





THEORIE

ab S. **5**

Die richtige Schraube für jede Anwendung

Um die erwartete Lebensdauer der Verbindungen und eine angemessene Festigkeit und Beständigkeit sicherzustellen, müssen bei der Wahl der Schrauben ihre Korrosionsbeständigkeit, der Einfluss der Holzverformungen auf ihre mechanische Festigkeit, ihr Verhalten im Brandfall und der Werkstoff, in dem sie montiert werden, berücksichtigt werden.

KORROSION	ab S. 6
QUELLEN und SCHWINDEN	ab S. 24
BRAND	ab S. 32
ANWENDUNGEN und VERBINDER	ab S. 46
MATERIALIEN	ab S. 55





PRAXIS

ab S. **57**

Die richtige Montage

Nach der Auswahl muss die Schraube **korrekt montiert werden** und zwar entsprechend der jeweils vorliegenden Verbindung. Dabei sind außerdem die **vorhandenen Materialien** zu berücksichtigen und für den spezifischen Einsatz **geeignete Werkzeuge** zu verwenden.

MINDESTABSTÄNDE und VORBOHRUNG	ab S. 58
EINSCHRAUB-MOMENT	ab S. 60
HOLZ-HOLZ	ab S. 62
METALL-HOLZ	ab S. 63
SCHRAUBER	ab S. 70





KORROSION

ATMOSPHÄRISCHE KORROSIVITÄTSKATEGORIEN



EINFLUSSFAKTOREN

Die durch die Atmosphäre verursachte Korrosion ist abhängig von der relativen Feuchtigkeit, der Luftverschmutzung, dem Chloridgehalt und davon, ob die Verbindung im Innen-, im überdachten oder im bewitterten Bereich eingesetzt wird. Die Exposition wird durch die C_F-Kategorie beschrieben, die auf der Kategorie C nach Norm EN ISO 9223 basiert.

Die atmosphärische Korrosivität wirkt nur auf den freiliegenden Teil des Verbinders.



Präsenz von Chloriden



Luftverschmutzung

NUTZUNGSKLASSEN



EINFLUSSFAKTOREN

Die Nutzungsklassen sind abhängig von den thermohygrometrischen Bedingungen der Umgebung, in die ein Holzbauteil integriert wird. Sie stellen einen Bezug zwischen der Temperatur und Feuchtigkeit der Umgebung und dem Wassergehalt des Materials her.





Exposition



Feuchtigkeitsgrad

KORROSIVITÄTSKATEGORIEN **DES HOLZES**



EINFLUSSFAKTOREN

Die durch das Holz verursachte Korrosion hängt von den Holzarten, der Holzbehandlung und dem Feuchtigkeitsgehalt ab. Die Exposition wird durch die T_F-Kategorie entsprechend den Angaben bestimmt. Die korrosive Wirkung des Holzes betrifft nur den Teil des Verbinders, der in das Holzelement eingelassen ist.









NUTZUNGSKLASSEN - SC

[gemäß neuer Generation des Eurocodice 5 (prEN 1995-1-1)⁽⁶⁾]



LUFTFEUCHTIGKEIT UND HOLZFEUCHTIGKEIT

Jahresdurchschnitt(2)

relative Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft

50%

75%

85%

(3)

Konstruktionen)

korrelierende Holzfeuchtigkeit(4)(5)



(10%)

(16%)

(18%)

gesättigt

Max. Wert(1)

relative Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft



65%

85%

95%

(3)

korrelierende Holzfeuchtigkeit⁽⁴⁾⁽⁵⁾



(12%)

(20%)

(24%)

gesättigt

⁽¹⁾ Die Obergrenze der relativen Luftfeuchtigkeit darf nicht länger als einige aufeinanderfolgende Wochen pro Jahr überschritten werden.

⁽²⁾ Um die Holzelemente den Korrosivitätskategorien für zylindrische Stahlelemente zuzuordnen, wird die durchschnittliche jährliche relative Luftfeuchtigkeit verwendet.

⁽³⁾ Der Feuchtigkeitsgehalt der Élemente aus SC4 (meist vollständig gesättigt) wird durch das umgebende Element (z. B. Boden oder Wasser) beeinflusst.

⁽⁴⁾ Der Feuchtigkeitsgehalt gilt möglicherweise nicht für LVL oder Produkte aus Holzwerkstoffplatten.

⁽⁵⁾ Übereinstimmende repräsentative Feuchtigkeit von SWB (Solid Wood Based - Elemente auf Massivholzbasis).

⁽⁶⁾ prEN 1995-1-1 (n.a.) Basis of design and materials - Final draft (22.01.2021) - Project team SC5.T3 & SC5/WG10, CEN.

ATMOSPHÄRISCHE KORROSIONSKATEGORIEN - C

[nach EN 14592:2022 entsprechend EN ISO 9223]



UMGEBUNG

FEUCHTIGKEIT

seltene Kondensation

seltene Kondensation

EXPOSITION GEGENÜBER CHLORIDEN

Chlorid-Ablagerungsrate [mg/m²d]

> 10 km von der Küste

≤ 3

9000000

EXPOSITION GEGENÜBER SCHADSTOFFEN

Verschmutzungsgrad Schwefeldioxidgehalt [µg/m³] sehr niedrig

niedrig

< 5

circa 0

90/17/90

Wüsten, zentrale Arktis/Antarktis

of of

ländliche Gebiete mit geringer Umweltverschmutzung, kleine Städte



gelegentliche Kondensation

häufige Kondensation durchgehende Kondensation

von 10 bis 3 km von 3 bis 0,25 km < 0.25 kmvon der Küste von der Küste von der Küste von 3 bis 60 von 60 bis 300 von 300 bis 1500 10 to 100 m von 10 bis 100 m von 0 bis 10 m von der Straße mit Frostschutzmitteln



hohe

städtische und indusrielle Gebiete mit mittlerer Umweltverschmutzung

mittel

städtische und industrielle Gebiete Umgebung mit sehr hoher industmit starker Umweltverschmutzung rieller Verschmutzung

sehr hoch

KORROSIVITÄTSKATEGORIEN DES HOLZES - T

Nach EN 14592:20221





pH-WERT **HOLZARTEN**

Holz enthält einen Essigsäureester, der auf verschiedene Metalle, die mit dem Holz in Berührung kommen, korrosiv wirkt. Der Essigsäuregehalt bestimmt den pH-Wert der Holzarten





alle

HOLZ-**BEHANDLUNG**

Die Behandlung von Holz umfasst die Behandlung mit Chloriden, Kupfer und Flammhemmern. Bei wärmebehandeltem Holz ist der pH-Wert ausschlaggebend





unbehandeltes und behandeltes Holz



unbehandeltes und behandeltes Holz

FEUCHTIGKEITSGEHALT

Jede Expositionskategorie für Holz entspricht für Massivholz dem durchschnittlichen jährlichen Feuchtigkeitsgehalt in der angegebenen Nutzungsklasse (gemäß Definition auf S. 7)



10% < **10**% ≤ 16%



NUTZUNGSKLASSE

Der Umgebung, in die das Holzelement eingefügt ist







pH > 4"Standard"-Hölzer niedriger Säuregehalt





 $pH \leq 4$ "aggressive" Hölzer hoher Säuregehalt







unbehandeltes Holz



unbehandeltes und behandeltes Holz

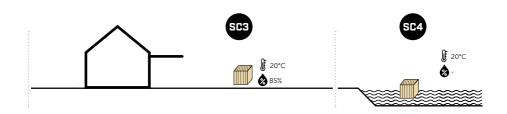




unbehandeltes und behandeltes Holz

16% < **②** ≤ **20**%

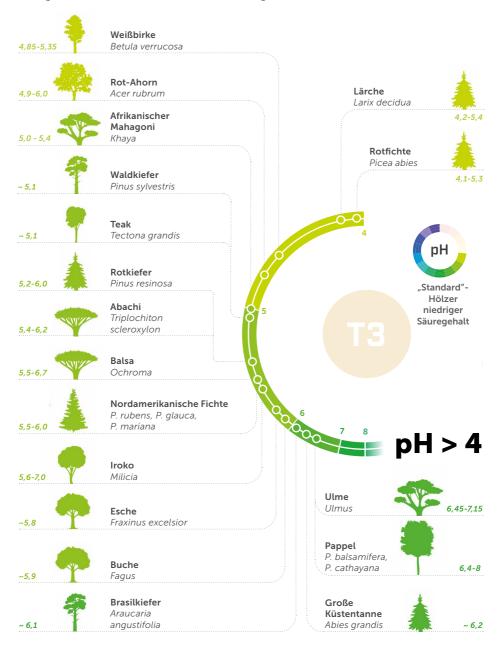


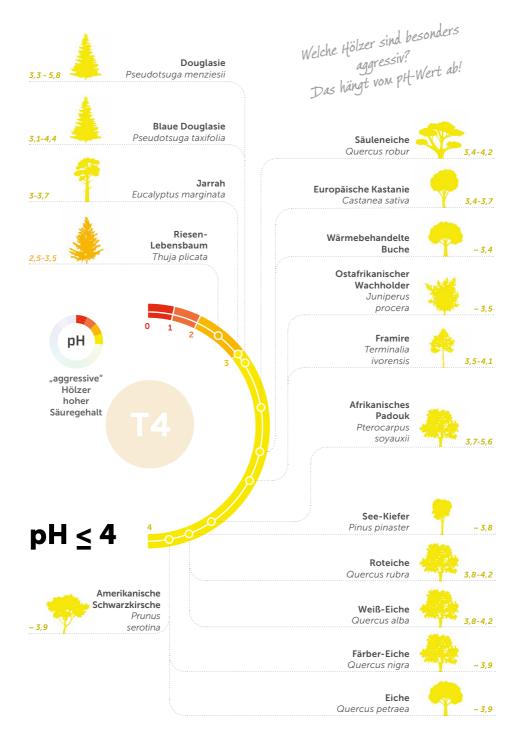


HOLZARTEN und pH für T3 und T4

[Nach Wagenführ R; Wagenführ A. 2022. Holzatlas und Coatings for Display and Storage in Museums January 1999 Publisher: Canadian Conservation Institute Jean Tetreault)

Der Essigsäuregehalt ist von besonderer Bedeutung, wenn das Element exponiert ist (SC3). Daher ist es wichtig zu wissen, welche Holzart einen höheren Säuregehalt aufweist.





TANNINE und pH



Tannine sind eine in Pflanzenextrakten enthaltene Chemikalie, die zur Familie der Polyphenole gehört und in allen Gewächsen einschließlich Bäumen vorkommt.

Ihre biologische Funktion ist die Verteidigung; es handelt sich um Moleküle mit antioxidativen Eigenschaften.

Ihre Wirkung auf Metall ist jedoch überraschend. Sobald der Korrosionsprozess beginnt, haften die Tannine an der Oberfläche des Verbinders und bilden eine Schutzschicht, die den Prozess verlangsamt.

Je mehr Tannine in einem Holz vorhanden sind, desto langsamer verläuft die einmal begonnene Korrosion des Verbinders.

WIRKUNG VON TANNINEN

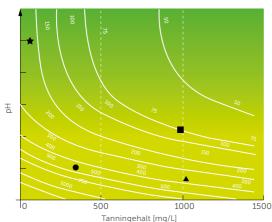
			<u> </u>	h			
Verbinder:	Vollgewindeschraub	е	Ţ.		Außen		
coating:	galvanische Verzinkι (≈ 10 μm)	ung	# # # # # # # # # # # # # # # # # # #		keine Korrosion		
Holz:	Stech-Eiche			2	unter der Oberfläche	\ <u>_</u>	Tannine
Expositionszeit:	6 Monate				starke Korrosion		
Nutzungsklasse [S	SC]:	SC3					
Atmosphärische Korrosivitätskate	gorie [C]:	C2		1	im Holz geringe Korrosion	>+	Tannine
Korrosivitätskate	gorie des Holzes [T]:						

Die von der Forschungs- und Entwicklungsabteilung der Rothoblaas durchgeführten Tests haben gezeigt, dass die Wirkung der Tannine bereits nach zwei Monaten sichtbar ist:

- (1) Am tief in das Holzelement eingeführten Verbinderabschnitt ist eine dicke schwarze Schutzschicht zu
- (2) Im Zwischenbereich ist der Verbinder korrodiert (roter Rost), da die Schutzschicht vom Wasser weggespült wurde.

