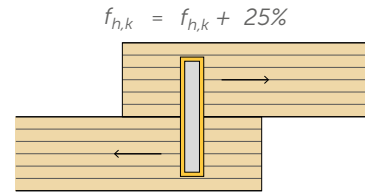
$$f_{v,\alpha,k} = f_{v,k} \cdot (1,5 \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$$



## VERBINDER

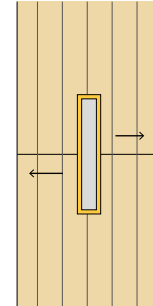
Die Scherfestigkeit einer Stange kann mit den bekannten Schraubenformeln von Johansen mit folgenden Maßen berechnet werden.

Bei rechtwinklig zur Faser geklebten Stäben kann die Scherfestigkeit um bis zu 25% erhöht werden.



Die Festigkeit gegen Lochleibung für parallel zur Faser geklebte Stäbe beträgt 10% des Wertes senkrecht zur Faser.

$$f_{h,k, //} = 10\% f_{h,k}$$



Der Hohleffekt wird als der durch die Extraktionsbindung (Bruch b) gegebene Festigkeit bewertet.

Um die Festigkeit eines unter einem Verklebungswinkel  $\alpha$  verklebten Stange zu erhalten, ist es erlaubt, zwischen den Festigkeitswerten für  $\alpha$  bei  $0^\circ$  und  $90^\circ$  linear zu interpolieren.

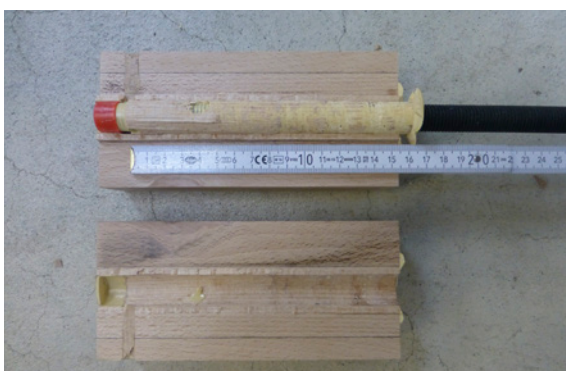
## EXPERIMENTIEREN

Es wird über die Extraktionsberechnung eines mit XEPOX geklebten Stange berichtet, wobei das Ergebnis mit den an der Universität Biel durchgeführten Tests verglichen wird, bei denen der Überwiderstandsfaktor zwischen dem Test und der Berechnung gemessen wurde. Dies zeigt die bestehende Sicherheitsmarge: Bitte beachten Sie jedoch, dass der aus dem Test resultierende Wert kein charakteristischer Wert ist und nicht für das Projekt verwendet werden soll.



### GEOMETRISCHE DATEN

Seite des Probestücks	80	mm
$A_{\text{eff}}$	6400	mm
$d$	16	mm
$l$	160	mm
$f_{yk}$	900	MPa
$f_{t,0,k}$	27	MPa
$\gamma_{M0}$	1	
$k_{\text{mod}}$	1,1	
$\gamma_M$	1,3	



Stahlbruch	162,9	kN
Scherbruch des Holzes	29,0	kN
Spannungsrisse des Holzes	146,2	kN
$R_{ax,d}$ = widerstandsfähige axiale Wirkung auf die Konstruktion	29,0	kN
$R_{ax,m}$ = widerstandsfähige axiale Wirkung auf experimentelle Medien	96,3	kN
$f$ = Überwiderstandsfaktor	3,3	

### ANMERKUNGEN:

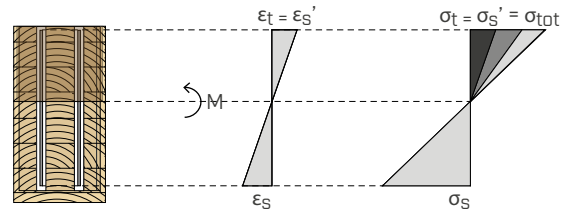
Die Zugfestigkeit wurde aus der durchschnittlichen Dichte der für die Tests verwendeten Probekörper abgeleitet.