KORROSIONSGESCHWINDIGKEIT

Korrosionsrate in Holzextrakten [µm/Jahr] abhängig vom pH und vom Tanningehalt(1)



Der wichtigste Faktor, der beim Korrosionsprozess zu berücksichtigen ist, ist die Korrosivitätskategorie des Holzes (T), die mit dem pH-Wert und der Feuchtigkeit des Holzes im Zusammenhang steht.

Bei gleichem pH-Wert verlangsamt das Vorhandensein von Tannin die Korrosion.

Tannine werden in der Regel mit Korrosion in Verbindung gebracht, da viele tanninreiche Hölzer auch sauer sind (pH <4).

Jedoch gibt es Ausnahmen, wie die See-Kiefer und die Douglasie, die als T4 eingestuft sind, obwohl sie keine Tannine enthalten

▲ Eiche Akazie Kiefer ◆ Ulme

⁽¹⁾ Basierend auf der Forschung von S. Zelinka, Corrosion in Wood Products. 2014. (Ed.), ISBN: 978-953-51-1223-5, InTech, DOI: 10.5772/57296.

VERSUCHSREIHE

In unserem Labor wurde eine Versuchskampagne durchgeführt, um den Korrosionsschutzverlauf der Verbinder im Laufe der Zeit zu bewerten.

Während der Tests wurden analysiert:

- · circa 350 Konfigurationen,
- die durch die Kombination von 6 verschiedenen Arten Schrauben
- über einen Zeitraum von 1 Jahr erzielt wurden

Die Proben wurden in Umgebungen mit unterschiedlichen Nutzungsklassen platziert.

Die Schrauben wurden in monatlichen Abständen analysiert, um die Korrosionsrate und den Einfluss der verschiedenen beteiligten Variablen zu bewerten.



SET-UP

Holz:	Eiche
Expositionszeit:	12 Monate
Nutzungsklasse [SC]:	SC3
Atmosphärische Korrosivitätskategorie [C]:	C2
Korrosivitätskategorie des Holzes [T]:	



ERGEBNISSE:









kein Rost

kein Rost



starkes Vorkommen von Tanninen. starke Anzeichen von Rotrost



Vorkommen von Tanninen kein Rost



starkes Vorkommen von Tanninen Anzeichen von Rost



kein Rost

(ORROSIONSBESTÄNDIGKEIT

KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT

ROSTSCHUTZBESCHICHTUNG C5 EVO



Mehrschichtige Beschichtung, die Außenumgebungen mit C5-Klassifizierung nach ISO 9223 standhält. SST mit einer Expositionszeit von über 3000 Stunden, durchgeführt an zuvor verschraubten und gelösten Schrauben in Douglasie.



ROSTSCHUTZBESCHICHTUNG C4 EVO

Mehrschichtige Beschichtung auf anorganischer Basis mit einer äußeren, etwa 15-20 µm dünnen Funktionsschicht mit Epoxidmatrix und Aluminiumflakes. Eignung für Korrosionskategorie C4, nachgewiesen durch RISE.

ORGANISCHE ROSTSCHUTZBESCHICHTUNG

Farbige Beschichtung auf organischer Basis, die eine ausgezeichnete Beständigkeit gegen atmosphärische Korrosion und Holzkorrosion bei Außenanwendungen bietet.

Zn ELECTRO PLATED

GALVANISCHE VERZINKUNG

Beschichtung aus einer 5 bis 12 ym dicken Schicht aus galvanischer Verzinkung mit Cr-Passivierung; Standard für die meisten Verbinder.

dar

HIGH CORROSION RESISTANT



Austenitischer Edelstahl. Er zeichnet sich durch einen hohen Molybdängehalt und niedrigen Kohlenstoffgehalt aus. Er bietet eine sehr hohe Beständigkeit gegenüber allgemeiner Korrosion, Spannungsrisskorrosion, interkristalliner Korrosion und Lochfraß.

A4 AISI 316

EDELSTAHL A4 | AISI316

Austenitischer Edelstahl. Das vorhandene Molybdän verleiht eine hohe Beständigkeit gegenüber allgemeiner Korrosion und Spaltkorrosion.



EDELSTAHL A2 | AISI304

Austenitischer Edelstahl. Der häufigste unter den austenitischen Werkstoffen. Er bietet einen hervorragenden Schutz gegen allgemeine Korrosion.



EDELSTAHL

EDELSTAHL A2 | AISI305

Austenitischer Edelstahl ähnlich A2 | AISI304. Die Legierung enthält etwas mehr Kohlenstoff im Vergleich zum 304, wodurch er sich in der Produktion besser verarbeiten lässt.

EDELSTAHL AISI410



Martensitischer Edelstahl. Charakterisiert durch seinen hohen Kohlenstoffgehalt. Geeignet für Außenanwendungen (SC3). Unter den rostfreien Stählen ist er derjenige mit der höchsten mechanischen Leistung.

MECHANISCHE FESTIGKEIT

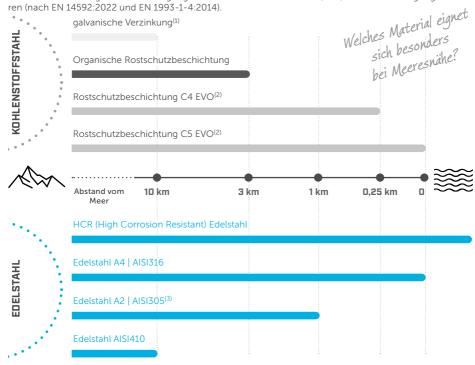
Ästhetische und gestalterische Anforderungen: Alle Verbinder des Sortinents



ABSTAND VOM MEER

BESTÄNDIGKEIT GEGEN CHLORIDEINWIRKUNG

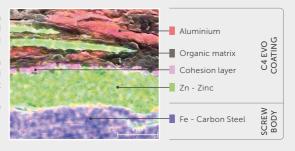
Gegenüberstellung der atmosphärischen Korrosionsbeständigkeit zwischen verschiedenen Beschichtungstypen auf Zinkbasis und verschiedenen Arten von Edelstählen, die in Holzbauschrauben verwendet werden unter alleiniger Berücksichtigung des Einflusses von Chloriden (Salz) und ohne Reinigungsverfahren (nach EN 14592:2022 und EN 1993-1-4:2014).



⁽¹⁾ Nur für Expositionsbedingungen in geschützten Außenbereichen.

C4 EVO ist eine Mehrlagenbeschichtung, bestehend aus:

- Einer äußeren, etwa 15-20 µm dünnen Funktionsschicht mit Epoxidmatrix und Aluminiumflakes, die der Beschichtung optimale Beständigkeit gegen mechanische und thermische Beanspruchungen verleiht. Die Aluminiumflakes dienen bei Bedarf als kathodisches Opferelement für das Grundmetall der Schraube.
- Einer zentralen Adhäsionsschicht für die äußere Funktionsschicht.
- Einer inneren, etwa 4 µm Mikrometer dünnen Zinkschicht als zusätzlicher Korrosionsschutz.



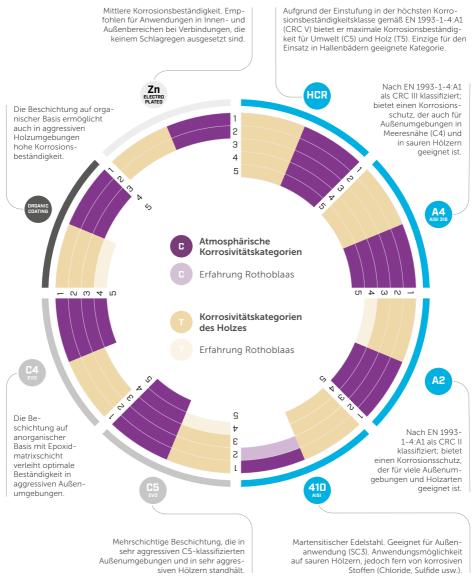
⁽²⁾ EN 14592:2022 begrenzt derzeit die Nutzungsdauer alternativer Beschichtungen auf 15 Jahre.

⁽³⁾ A2 AISI304: Bei vollständig Regen ausgesetztem Metall.

WAHL DES MATERIALS UND DER BESCHICHTUNG

KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT

Bewertung des Korrosionsverhaltens von Materialien und Beschichtungen abhängig von der Korrosivitätskategorie der Umgebung⁽¹⁾ und der Korrosivitätskategorie des Holzes (nach EN 14592:2022 und EN 1993-1-4:2014).

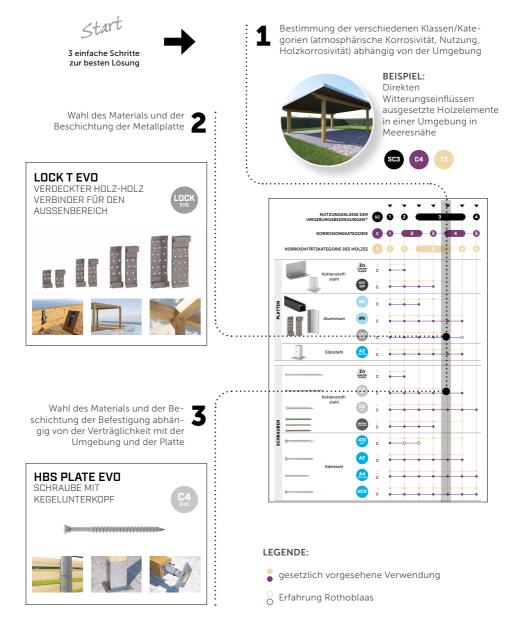


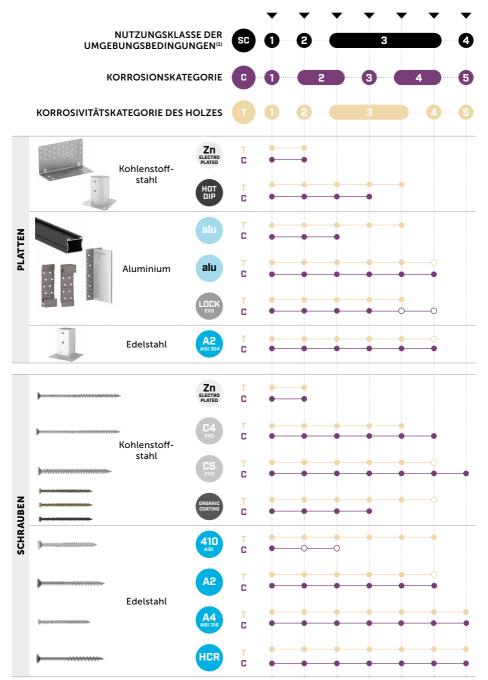
⁽¹⁾ Für nichtrostenden Stahl wurde unter alleiniger Berücksichtigung des Einflusses von Chloriden (Salz) und ohne Reinigungsverfahren eine äquivalente Kategorie atmosphärischer Korrosivität bestimmt.

KOMBINATION MIT PLATTEN

Wie trifft wan die richtige Wahl?

Schrauben werden häufig in Kombination mit Metallplatten verwendet. In diesen Fällen muss sichergestellt werden, dass beide Komponenten der Verbindung ausreichend beständig gegenüber der atmosphärischen Umgebung und der Korrosivität des Holzelements sind.





Die Kombination unterschiedlicher Metalle im Außenumgebungen erfordert die Beurteilung des Korrosionsrisikos durch galvanische Kopplung.

 $^{^{(1)}}$ Die Übereinstimmung der Korrosivitätskategorien C und T mit den Nutzungsklassen SC ist eine ungefähre Darstellung der häufigsten Fälle. Evtl. gibt es Sonderfälle, die in dieser Tabelle nicht berücksichtigt sind.

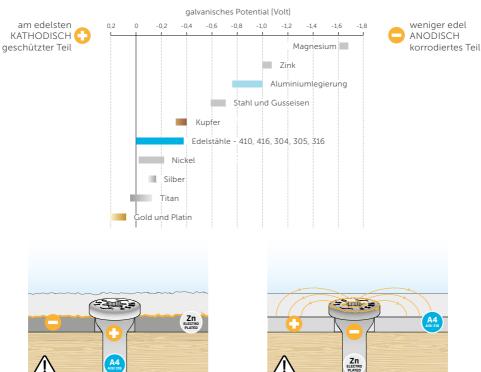
GALVANISCHE KOPPLUNG

Bei einer Kombination unterschiedlicher Metalle in externen oder feuchten Umgebungen ist eine Beurteilung des Korrosionsrisikos durch galvanische Kopplung erforderlich. Für das Auftreten einer Korrosion durch galvanische Kopplung müssen die folgenden 3 Bedingungen gleichzeitig vorliegen.



Je unähnlicher die Metalle (größere Potentialdifferenz), desto höher das Risiko einer Korrosion. Das Potential für galvanische Korrosion zwischen Metallen hängt davon ab, wie weit sie in der "elektrochemischen Spannungsreihe der Metalle" voneinander entfernt sind. Eine Potentialdifferenz von mehr als 0,4-0,5 V könnte als signifikant/kritisch angesehen werden.

Elektrochemische Spannungsreihe der Metalle: Korrosionspotential verschiedener Metalle in Meerwasser

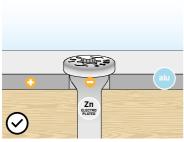


In diesen Fällen wird das am wenigsten edle Metall (Zn) aufgelöst (anodische Auflösung), während der edelste Teil (A4) nicht durch Korrosion angegriffen wird (fungiert als Kathode).

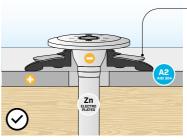


VORBEUGUNG

Um dem Risiko einer galvanischen Korrosion vorzubeugen oder dieses auf ein Minimum zu reduzieren, sind folgende Maßnahmen möglich:

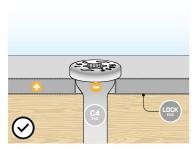


Ähnliche Materialien oder Materialien mit einer geringen Potentialdifferenz verwenden.

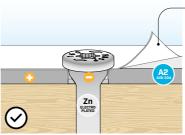


Die galvanische Kopplung zwischen den beiden Materialien trennen.





Die Anode oder Kathode beschichten, um eine elektrische Verbindung zu vermeiden.



Verhindern, dass Feuchtigkeit mit beiden Metallen in Berührung kommt.



UNÄHNLICHE METALLE

Manchmal kann die Verwendung unähnlicher Metalle nicht vermieden werden.

Hierbei ist sicherzustellen, dass die Befestigungselemente (z. B. Schrauben oder Nägel) aus einem edleren Material als dem der Verbindung bestehen. Dies ist bei den LOCK-Verbindern (Aluminium) der Fall, wenn sie mit den KKF-Schrauben (Edelstahl AISI410) im Außenbereich verwendet werden.



HOLZ UND GALVANISCHE KOPPLUNG

Beim Thema Holz und galvanische Kopplung muss die Unterscheidung zwischen freiem Wasser und gebundenen Wasser berücksichtigt werden.

Potentiell könnte freies Wasser als Elektrolyt wirken, aber das damit verbundene Risiko einer galvanischen Kopplung ist sehr gering und tritt nur auf, wenn der Elektrolyt beide unähnlichen Materialien berührt. Auch in diesem Fall fließt freies Wasser nicht reichlich aus den Holzzellen.

Das gebundene Wasser kann nicht als Elektrolyt wirken, da es in den Holzzellen gebunden ist.

Da die Gleichgewichtsfeuchte von Holz bei etwa 12 % liegt und Holz mit einem Feuchtigkeitsgehalt unter 20 % kein freies Wasser enthält, kann das Holz, welches die Verbindung umschließt, die Verbindung vor galvanischer Korrosion schützen, indem es die übermäßige Feuchtigkeit absorbiert und einer Wasseransammlung vorbeugt.

QUELLEN UND SCHWINDEN Das Verhalten des Werkstoffs Holz



HYGROSKOPISCH

Holz ist ein natürlich gewachsenes, poröses und hygroskopisches Material, d. h. es kann abhängig von den Bedingungen seiner Umgebung aufgrund seiner Beschaffenheit Feuchtigkeit aufnehmen oder verlieren.



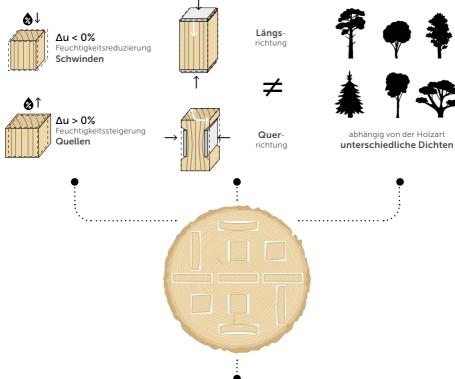
ANISOTROPISCH

Die mechanischen Leistungen sowie die Verformungen im Holzelement unterscheiden sich je nach Richtung (längs und radial/tangential).



UNGLEICHMÄSSIG

Es gibt weltweit eine Vielzahl an Holzarten mit unterschiedlichen und spezifischen Eigenschaften und Dichten.



UNTERSCHIEDLICHE GRÖSSENSCHWANKUNGEN

Wie Feuchtigkeit

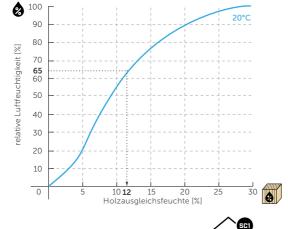
Wie Feuchtigkeit

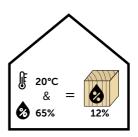
das Verhalten

tigkeit ab oder nimmt sie auf, bis ein Gleichgewichtspunkt gefunden wird.

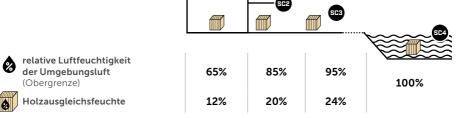
Abhängig von den klimatischen Bedingungen der Umgebung (Temperatur und relative

Luftfeuchtigkeit) kann die Holzausgleichsfeuchte bestimmt werden.





Ein Holzelement in einer Umgebung mit einer relativen Feuchtigkeit von 65 % und einer Temperatur von 20 °C hat im Gleichgewicht einen Wert für die Holzausgleichsfeuchte von 12 %.



In der Regel muss das Holz mit einem Feuchtigkeitsgehalt geliefert werden, der dem des fertigen Bauwerks so nah wie möglich kommt, um Schwankungen der Holzausgleichsfeuchte und damit Quellen und Schwinden zu verhindern.

VERRINGERUNG DER FESTIGKEIT

Feuchtigkeit im Holzelement beeinflusst seine statische Leistung: Bei gleicher Beanspruchung besitzt ein Element in einer Umgebung mit hoher Feuchtigkeit (z. B. SC3) eine geringere mechanische Festigkeit als in SC1. Bei der Planung müssen geeignete Korrekturbeiwerte (\mathbf{k}_{mod}) angewendet werden, um dieses Phänomen zu berücksichtigen.

 $Modifikations beiwerte zur Berücksichtigung der Nutzungsklassen und der Klassen der Lasteinwirkungsdauer k_{mod}{}^{(1)}$

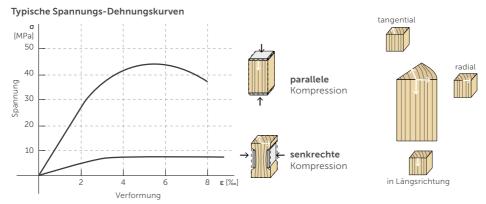
	Klasse der Lasteinwirkungsdauer	SCI	SD2	SP3	SE4
	Dauerhaft	0,60	0,60	0,55	0,50
101z	Lang	0,70	0,70	0,60	0,55
lassivhol N 14081-	Mittel	0,80	0,80	0,70	0,65
Mas EN 1	Kurz	0,90	0,90	0,80	0,70
	Sofort wirkend	1,10	1,10	1,00	0,90

⁽¹⁾ Neue Generation Eurocodes EN 1995-1-2:2025 (n.a.)

ANISOTROPIE UND HOLZARTEN

Der Zellaufbau des Holzes beeinflusst seine mechanischen Leistungen und führt zu erheblichen Unterschieden in der Festigkeit und Steifigkeit, abhängig von der Faserrichtung. Die Planung berücksichtigt zwei verschiedene Bedingungen: parallel oder senkrecht (radial/tangential).

Zellstruktur und ihr Einfluss auf das Verhalten von Holz



RICHTUNGSABHÄNGIGE MASSÄNDERUNGEN

Auch die Phänomene des Quellen und Schwindens unterscheiden sich je nach Faserrichtung, die im Holzelement berücksichtigt wird.

Die linearen Maßabweichungen des Holzes sind proportional zur Änderung der Feuchtigkeit:

$$L_{\text{final}} = L_{\text{initial}} [1 + k_{\text{sh/sw}} (u_{\text{final}} - u_{\text{initial}})]$$

Wobei:

- Lfinal die Größe in Bezug auf den endgültigen Feuchtigkeitsgehalt ist
- L_{final} die Größe in Bezug auf den anfänglichen Feuchtigkeitsgehalt ist
- $k_{sh/sw}$ der Beiwert für die Quell- und Schwindwerte in Bezug auf die Faserrichtung (siehe nachstehende Tabelle)
- **u**initial der anfängliche Restfeuchtegehalt des Holzes ist [%]
- **u**final der endgültige Restfeuchtegehalt des Holzes ist [%]

Beiwerte k_{sh/sw} für Quell- und Schwindmaße⁽¹⁾

bei einer Änderung des Restfeuchtegehalts um 1 % in Richtung:

	Längs- richtung	radiale Richtung	tangentiale Richtung
Nadelbäume, Eiche, Kastanie, Pappel	0,0001	0,0012	0,0024
Zerr-Eiche	0,0001	0,0020	0,0040
Brettschicht-Nadelholz	0,0001	0,0025	0,0025

Hygroskopische Maßänderungen (Quellen und Schwinden) ergeben sich bei einer Restfeuchte unterhalb des Sättigungspunktes der Zellwände (Fasersättigungspunkt - FSP), der üblicherweise einer Restfeuchte von 30 % entspricht.

Bei Feuchtigkeitswerten über FPS ändert sich die Masse, aber nicht das Volumen.