Die Berechnungen wurden unter Berücksichtigung der Werte von  $k_{\text{mod}}$  und  $\gamma_{M0}$  gemäß EN 1995 1-1,  $e$   $\gamma_{M0}$  gemäß EN 1993 1-1, durchgeführt.

## ■ BIEGESTEIFE VERBINDUNG MIT PLATTEN

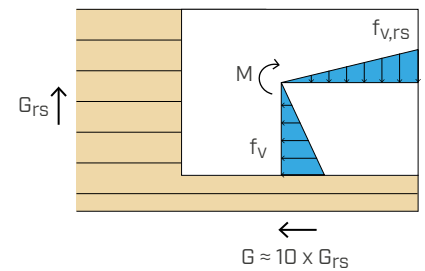
### BERECHNUNGSMODUS | KOPFTEIL

Die Spannungen aufgrund des Moments und der axialen Wirkung werden durch Homogenisierung der Materialien des Profils bestimmt, in der Hypothese der Erhaltung der flachen Profile. Die Scher-Beanspruchung wird allein von den Platten aufgenommen. Es ist auch notwendig, die Beanspruchung auf dem Holzquerschnitt abzüglich der Ausfräsungen zu überprüfen.



### BERECHNUNGSMETHODE | MOMENTVERTEILUNG AN DER SCHNITTSTELLE STAHL-KLEBER-HOLZ

Der Impuls wird über die Anzahl der Grenzflächen verteilt und dann in Spannungen zerlegt, wobei sowohl die polare Trägheit um den Schwerpunkt als auch die unterschiedliche Steifigkeit des Holzes berücksichtigt wird. Auf diese Weise werden die maximalen Tangentialspannungen in orthogonaler und paralleler Richtung zur Faser erhalten, die auch in ihrer Wechselwirkung zu überprüfen sind.



Polares Trägheitsmoment der Hälfte des Einsatzes in Bezug auf den Schwerpunkt, das auf den Holzschneidmodulen lastet:

$$J_p^* = \frac{l_i \cdot h^3}{12} \cdot G + \frac{l_i^3 \cdot h}{12} \cdot G_{rs}$$

Berechnung der Tangentialspannungen und kombinierter Prüfung:

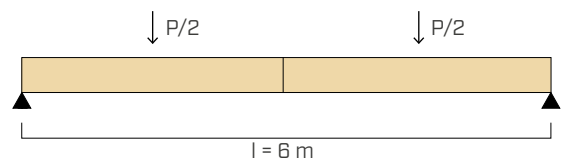
$$\tau_{max,hor} = \frac{(M_d + M_{T,Ed})}{2 \cdot n_i \cdot J_p^*} \cdot \frac{h}{2} \cdot G + \frac{N_d}{2 \cdot n_i \cdot A_i}$$

$$\tau_{max,vert} = \frac{(M_d + M_{T,Ed}) \cdot e}{2 \cdot n_i \cdot J_p^*} \cdot G_{rs} + \frac{V_d}{2 \cdot n_i \cdot A_i}$$

$$\sqrt{\left(\frac{\tau_{max,hor}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max,vert}}{f_{v,rs,d}}\right)^2} \leq 1$$

## ■ EXPERIMENTIEREN

Es wird über die Berechnung von zwei mit XEPOX hergestellten Verbindungen berichtet, wobei das Ergebnis mit den am Politecnico di Milano durchgeführten 4-Punkt-Biegeversuchen verglichen wird. Es wird der **Überwiderstandsfaktor** zwischen dem Versuch und der Berechnung ermittelt, was die gute Sicherheitsmarge bei der Berechnung der Verbindungen zeigt. Der aus dem Test resultierende Wert ist **kein charakteristischer Wert** und ist nicht für die Verwendung im Projekt vorgesehen.