⁽¹⁾ CNR-DT 206 R1/2018

QUELLEN: MASSABWEICHUNGEN

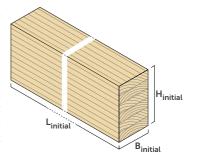
TRÄGER AUS BRETTSCHICHTHOLZ

L _{initial}	Ausgangslänge	4000 mm
B _{initial}	Ausgangsbreite	120 mm
H _{initial}	Ausgangshöhe	200 mm
V _{initial}		
Material	Holz GL24h ($\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$)	

u _{initial}	10%	
u _{final}	Endfeuchte	20%
Δu	Feuchtigkeitsschwankung	10%

	parallel	senkrecht
k _{sh/sw} (1)	0,0001	0,0025

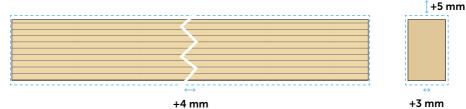


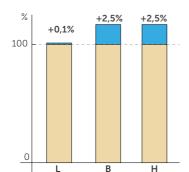


MASSABWEICHUNGEN

L_{final}	Endlänge	4004 mm	+4 mm	+0,1%
B _{final}	Endbreite	123 mm	+3 mm	+2,5%
H_{final}	Endhöhe	205 mm	+5 mm	+2,5%
V _{final}	Endvolumen	0,101 m ³	+0,005 m ³	+5,2%

∆u=10%





Die festgestellten Maßabweichungen sind zwar im absoluten Wert ähnlich, jedoch in Querrichtung viel ausgeprägter als in Längsrichtung.

In der Regel liegt die Bautoleranz bei Holzkonstruktionen im Millimeterbereich: Unberücksichtigte Quellverformungen oder Schrumpfungen erzeugen einen Anstieg der Spannung, lokale Versagenserscheinungen oder Rissbildung.

⁽¹⁾ DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

QUELLEN: STEIGERUNGEN DER BEANSPRUCHUNG

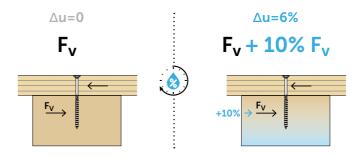
HOLZ-HOLZ

Eine Änderung des Feuchtigkeitswerts innerhalb des Holzelements bewirkt eine zusätzliche Beanspruchung des Verbinders⁽¹⁾.



SEITLICH BELASTETE SCHRAUBEN

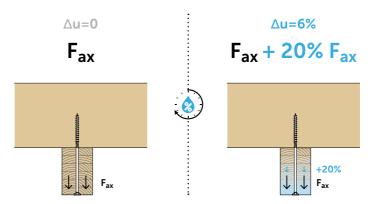
Der Verbinder stellt eine Einschränkung für die freie Verformung des Holzes dar: Die Quellverformung ist mit einem Anstieg der Lochleibungskraft an der Achse des Verbinders verbunden, die in einer zusätzlichen Querbeanspruchung mündet.





AXIAL BELASTETE SCHRAUBEN

Die behinderte Quellverformung führt zu einer konzentrierten Belastung am Schraubenkopf, der dazu neigt, in das Holzelement einzudringen. Der Verbinder wird auch dann belastet, wenn keine Beanspruchung auf die Verbindung einwirkt.



⁽¹⁾ DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 und DIN EN 1995-1-1:2010-12

Feuchtigkeitsschwankungen beeinflussen die Festigkeit der Verbindungen

STAHL-HOLZ

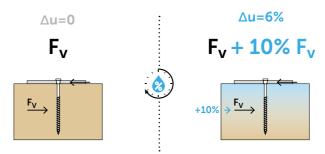
Das Metallelement stellt eine steife Begrenzung des Holzes dar und verhindert dessen Verformung durch Feuchtigkeitsschwankungen.



SEITLICH BELASTETE SCHRAUBEN

In Verbindung mit einer Metallplatte kann der Verbinder sich Materialverformungen weniger gut anpassen.

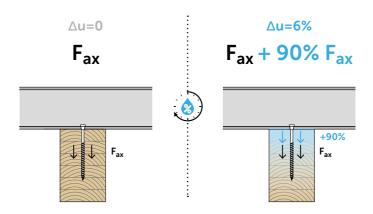
Der Verbinder wird auch dann belastet, wenn keine Beanspruchung auf die Verbindung einwirkt.





AXIAL BELASTETE SCHRAUBEN

Wenn der Verbinder so positioniert ist, dass er der Bewegung des Holzes nicht folgen kann, wird er in axialer Richtung stark beansprucht.



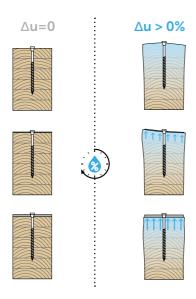
QUELLEN: **BEGRENZTE ELEMENTE**



Das Metallelement stellt eine starre Begrenzung des Holzes dar: Bei Feuchtigkeitsschwankungen kann das Element nicht frei guellen.

Eine behinderte Quellverformung erzeugt Druck auf das Holz.

Das Holzelement behält seine ursprüngliche Geometrie und Größe, aber nicht seinen Spannungszustand. Bei einem begrenzten Element wird der Verbinder bei Feuchtigkeitsschwankungen auch dann belastet, wenn keine Beanspruchung auf die Verbindung einwirkt.



FREIES ELEMENT

Wenn das Element nicht eingegrenzt ist, kann es sich frei verformen.

Die Verbinder im Inneren unterliegen auch hier einer zusätzlichen Beanspruchung.

DÜNNE PLATTE

Die Einschränkung ist nicht starr genug, um eine Quellverformung des Holzes zu verhindern; die Platte verformt sich, um der Bewegung zu folgen, wird jedoch durch den Verbinder begrenzt.

DICKE PLATTE

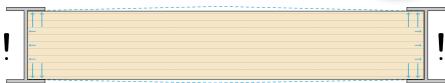
Das Metallelement verformt sich nicht: das Holz ändert seine Größe auf ungleichmäßige Weise, sodass erhebliche zusätzliche Belastungen des Verbinders entstehen

GUTF GESTALTUNGSREGELN

Es muss sichergestellt werden, dass die Quellen und Schwinden die Konstruktion selbst nicht beschädigen und keine Belastungen verursachen, die mit dem Material und seiner Festigkeits- und Verformungsleistung nicht kompatibel sind.

Bei der Planung und Montage von selbstschneidenden Schrauben mit Teil- oder Vollgewinde müssen die Feuchtigkeitsbedingungen der Holzelemente sowie die Schwankungen berücksichtigt werden, welche bei Transport, Montage, beim Bau und Betrieb auftreten können. Die Planung muss alle zusätzlichen Beanspruchungen einbeziehen, die durch vorübergehende Bedingungen entstehen.





Für weitere Informationen zur METALL-HOLZ-Montage siehe S. 63.

VERSUCHSREIHE

In unserem Labor wurde eine Versuchskampagne durchgeführt, um die Steigerung der Beanspruchung auf die Verbinder aufgrund von Feuchtigkeitsschwankungen im Holz zu bewerten.

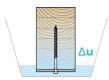
Während der Tests wurden circa 20 Konfigurationen analysiert, die durch die Kombination von 3 verschiedenen Arten von Schrauben bei verschiedenen Montagebedingungen in Stahl-Holz-Verbindungen erzielt wurden.

Die Proben wurden in räumlich begrenzten Umgebungen platziert, in denen die Feuchtigkeit der Holzelemente kontrolliert variiert werden konnte.

Die Schrauben wurden in täglichen Abständen analysiert, um den Einfluss der verschiedenen beteiligten Variablen zu bewerten.

SET-UP







Holz:	Brettschichtholz (Weichholz)	
Expositionszeit:	6 Wochen	
Schrauben:	HBS PLATE	
Ausgangsfeuchte:	11%	
Endfeuchte:	40%	



ERGEBNISSE:







dünne

Platte



dicke

Platte

dicke



dicke Platte





nach 6 Wochen



dünne







dicke Platte

BRAND

Wie sehr unterscheidet sich das Verhalten von Holz im Vergleich zu Stahl?

BRANDVERHALTEN

Sinnvoll ausgelegte Holzkonstruktionen bieten auch im Brandfall ein hohes Maß an Sicherheit.



HOLZ

Holz ist ein langsam brennender Baustoff: Im Brandfall reduziert sich sein tragender Querschnitt, während der von der Verkohlung nicht betroffene Teil seine mechanischen Eigenschaften (Steifigkeit und Festigkeit) beibehält.

Geschwindigkeit eindimensionale Verkohlung Bo≈0,65 mm/min



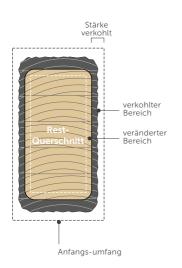
METALL

Bei einem Brand sind Stahl und allgemein Metallverbindungen die Schwachstelle in Holzkonstruktionen.

Die Metallteile leiten die hohen Temperaturen in den Querschnitt. Darüber hinaus nehmen ihre mechanischen Eigenschaften mit steigender Temperatur rapide ab.

Wenn dies nicht berücksichtigt wird, kann es zu einem unerwarteten Versagen der Verbindung kommen.

WARUM IST HOLZ FEUERFEST?



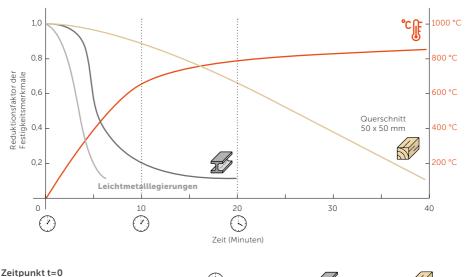
Holz ist ein brennbares Material, das vollständig zerstört werden kann, wenn es externen Wärmequellen von hoher Dauer und Intensität ausgesetzt ist. Dennoch:

- Holz ist ein wasserhaltiges hygroskopisches Material, welches das Eindringen von Wärme in den Querschnitt auch bei sehr hohen Außentemperaturen erheblich verlangsamt;
- Die verkohlte Schicht dient als Abschirmung gegen das Eindringen der Wärme in den Querschnitt, da durch die während der Pyrolyse erzeugten Gase der Temperaturanstieg im Holz verlangsamt wird.

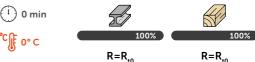
Betrachtet man den Querschnitt eines Holzelements nach einem Brand, sind 3 Schichten zu erkennen:

- eine verkohlte Schicht, bei der es sich um die nun vollständig vom Verbrennungsprozess betroffene Holzschicht handelt;
- ein noch nicht verkohlter veränderter Bereich, der aber einen Temperaturanstieg von über 100 °C erfahren hat und von dem angenommen wird, dass seine Restfestigkeit gleich Null ist;
- ein Restquerschnitt, der die ursprünglichen Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften beibehält.

VERSAGEN EINES BAUKNOTENS



Beide Materialien weisen eine Festigkeit von 100 % auf



Zeitpunkt t=10 min

Bei Stahl verringerte sich die Festigkeit auf 20 %, während sie bei Holz noch 85 % beträgt



Zeitpunkt t=20 min

Der Stahl hat versagt und besitzt keine Festigkeit, während der Wert bei Holz 65 % beträgt





STAHL und LEICHTMETALLLEGIERUNGEN: Entwicklung der Festigkeitsmerkmale der

Metallelemente, die einem Normbrand ausgesetzt wurden (unabhängig von der Größe des Querschnitts).



HOLZ:

Entwicklung der Festigkeitsmerkmale der Holzelemente, die einem Normbrand ausgesetzt wurden (die Kurve variiert abhängig von den Änderungen der Größe des Querschnitts).

Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK)

METALLVERBINDER



Stahl hat eine viel höhere Wärmeleitfähigkeit als Holz: Wenn er der gleichen Wärmequelle ausgesetzt ist, erwärmt er sich bedeutet rascher als Holz und überträgt die Wärme auch auf das Innere des Querschnitts, wodurch eine verkohlte Schicht entsteht.

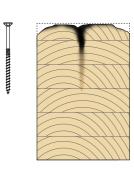
DURCHMESSER

Je größer der Durchmesser des Verbinders, desto mehr Wärme wird in das Innere des Holzes übertragen.

einer Wärmequelle ausgesetzter Bolzen Ø20

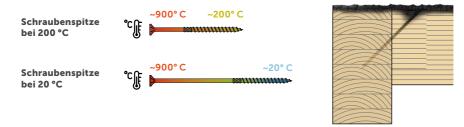


einer Wärmequelle ausgesetzte Schraube Ø12 mit Kopf



LÄNGE

Wie der Durchmesser, das Material und der Kopftyp beeinflusst auch die Länge die Wärmeübertragung. Je länger die Schraube, desto niedriger die Temperaturen, da die Spitze des Verbinders weiter von der Wärmequelle entfernt ist und sich in einem kühleren Arbeitsbereich befindet.



MATERIAL

Bei gleicher Geometrie verhält sich Edelstahl besser als Kohlenstoffstahl. Aufgrund der niedrigeren Wärmeleitfähigkeit sind die Temperaturen entlang der Edelstahlschraube niedriger, und der umliegende verkohlte Bereich ist kleiner.



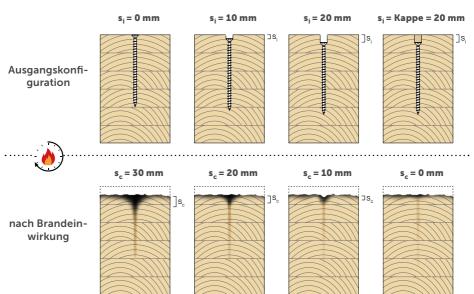
Parameter	Einfluss auf das Brandverhalten	schlechtestes bestes Verhalten Verhalten
LÄNGE	signifikant	
DURCHMESSER	mittel]d, p======= d,
MATERIAL	mittel	Seriminini Zn Serimininini AA
КОРГТҮР	niedrig	

SO WICHTIG IST SCHUTZ

Das Abdecken des Schraubenkopfs oder der Schutz des Metalls vor direkter Brandeinwirkung bringt erhebliche Vorteile in Bezug auf die Wärmeausbreitung und Tiefe der Verkohlung.

Die Verkohlungstiefe kann in der Tat reduziert werden, indem die Einschraubtiefe des Kopfes in das Holz variiert wird: Je tiefer er in das Holz eindringt, desto geringer ist die Tiefe der Verkohlung. Wenn der Kopf mit einem Holzstopfen abgedeckt wird, ist die Verkohlung entlang der Schraube gleich Null.





Rif. N. Werther, M. Gräfe, V. Hofmann, S. Winter "Untersuchungen zum Brandverhalten von querkraft- beanspruchten Verbindungen bei Holzbaukonstruktionen, Neuentwicklung und Optimierung von Verbindungssystemen und allgemeinen Konstruktionsregeln, 2015"

FEUERWIDERSTAND

Der Feuerwiderstand gibt Aufschluss über die Fähigkeit eines Konstruktionselementes, seine Baustabilität während eines Brandes für einen bestimmten Zeitraum beizubehalten und seine Fähigkeit zur Brandabschnittsbildung für den Schutz vor heißen Verbrennungsdämpfen und -gasen aufrechtzuerhalten. Der Hauptzweck des Feuerwiderstands besteht darin, die Tragfähigkeit der Konstruktion unter Brandbedingungen zu gewährleisten. Die Merkmale, die während einer Brandeinwirkung beibehalten werden müssen, sind durch drei Buchstaben gekennzeichnet:







R Tragfähigkeit

Fähigkeit des Konstruktionselements zur Erhaltung der mechanischen Festigkeit unter Brandeinwirkung

Dichtheit

Fähigkeit des Konstruktionselements zur Verhinderung, dass Flammen sowie heiße Dämpfe und Gase auf die dem Feuer nicht ausgesetzte Seite gelangen

Thermische Isolierung

Fähigkeit des Konstruktionselements, die Übertragung der Hitze auf die dem Feuer nicht ausgesetzte Seite zu begrenzen

Auf die Abkürzung für den Feuerwiderstand folgen Ziffern, welche die Minuten der Stabilität bei einem Brand angeben.



Die **mechanische Festigkeit**, die **Rauchdichtheit** und die **thermische Isolierung** des Elements werden 120 Minuten (2h) nach Ausbrechen des Feuers gehalten



Die mechanische Festigkeit wird für 60 Minuten nach Ausbrechen des Feuers gehalten

Bei linear verlaufenden Bauelementen wie Pfosten und Balken wird nur die Tragfähigkeit (R) benötigt; bei Decken und Wänden, die einen Raum begrenzen, sind alle drei Eigenschaften (REI) erforderlich.

TEST IM GROSSMASSSTAB

In Zusammenarbeit mit RISE - Research Institutes of Sweden - haben wir umfangreiche Tests im Großmaßstab durchgeführt, um den El-Wert einiger der häufigsten Verbindungen im Holzbau zu bestimmen.



FORSCHUNGSPROJEKTE

Unsere nächsten Forschungsprojekte konzentrieren sich auf die Untersuchung des Brandverhaltens der häufigsten Verbindungen bei Holzkonstruktionen. Unser Ziel ist eine Untersuchung unter Einbeziehung aller Gesichtspunkte. Dabei werden sowohl die Dichtheit als auch die thermische Isolierung berücksichtigt, um zu verstehen, wie sich das Verhalten der Verbindung während eines Brandes in Bezug auf die vorhandenen Elemente ändert.

DIE BESTE VERTEINGUNG?

... IST PASSIV!





HIGHLY FIRE RESIST POLYURETHANE SEALING FOAM

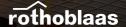
NICHT TAKTIK, SONDERN PRÄVENTION.

Schützen Sie sich vor Überraschungen und bewältigen Sie Brandprobleme mit passiven Schutzmaßnahmen: Planen Sie bei Ihrem Gebäude Bänder, Dichtungsmittel und Bahnen von Rothoblaas ein.



ROTHOBLAS SE

Wenden Sie sich für weitere Informationen an den Vertriebsmitarbeiter Ihres Vertrauens oder laden Sie den Produktkatalog von unserer Website **www.rothoblaas.de**



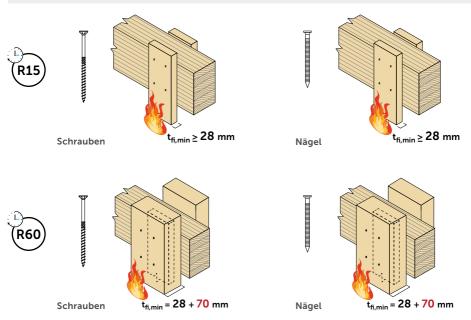
Solutions for Building Technology

BRANDSCHUTZ

Wir schützen Holzkonstruktionen

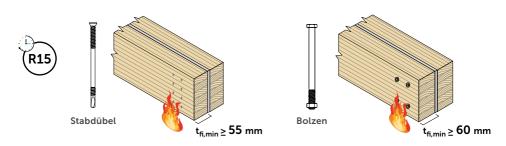
NICHT GESCHÜTZTE VERBINDUNGEN⁽¹⁾

HOLZ-HOLZ



Bei Verbindungen mit Schrauben oder Nägeln kann der Feuerwiderstand (R_{td}) bis zu 60 Minuten gesteigert werden, indem die Abmessungen der Holzelemente erhöht werden.

HOLZ-STAHL



Der Feuerwiderstand kann auf bis zu 120 Minuten gesteigert werden, indem die Abmessungen der Holzelemente ($t_{\rm fl}$) und die Randabstände der Metallelemente erhöht werden.

Für STAHL-HOLZ-Verbindungen mit exponierter Platte gelten die für Stahlkonstruktionen gültigen Regeln (EN 1993-1-2).

⁽¹⁾ Neue Generation Eurocodes EN 1995-1-2:2025 (n.a.)

GESCHÜTZTE VERBINDUNGEN

Die Feuerwiderstandswerte können durch die Entwicklung von teilweisen oder vollständigen Brandschutzsystemen gesteigert werde. Diese Schutzsysteme können Holzverkleidungen (z. B. Holzdübel), Holzplatten oder Gipsplatten (Typ A, H oder F) sein.



TEILGESCHÜTZT

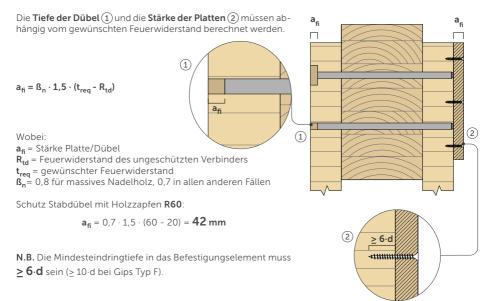
Das Teilsystem schützt die Verbindung nur für einen Teil der gefordertem Feuerwiderstandszeit (z. B. ist ein Widerstand von 60 Minuten gefordert und die Platte hält dem Feuer 45 Minuten stand; die übrigen 15 Minuten müssen durch die ungeschützte Verbindung gewährleistet sein).



Das Gesamtsystem schützt die Verbindung für die gesamte geforderte Zeit (z. B. ist der Schutz von 60 Minuten gefordert und die Platte hält dem Feuer 60 Minuten stand)

BERECHNUNGSBEISPIEL ZAPFENSTÄRKE IM HOLZ - TEILGESCHÜTZT

[Kap. 6.2.1.2 EN 1995-1-2:2025]



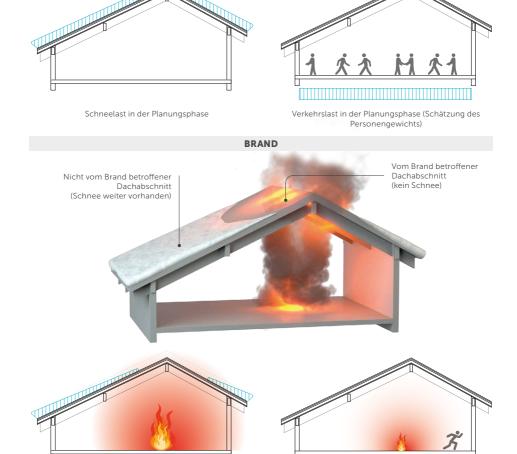
BRANDLAST

Bei einem außergewöhnlichen Ereignis wie einem Brand sind die auf die Bauteile einwirkenden Belastungen geringer als die Belastungen, die für den Schutz der Konstruktionselemente im Grenzzustand der Tragfähigkeit verwendet werden (die durch Beiwerte erhöht werden)⁽¹⁾.

BEISPIEL

Bei einem Brand schmilzt der Schnee auf dem Dach, also ist das auf der Konstruktion lastende Gewicht geringer; ebenso verlassen die Personen bei einem Brand die Räume über die Fluchtwege, sodass die Verkehrslast der Kategorie, die auf die Konstruktionselemente einwirkt, verringert wird.

GZT (GRENZZUSTAND DER TRAGFÄHIGKEIT)



geringere Verkehrslast im Brandfall

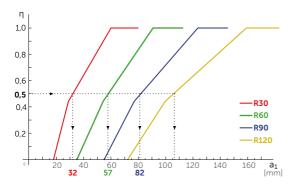
Geringere Schneelast im Brandfall

⁽¹⁾ Bei der Auslegung für den Brandfall wird dieser Unterschied mit (statistisch ermittelten) Beiwerten für die Lastkombination berücksichtigt, die im Verhältnis zu jenen der SLU-Auslegung niedriger sind.

AXIAL BELASTETE SCHRAUBEN

ABMINDERUNGSBEIWERT DER FESTIGKEIT

Da sie einer geringeren Belastung ausgesetzt sind als jene, die für die Bemessung der Verbindungen unter normalen Bedingungen verwendet wurden, ist es akzeptabel, dass auch die Festigkeit der Verbindung unter Brandbedingungen geringer ist:



- $\eta_{kfi} = R_{kfi}/R_{k}$
- $\eta_{\mathbf{k}.\mathbf{f}}$ Abminderungsbeiwert der Festigkeit im Brandfall
- R_k charakteristische Festigkeit der Verbindung unter normalen Bedingungen
- $\mathbf{R}_{\mathbf{k},\mathbf{fi}}$ Festigkeit der Verbindung im Brandfall
- Mindestabstand zwischen der Schraubenachse und Trägerkante

Bestimmung von a1 ausgehend vom gewählten Beiwert η und dem gewünschten Feuerwiderstand.