### LEGENDE:

B	Basis des Balkens	$\sigma_t$	maximale Druckspannung im Holz
H	Höhe des Balkens	$\sigma_s'$	maximale Druckspannung in Stahl
$\alpha_1$	Neigungswinkel der Balken	$\sigma_s$	maximale Zugspannung in Stahl
$n_i$	Anzahl der Einsätze	$\sigma_{tm}$	maximale Biegebeanspruchung in Holz
$S_i$	Stärke der Metalleinsätze	$\tau_{max,hor}$	maximale horizontale Tangentialkraft
$h_i$	Höhe der Metalleinsätze	$\tau_{max,vert}$	maximale vertikale Tangentialkraft
$l_i$	Einbaulänge der Metalleinsätze	$f_{v,d}$	Scherfestigkeit parallel zur Faser
$A_i$	Oberfläche der Metalleinsätze	$f_{v,rs,d}$	Scherfestigkeit senkrecht zur Faser
e	Exzentrizität zwischen dem Schwerpunkt der Platte und der Kopfverbindung	$k_{c,90}$	Parameter aus EC 1995 1-1
$B_n$	Breite des Balkens kleiner als die Ausfräsung		

## BEISPIEL 1 | KONTINUITÄTSVERBINDUNG

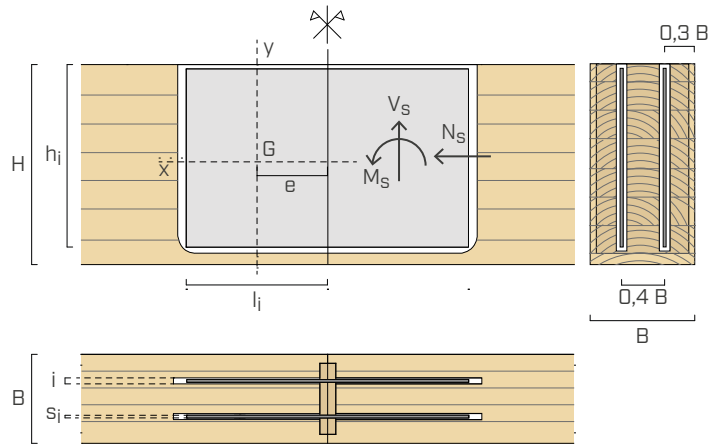
### GEOMETRIE DES KNOTENS: BALKEN UND PLATTEN

$n_i$	2 mm	<b>B</b>	200 mm
$S_i$	5 mm	<b>H</b>	360 mm
$h_i$	320 mm	<b>B<sub>n</sub></b>	182 mm
$l_i$	400 mm		
$e$	200 mm		

### MATERIAL UND PROJEKTDATEN

<b>Stahlklasse</b>	<b>S275</b>
$\gamma_{M0}$	1
<b>Holzklasse</b>	<b>GL24h</b>
$k_{mod}$	1,1
YM timber	1,3

Sandgestrahlte Metalleinsätze vom Grad SA2,5/SA3(ISO8501).



### VERWENDUNG VON XEPOX

Schützen Sie die Einsätze vor Oxidation mit XEPOX P. Verwenden Sie den Kleber XEPOX F oder XEPOX L.

## ÜBERPRÜFUNGEN

$M_d$	Zeitpunkt des beantragten Projekts	<b>54,3 kNm</b>
-------	------------------------------------	-----------------

### ÜBERPRÜFUNG DER KOPFVERBINDUNG <sup>(1), (2)</sup>

		% der Überprüfung
$\sigma_t$	10,6 MPa	53 %
$\sigma_{s'}$	185,8 MPa	68 %
$\sigma_s$	274,9 MPa	100 %

### ÜBERPRÜFUNG DES NETTOQUERSCHNITTS

		% der Überprüfung
$\sigma_{tm}$	14,1 MPa	70 %

### PRÜFUNG DER MAXIMALEN TANGENTIALSPANNUNG AN DEN GRENZFLÄCHEN <sup>(3), (4)</sup>

		% der Überprüfung
$J_p^*$	$8,56 \cdot 10^{11} \text{ Nmm}^2$	
$\tau_{max,hor}^{(3)}$	1,7 MPa	57 %
$\tau_{max,vert}^{(3)}$	0,2 MPa	20 %
<b>kombinierte Überprüfung</b>		<b>60 %</b>