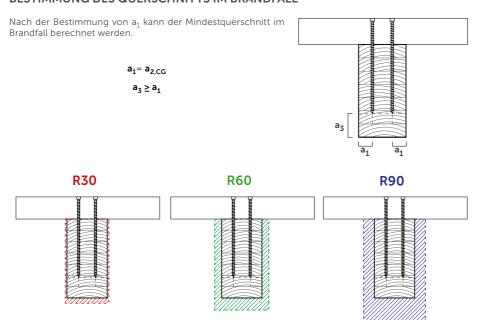
Für $\eta_{k,fi} = 0.5$

R30 $a_1 = 32 \text{ mm}$

R60 $a_1 = 57 \text{ mm}$

R90 a₁ = 82 mm

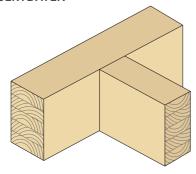
BESTIMMUNG DES QUERSCHNITTS IM BRANDFALL(1)

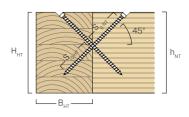


(1) Neue Generation Eurocodes EN 1995-1-2:2025 (n.a.)

BERECHNUNGSBEISPIEL

PROJEKTDATEN





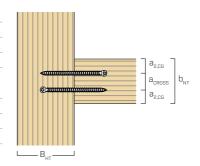
HAUPTTRÄGER

Внт	Breite Hauptträger	126 mm
H_{HT}	Höhe Hauptträger	245 mm
	Holz GL24h ($\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$)	

NEBENTRÄGER

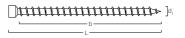
b _{NT}	Breite Nebenträger	105 mm
h _{NT}	Höhe Nebenträger	245 mm
	Holz GL24h ($\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$)	

Winkel in der vertikalen Ebene $\alpha{=}0$ ° Winkel in der horizontalen Ebene $\alpha{=}0$ °



VOLLGEWINDESCHRAUBE MIT ZYLINDERKOPF

L Schraubenlänge		300 mm
b	Gewindelänge	290 mm
d_1	Nenndurchmesser	11 mm



ÜBERPRÜFUNG

Gewindelänge Kopfseite: $S_{g, HT} = 135 \text{ mm}$; Gewindelänge Spitzenseite: $S_{g, NT} = 135 \text{ mm}$;

AUSWAHL ABMINDERUNGSBEIWERT DER FESTIGKEIT

 $\eta_{K,FI}$ gewählt gleich 0,5

CHARAKTERISTISCHE FESTIGKEIT DES VERBINDERS UNTER STANDARDBEDINGUNGEN:

 $F_{V,RK} = 26,52 \text{ kN}$

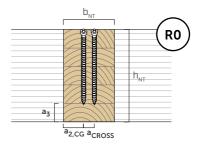
CHARAKTERISTISCHE FESTIGKEIT DES VERBINDERS IM BRANDFALL:

 $F_{V,RK,FI} = \eta_{k,fi} \cdot F_{V,RK} = 0.5 \cdot 26,52 \text{ kN} = 13,26 \text{ kN}$

"KALTE" GEOMETRIE RO

b _{NT}	Breite Nebenträger	105 mm
h _{NT}	Höhe Nebenträger	245 mm

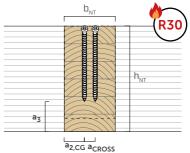
a _{CROSS}	17 mm
a _{2,CG}	44 mm
a ₃	33 mm



FEUERBESTÄNDIGKEIT R30

b _{NT}	Breite Nebenträger	+0 mm	105 mm
h _{NT}	Höhe Nebenträger	+11 mm	256 mm

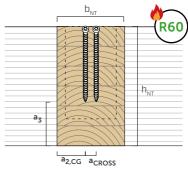
a _{CROSS}		17 mm
a _{2,CG}	= a ₁	44 mm
a ₃	≥ a ₁	44 mm



FEUERBESTÄNDIGKEIT R60

b_{NT}	Breite Nebenträger	+26 mm	131 mm
h _{NT}	Höhe Nebenträger	+24 mm	269 mm

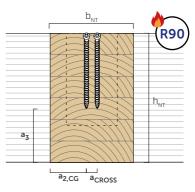
a_{CROSS}		17 mm
a _{2,CG}	= a ₁	57 mm
a ₃	≥ a ₁	57 mm



FEUERBESTÄNDIGKEIT R90

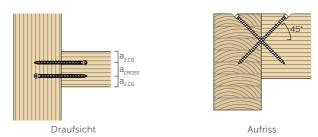
b _{NT}	Breite Nebenträger	+76 mm	181 mm
h _{NT}	Höhe Nebenträger	+49 mm	294 mm

a _{CROSS}		17 mm
a _{2,CG}	= a ₁	82 mm
a ₃	≥ a ₁	82 mm



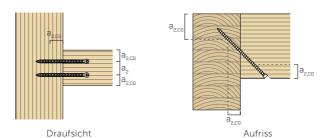
MINDESTABSTÄNDE IM BRANDFALL

MIT EINEM WINKEL α ZUR FASER EINGEDREHTE GEKREUZTE SCHRAUBEN⁽¹⁾



	EINSATZ DER SCHRAUBEN MIT UND OHNE VORBOHRUNG					
	d_1	[mm]		7	9	11
D0	a _{2,CG}	[mm]	4·d	21(2)	36	44
R0	a_{CROSS}	[mm]	1,5·d	11	14	17
R30	a _{2,CG}	[mm]	-	32	36	44
KSU	a _{CROSS}	[mm]	1,5·d	11	14	17
R60	a _{2,CG}	[mm]	-	57	57	57
KOU	a_{CROSS}	[mm]	1,5·d	11	14	17
D00	a _{2,CG}	[mm]	-	82	82	82
R90	a _{CROSS}	[mm]	1,5·d	11	14	17

MIT EINEM WINKEL a ZUR FASER EINGEDREHTE SCHRAUBEN UNTER ZUG⁽¹⁾



EINSATZ DER SCHRAUBEN MIT UND OHNE VORBOHRUNG								
	d_1	[mm]		7	9	11		
R0	a _{2,CG}	[mm]	4·d	21(2)	36	44		
KU	a ₂	[mm]	5·d	35	45	55		
R30	a _{2,CG}	[mm]	-	32	36	44		
KSU	a_2	[mm]	5·d	35	45	55		
R60	a _{2,CG}	[mm]	-	57	57	57		
	a ₂	[mm]	5·d	35	45	55		
R90	a _{2,CG}	[mm]	-	82	82	82		
	a ₂	[mm]	5·d	35	45	55		

Unter Verwendung von $\eta_{k,fi}$ = 0,5 | $a_{2,CG}$ = a_1 gemäß EN 1995-1-2:2025 berechnete Werte

⁽¹⁾ Neue Generation Eurocodes EN 1995-1-2:2025 (n.a.)

¹² Zur Verbindung Nebenträger-Hauptträger mit geneigten oder gekreuzten VGZ-Schrauben d = 7 mm, die im 45°-Winkel zur Kopfseite des Nebenträgers eingesetzt werden. Bei Mindesthöhe des Nebenträgers von 18·d kann der Mindestabstand a_{2 CG} gleich 3·d₁ sein



www.rothoblaas.de





Solutions for Building Technology

ANWENDUNGEN UND VERBINDER

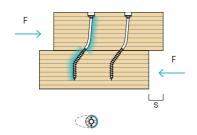
TEILGEWINDESCHRAUBEN

FESTIGKEIT

Spannungsbündelung im lokalisierten Bereich in Kraftrichtung. Widerstände im Zusammenhang mit der Lochleibung im Holz und der Verformung der Schrauben.

SCHRAUBEN UNTER ABSCHERBEANSPRUCHUNG





STEIFIGKEIT

- starke Verschiebungen
 - · niedrige Steifigkeit
 - hohe Duktilität



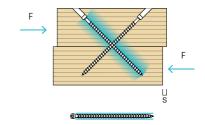
VOLLGEWINDESCHRAUBEN

FESTIGKEIT

Entlang der gesamten Gewindeoberfläche verteilte Beanspruchungen. Hohe Festigkeit über die gesamte Gewindelänge.

AXIAL BEANSPRUCHTE VERBINDER

WIDERSTAND PROPORTIONAL **ZUR GEWINDELÄNGE**



STEIFIGKEIT

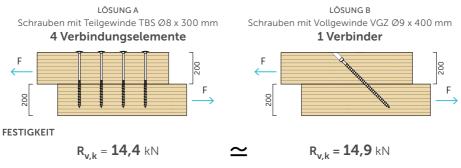
- begrenzte Verschiebungen
 - · hohe Steifigkeit
 - reduzierte Duktilität



VERBINDER IM VERGLEICH

BALKEN-BALKEN-VERBINDUNG

Verbindung von zwei Trägern aus Brettschichtholz (GL24h) mit einer Höhe von H = 200 mm, die durch eine faserparallele Last beansprucht werden. Bemessung nach EN 1995-1-1:2004/A2:2014.



Es werden 4 Verbinder mit Teilgewinde benötigt, um die Kriechbeständigkeit einer im 45°-Winkel geneigten Schraube mit Vollgewinde auszugeichen.

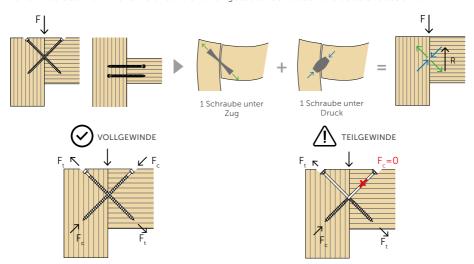
STEIFIGKEIT

$$K_{ser} = 6.1 \text{ kN/mm}$$
 << $K_{ser} = 29.4 \text{ kN/mm}$

Die mit Vollgewindeverbindern hergestellte Verbindung ist sehr steif: Bei gleicher Beanspruchung sind die Verformungen geringer als bei Teilgewindeschrauben.

VERBINDUNG MIT GEKREUZTEN SCHRAUBEN

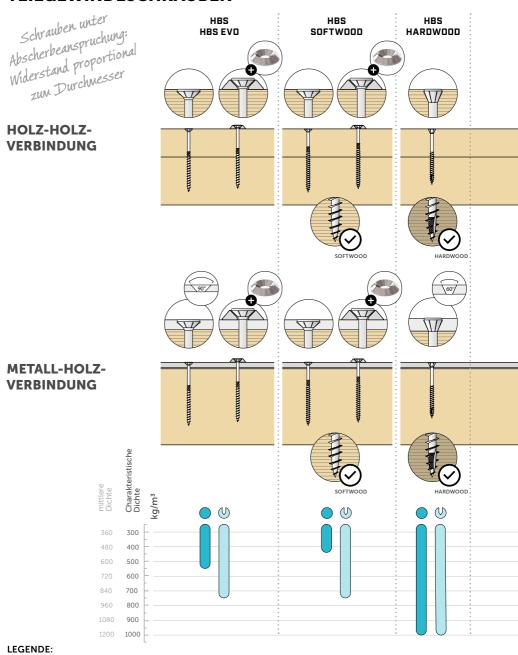
Die vertikale Querkraft F verteilt sich auf die 45° eingebauten Schrauben und belastet diese axial.



Der Gewindeabschnitt garantiert eine hervorragende Zug- wie auch Druckleistung und ermöglicht eine hohe Gesamtfestigkeit.

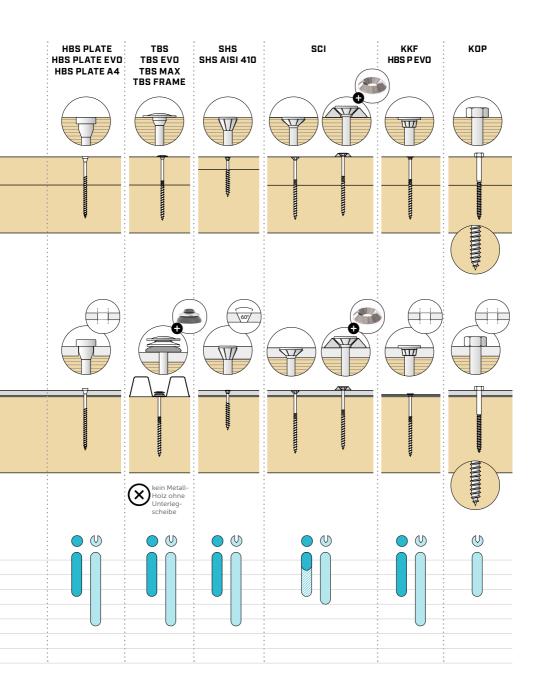
Der Schraubenkopf ist nicht druckfest (er lässt sich aus dem Holz ziehen) und bietet begrenzten Ausziehwiderstand (Durchzug < Auszug Gewinde).

TEILGEWINDESCHRAUBEN

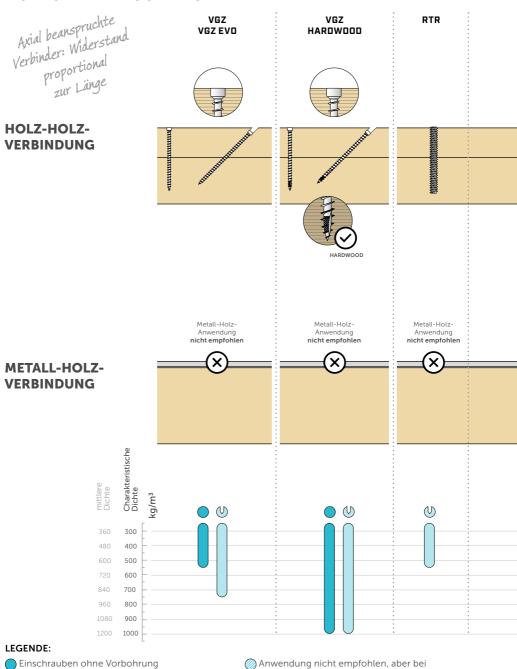


■ Einschrauben ohne Vorbohrung(U) Einschrauben mit Vorbohrung

Anwendung nicht empfohlen, aber bei Beachtung besonderer Maßnahmen möglich

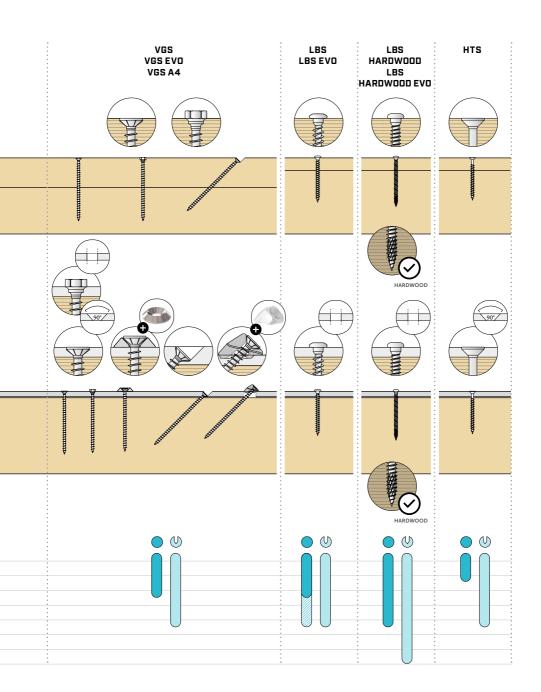


VOLLGEWINDESCHRAUBEN

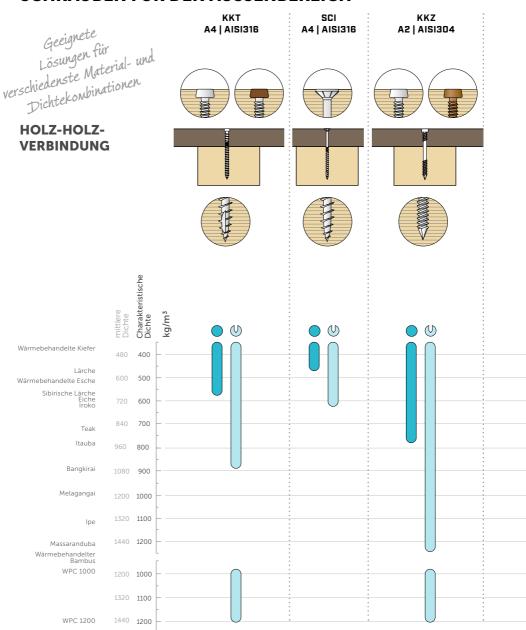


Beachtung besonderer Maßnahmen möglich

(V) Einschrauben mit Vorbohrung



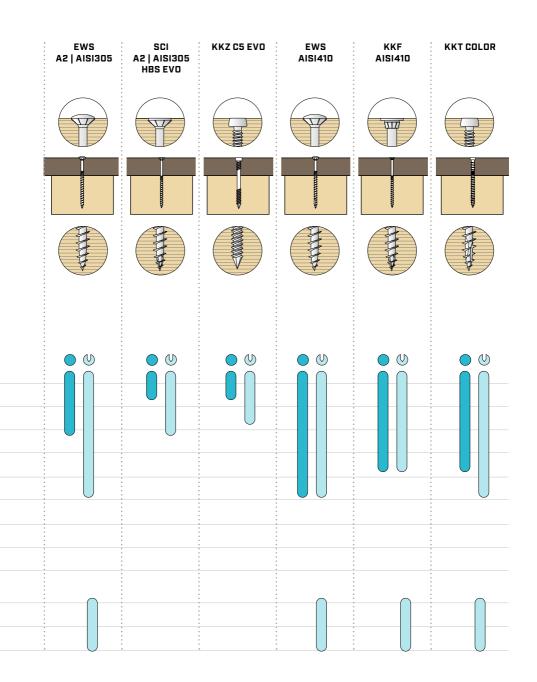
SCHRAUBEN FÜR DEN AUSSENBEREICH



LEGENDE:

Einschrauben ohne Vorbohrung

(V) Einschrauben mit Vorbohrung



SCHRAUBEN FÜR HYBRIDE VERBINDUNGEN

UNTERLEGSCHEIBE UND METALL-HOLZ



HUS

VGII



Zertifizierte Unterlegscheiben für die Anwendung mit Senkkopfschrauben.

HOLZ-BETON



CTC

verfügbar.

D*anna* Zertifizierter Verbinder, Berechnungssoftware

WEICHHOLZ-HARTHOLZ



HRS HARDWOOD



Zertifizierte Schraube für hvbride Verbindungen zwischen Elementen aus Weichholz und Buchenfurnierschichtholz.

WEICHHOLZ-HARTHOLZ



VG7 HARDWOOD

D.....

Zertifizierte Schraube für hybride Verbindungen zwischen Flementen aus Weichholz und Buchenfurnierschichtholz

HOLZ-METALL



SBS-SPP



Ermöglichen die Befestigung von Holzelementen an Metallunterkonstruktionen

HOLZ-DÄMMSTOFF-HOLZ



NG7

Панин

Ermöglicht die Befestigung von hartem und weichem Dämmstoff.

HOLZ-METALL-HOLZ



SBD - SBD EVO

Selbstbohrender Stabdübel - Ermöglicht das Bohren von Platten mit einer Stärke von his zu 10 mm



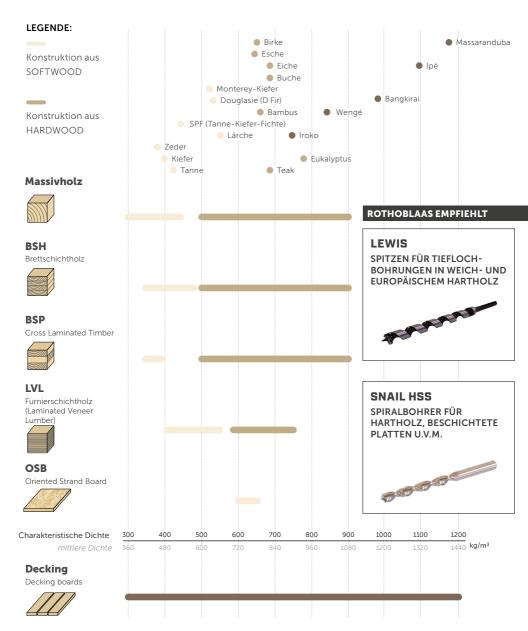
SBS-SPP

Ideal zur Befestigung von Verbund-Deckensystemen aus Holz-Metall-Holz mit Trapezblech.

MATERIALIEN

Bis vor 200 Jahren war Holz das am häufigsten verwendete Baumaterial und wurde später durch Stahl und Beton ersetzt. Mit der Einführung von verleimten Materialien (BSH, CLT und LVL) hat sich der "Baustoff" Holz in den letzten 100 Jahren weiterentwickelt.

Es gibt zwei Makrokategorien: Nadelhölzer (Softwood) und Laubhölzer (Hardwood).





PRAXIS

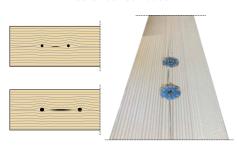
MINDESTABSTÄNDE UND VORBOHRUNG

MINDESTABSTÄNDE UND -FREIRÄUME

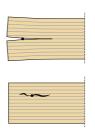
Bei der Positionierung der Schrauben innerhalb des Holzelements muss die Wechselwirkung zwischen den beiden Elementen berücksichtigt werden.

Die Nutzung angemessener Mindestabstände und -freiräume zwischen den Schrauben verhindert Risse im Holzelement sowie Sprödbrüche der Verbindung.

ungenügender Freiraum zwischen den Schrauben



ungeeignete Abstände von Kanten und Enden





ANGABEN ZU MINDESTABSTÄNDEN UND -FREIRÄUMEN für Schrauben mit log "Holzschrauben und Verbinder" www.rothoblaas.de



VORBOHRUNG UND PILOTBOHRUNG

Die Vorbohrung ermöglicht das Eindrehen der Schraube mit geringerem Kraftaufwand sowie die Minimierung von Holzschäden.

Die Vorbohrung erfolgt über die gesamte Länge der Schraube.

Für das Einschrauben mit Vorbohrung werden in der Regel geringere Mindestfreiräume und -abstände benötigt.

Einschrauben ohne Vorbohrung



Der benötigte Holzbereich zum Eindrehen der Schraube ist ohne Vorbohren größer.

(V) Einschrauben mit Vorbohrung



Die Schrauben können in einem geringeren Abstand positioniert werden, da die Wechselwirkung sie nicht beeinflusst.

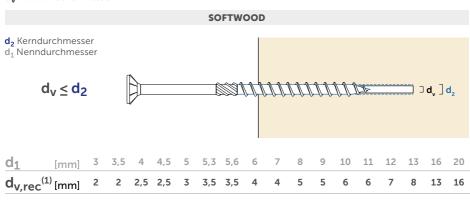
Die Pilotbohrungen oder Lochführungen werden verwendet, um ein Eindrehen der Schrauben zu erleichtern. Sie haben eine begrenzte Länge (in der Regel 40-80 mm).

Sie werden empfohlen, wenn lange Schrauben eingedreht werden müssen oder ein sehr genauer Neigungswinkel beim Eindrehen einzuhalten ist.