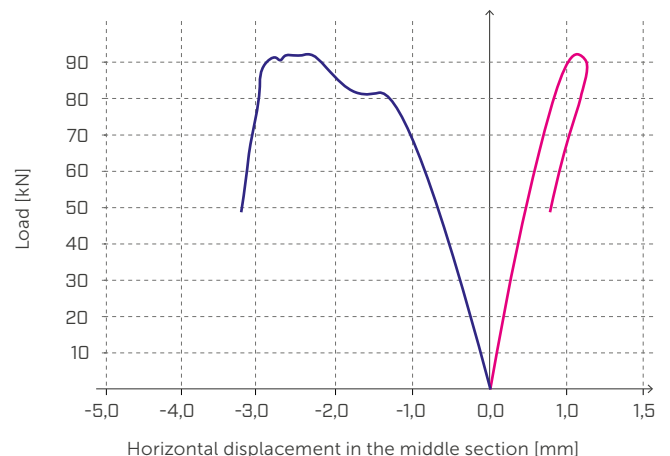
$M_d = M_{Rd}$	angewandtes Moment = konstruktives Festigkeitsmoment	<b>54,3 kNm</b>
$M_{TEST}$	Festigkeitsmoment der Überprüfung	<b>94,1 kNm</b>
$f$	Überwiderstandsfaktor	<b>1,7</b>

## DIAGRAMM KRAFT - WEG

Horizontale Verschiebung der gestreckten und unter Druck stehenden Fasern auf der Mittellinie.

Die Grafik zeigt die größte Verschiebung der gestreckten Fasern und bestätigt die Berechnungshypothese, dass das Holz zusammen mit den Metalleinlagen auf Druck reagiert und die neutrale Achse nach oben bewegt.

— OBERER TEIL  
— UNTERER TEIL



## BEISPIEL 2: WINKELVERBINDUNG

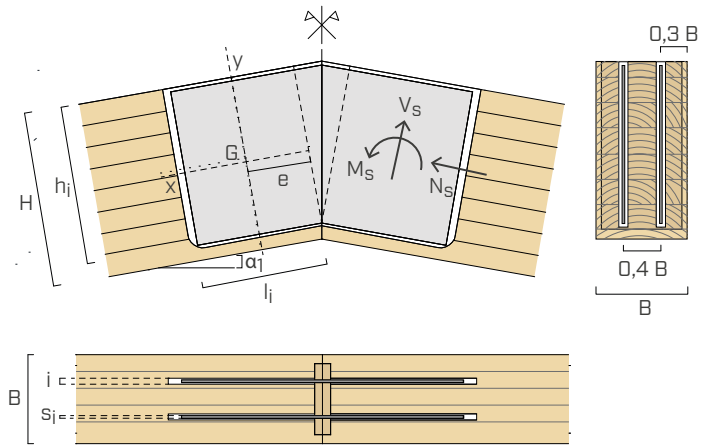
### GEOMETRIE DES KNOTENS: BALKEN UND PLATTEN

$n_i$	2 mm	<b>B</b>	200 mm
$S_i$	6 mm	<b>H</b>	360 mm
$h_i$	300 mm	<b>B<sub>n</sub></b>	176 mm
$l_i$	568 mm	$\alpha_1$	21,8 °
$e$	332 mm		

### MATERIAL UND PROJEKTDATEN

<b>Stahlklasse</b>	<b>S275</b>
$\gamma_{M0}$	1
<b>Holzklasse</b>	<b>GL32c</b>
$k_{mod}$	1,1
$\gamma_{M timber}$	1,3

Sandgestrahlte Metalleinsätze vom Grad SA2,5/SA3(ISO8501).



### VERWENDUNG VON XEPOX

Schützen Sie die Einsätze vor Oxidation mit XEPOX P. Verwenden Sie den Kleber XEPOX F oder XEPOX L.

## ÜBERPRÜFUNGEN

$M_d$	Zeitpunkt des beantragten Projekts	<b>63,5 kNm</b>
-------	------------------------------------	-----------------

### ÜBERPRÜFUNG DER KOPFVERBINDUNG <sup>(1), (2)</sup>

		% der Überprüfung
$k_{c,90}^{(A)}$	1,75	
$\sigma_c$	12,7 MPa	100 %
$\sigma_s'$	180,7 MPa	66 %
$\sigma_s$	262,0 MPa	95 %

### ÜBERPRÜFUNG DES NETTOQUERSCHNITTS

		% der Überprüfung
$\sigma_t$	16,7 MPa	62 %

### PRÜFUNG DER MAXIMALEN TANGENTIALSPANNUNG AN DEN GRENZFLÄCHEN <sup>(3), (4)</sup>

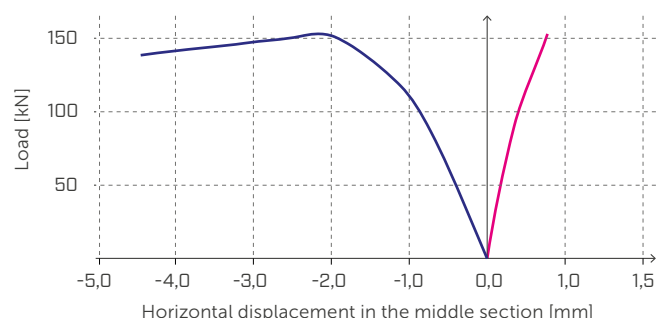
		% der Überprüfung
$J_p^*$	$1,52 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$	
$\tau_{max,hor}^{(3)}$	1,1 MPa	38 %
$\tau_{max,vert}^{(3)}$	0,2 MPa	21 %
<b>kombinierte Überprüfung</b>		<b>43 %</b>

$M_d = M_{Rd}$	angewandtes Moment = konstruktives Festigkeitsmoment	<b>63,5 kNm</b>
$M_{TEST}$	Festigkeitsmoment der Überprüfung	<b>131,8 kNm</b>
$f$	Überwiderstandsfaktor	<b>2,1</b>

### DIAGRAMM KRAFT - WEG

Horizontale Verschiebung der gestreckten und unter Druck stehenden Fasern auf der Mittellinie.

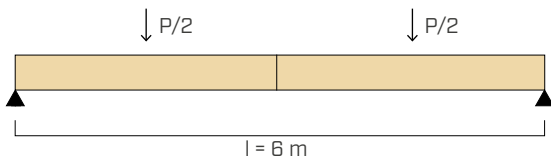
Die Grafik zeigt die größte Verschiebung der gestreckten Fasern und bestätigt die Berechnungshypothese, dass das Holz zusammen mit den Metalleinlagen auf Druck reagiert und die neutrale Achse nach oben bewegt.



— OBERER TEIL  
— UNTERER TEIL

## STEIFIGKEIT DER VERBINDUNGEN

Die mit XEPOX-Klebstoffen hergestellten Momentverbindungen garantieren eine ausgezeichnete Steifigkeit der verbundenen Elemente. Um dies zu unterstützen, vergleichen wir die Pfeilwerte, die wir aus analytischen Berechnungen für einen nicht gelenkigen Balken mit gleicher Spannweite, gleichem Querschnitt und gleicher Belastung erhalten haben, mit den experimentellen Daten aus Berechnungsbeispiel 1.



Um aus den verfügbaren experimentellen Daten einen Durchbiegungsreferenzwert zu erhalten, muss eine Betriebslast bestimmt werden. Um dies zu erreichen, ist es möglich, das im Berechnungsbeispiel 1 für den Balken berechnete Festigkeitsmoment von  $54,5 \text{ kNm}$  zu berücksichtigen, das im Idealfall der maximal zulässigen Beanspruchung im Grenzzustand der Tragfähigkeit entspricht. Ausgehend von diesen Daten und der Zuordnung einer gleichmäßigen Lastverteilung auf dem Balken ist es möglich, ein maximales Beanspruchungsmoment im Betrieb mit Hilfe der Lastverstärkungskoeffizienten nach der Bezugsnorm zu bestimmen.

Für die Dimensionierung eines nicht begehbaren Holz-Flachdaches werden daher folgende Lasten definiert.

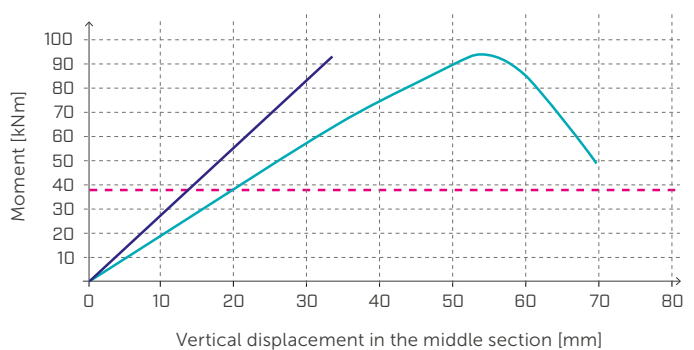
$$p = 1,5 \text{ kN/m}^2 ; q = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

In dieser Hypothese beträgt die Gesamtbelastung in der strengsten Betriebskombination etwa 70% der Belastung im Grenzzustand der Tragfähigkeit.

Folglich beträgt das maximale Betriebsmoment  $54,3 \times 0,7 = 38 \text{ kNm}$ , was eine Durchbiegung für den ungekoppelten Balken von etwa  $13 \text{ mm}$  verursacht, während die experimentell gemessene Durchbiegung  $19 \text{ mm}$  beträgt. Die Zunahme der vertikalen Verschiebung während des Betriebs beträgt daher:  $l/1050$ .

### GRAFIK MOMENT - VERSCHIEBUNG

- BALKEN MIT XEPOX-VERBINDUNG
- KONTINUIERLICHER BALKEN
- - - SPITZENBETRIEBSZEIT



### ANMERKUNGEN:

<sup>(A)</sup>  $k_{c,90}$  ist ein Faktor, der die Druckfestigkeit von Holz in Bezug auf den Kraft-Faser-Winkel in der Hankinson-Formel (EC 1995-1-1, Absatz 6.1.5) moduliert. Die Formel berücksichtigt jedoch nicht die Stabilisierung der Holzfasern durch das Harz, das die Hohlräume ausfüllt; es ist die Option des Konstrukteurs, diesen Faktor zu erhöhen.

<sup>(1)</sup> Die Berechnung des Querschnitts wurde unter Berücksichtigung von Elastiklinienverbindungen für alle Materialien durchgeführt. Bitte beachten Sie, dass bei Axial- und Scherbelastungen die Kombination dieser Spannungen überprüft werden muss.

<sup>(2)</sup> Bei dieser Berechnung wird davon ausgegangen, dass das Harzlager den vollen Kontakt des Grenzflächenabschnitts ermöglicht und das Holz daher unter Druck reagieren kann. Wenn das Lager nicht hergestellt wird, ist es ratsam, nur den Metalleinsatz als Reagenz zu prüfen, indem die Formel mit den geometrischen Parametern des Einsatzes angewendet wird:

$$f_{yd} \leq \frac{M_d}{B \cdot h^2} \cdot 6$$

<sup>(3)</sup> Die Kleber XEPOX zeichnen sich durch Zug- und Scherfestigkeiten aus, die deutlich über den Festigkeiten des Holzmaterials liegen und im Laufe der Zeit unverändert bleiben. Deshalb wird die Prüfung der Torsionsfestigkeit der Schnittstellen nur für das Holz durchgeführt, da die entsprechende Prüfung für den Kleber als erfüllt angesehen wird.

<sup>(4)</sup> Die auf das Holz übertragene Scherspannung „ $\tau$ “ der Holz-Stahl-Schnittstelle wird bei paralleler oder senkrechter Neigung zu den Holzfasern in ihrem Maximalwert berechnet. Diese Spannungen werden für die Scherfestigkeit des Holzes bzw. die „rolling shear“-Festigkeit verglichen. Die hier vorgenommene Berechnung sollte auch die Größe des Transportmomentes  $M_{T,Ed}$  berücksichtigen, das sich aus der Beanspruchung durch Scherung ergibt, falls es eine solche gibt.

Bitte beachten Sie, dass die Berechnungen unter Berücksichtigung der Werte von  $k_{mod}$  und  $\gamma_M$  gemäß EN 1995-1-1 und  $\gamma_{M0}$  gemäß EN 1993-1-1 durchgeführt wurden.