VORBOHRDURCHMESSER

Die Größe der Vorbohrung hängt von der Geometrie der Schraube und von der Holzart ab, in die sie montiert wird (für genauere Angaben zu den Materialien siehe S. 55).

d_{V, rec} il empfohlener Durchmesser Vorbohrung d_v Vorbohrdurchmesser

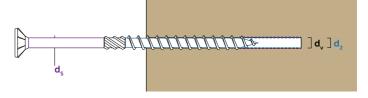


HARDWOOD

d_s Schaftdurchmesser







d ₁ [mm] 3	3,	5 4	4,5	5	5,3	5,6	6	7	8	9	10	11	12	13	16	20
d _{v,rec} (1) [mm	i] -	-	-	-	3,5	4	4	4	5	6	6	7	7	8	9	-	-

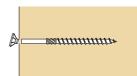
DIE BEDEUTUNG DER RICHTIGEN VORBOHRUNG



 $d_v < d_{v.rec}$

Versagen

Die auf die Schraube einwirkende Kraft übersteigt die Torsionsfestigkeit der Schraube.

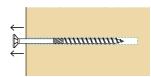




 $d_v > d_{v,rec}$



Ein Gewindeabschnitt ist nicht in Kontakt mit dem Holz; der Ausziehwiderstand nimmt ab.



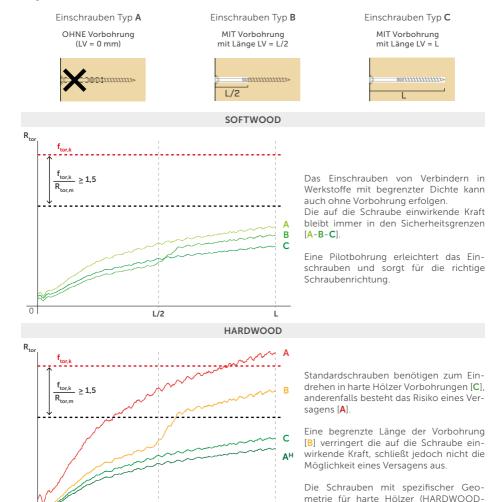
⁽¹⁾ ETA-11/0030.

DREHMOMENT BEIM EINSCHRAUBEN

Um in das Holz eingetrieben werden zu können, muss die Schraube ihre Widerstandskraft überwinden.

Der Kraftaufwand (Einschraubdrehmoment - R_{tor}) steht im Zusammenhang mit der Geometrie des Verbinders und dem Werkstoff. Zur Vermeidung von Brüchen darf die auf die Schraube einwirkende Kraft nicht gleich oder größer ihrer Torsionsfestigkeit (f_{tor}) sein. Nach Norm⁽¹⁾ muss ein minimales Einschraub-Torsionsverhältnis von 1,50 ($f_{tor,k}$ / $R_{tor,mean} \ge 1,5$) gewährleistet werden.

In den folgenden Diagrammen wird die Entwicklung des Einschraubmoments für Schrauben unter verschiedenen Bedingungen, sowohl in Bezug auf das verwendete Holz als auch auf die Art der Vorbohrung, dargestellt.



Schrauben) können ohne Vorbohrung

[AH] eingesetzt werden.

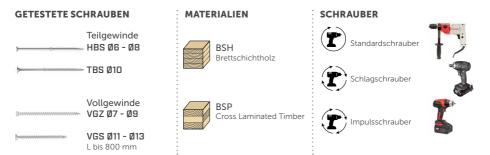
L/2

⁽¹⁾ EN 14592:2022 | EAD 130118-01-0603

IMPULS und IMPACT: YES or NO?



Rothoblaas führte in Zusammenarbeit mit der Universität Innsbruck eine Versuchskampagne durch, um den Einfluss der Verwendung verschiedener Schrauber auf die mechanischen Eigenschaften der Schrauben (z. B. Zugfestigkeit) und auf das Einschraubdrehmoment zu bewerten.

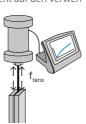


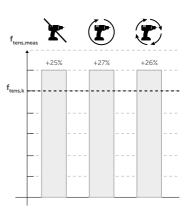
ZUGFESTIGKEIT

Die Zugfestigkeiten von nie verwendeten Schrauben (Referenzmuster) wurden mit den Zugfestigkeiten von Schrauben verglichen, die in Holzelementen montiert wurden (mit Schraubern eingedreht und dann mit anderen Schraubern herausgezogen). Die Zugfestigkeit hängt nicht von der Art der Montage ab: Wie in der nebenstehende Grafik dargestellt, sind die Unterschiede, die weniger als 2 % betragen, vermutlich auf die eigene Variabilität der verwendeten Holzelemente und nicht auf den verwendeten Schrauber zurückzuführen.





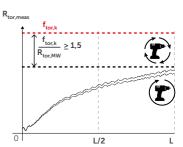




DREHMOMENT BEIM EINSCHRAUBEN

Die Verwendung eines Impuls-/Schlagschraubers bewirkt keine wesentlichen Änderungen des Einschraubwiderstands im Vergleich zur Montage mit dem "Standard"-Schrauber. Das charakteristische Torsionsverhältnis (ftork / Rtor MW) liegt immer innerhalb der Grenzen der Norm.





ACCREDITED TEST REPORT (202011-0088) "Influence on the tension strength vices "auf der Website www.rothoblaas.de



HOLZ-HOLZ-

VERBINDUNG



Bei Schrauben, die in Holz-Holz-Verbindungen (Softwood) eingesetzt werden, kann auch ein Impuls-/ Schlagschrauber für die Montage verwendet werden.



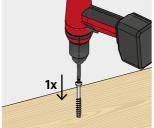


Eine fachkundige Montage garantiert die strukturellen Leistungen und relativen Festigkeiten der selbstbohrenden Schrauben mit Teil- oder Vollgewinde in Holz-Holz- und Metall-Holz-Verbindungen.



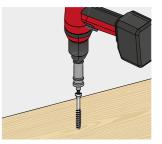
Schraubenkopf nicht in das Holz einhämmern.

Die Schraube kann nicht wiederverwendet werden.



Im Allgemeinen empfiehlt es sich, den Verbinder in einem einzigen Arbeitsgang einzuführen, ohne

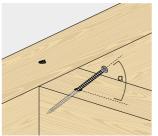
Stopps und Neustarts, welche die Schraube überbeanspruchen könnten.

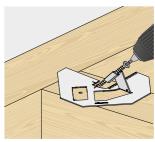


Die passende Größe und den geeigneten Einsatztyp wählen. Es ist möglich, das Einschraubwerkzeug CATCH oder CATCHL von Rothoblaas zu verwenden, um zu gewährleisten, dass der Einsatz während der Montage in der Aussparung des Schraubenkopfes bleibt.



Zur Gewährleistung der korrekte Mon- Auf den Eindrehwinkel achten. tagerichtung wird eine Pilotbohrung empfohlen.





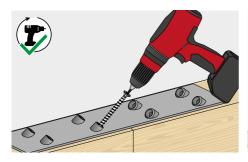
Es empfiehlt sich die Verwendung der Montagelehre JIG VGZ 45°.

METALL-HOLZ-

VERBINDUNG

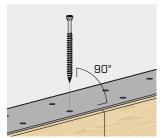


Die Schraube darf keiner extremen Beanspruchung ausgesetzt sein, daher ist ein heftiger Kontakt mit der Platte zu vermeiden. Es kommt zu Überspannungen, die selbst nach der Montage ein Versagen verursachen können.

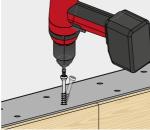




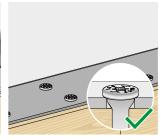
Es ist schwierig, mit dem Impuls-/Schlagschrauber den genauen Anschlagpunkt zu bestimmen. Ferner wird die Schraube nicht durchgehend beansprucht, sodass von der Verwendung des Impuls-/Schlagschraubers abzuraten ist.



Auf den Eindrehwinkel achten.



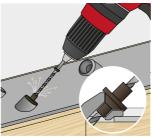
Nicht verbiegen.



Vollständigen Kontakt zwischen gesamter Schraubenkopffläche und Metallelement sicherstellen.



tagerichtung wird eine Pilotbohrung Montagelehre JIG VGU in Kombination Montagelehre JIG VGZ 45°. empfohlen.



mit der Unterlegscheibe VGU.



Zur Gewährleistung der korrekte Mon- Es empfiehlt sich die Verwendung der Es empfiehlt sich die Verwendung der

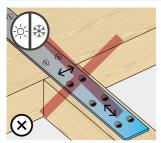
METALL-HOLZ-

VERBINDUNG

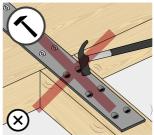


MONTAGEBESCHREIBUNG

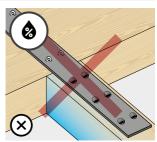
EINSATZBEDINGUNGEN





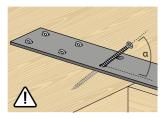


Beanspruchungen

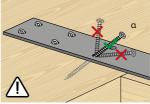


Eine Schrumpfung oder Quellverformung der Holzelemente aufgrund von Feuchtigkeitsschwankungen vermeiden.

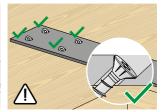
EINSCHRAUBEN



Auf den Eindrehwinkel achten.



Nicht verbiegen.



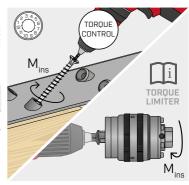
Die Montage muss so erfolgen, dass sich die Beanspruchungen gleichmäßig auf alle angebrachten Schrauben verteilen.

KLEMMUNG

Es empfiehlt sich die Verwendung von "Standard"-Schraubern, wobei die korrekte Klemmung mit einem Drehmomentschlüssel sicherzustellen ist. Wahlweise können auch Schrauber mit Drehmomentkontrolle eingesetzt werden, um punktuelle und konzentrierte Belastungen zu vermeiden.

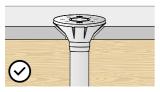
Empfohlene Drehmomentwerte:

Linpromen	c Di ciiiiioii	iciitwei te.				
	VGS Ø9	VGS Ø11 L < 400 mm				
M _{ins} [Nm]	20	30	40	50		
	HBS PL	Ø8 HBS	PL Ø10	HBS PL Ø12		
Mins [Nm]	25		35	50		

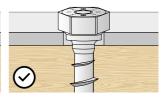


NACHBEARBEITUNGEN

Als Faustregel gilt, dass die gesamte Oberfläche des Schraubenkopfes mit dem Metallelement in Kontakt sein muss.



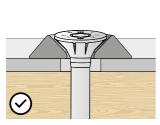


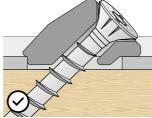


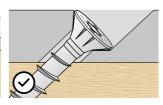
Versenktes Loch.

Zylinderförmige Bohrung

Zylinderförmige Bohrung.







Senkscheibe

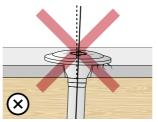
Schräge VGU-Unterlegscheibe

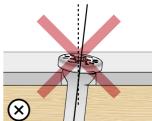
Geneigte versenkte Bohrung



DARAUF SOLLTEN SIE UNBEDINGT ACHTEN

Der große Tellerkopf ist ein kritisches Element bei der Metall-Holz-Anwendung und wird daher nicht empfohlen. Eine nicht perfekte Komplanarität zwischen dem Metallsitz und dem Schraubenkopf kann zu punktuellen Spannungskonzentrationen führen, wodurch es zu örtlich begrenzten Versagenserscheinungen kommt.

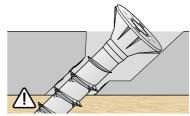




BOHRUNG IN DER PLATTE

Der Durchmesser der Bohrung in der Platte muss immer größer sein als der Außendurchmesser der Schraube, sodass das Gewinde beim Einschrauben nicht beschädigt wird und der Verbinder den vorgesehenen Widerstand aufweist.

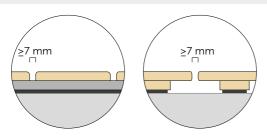
Sicherstellen, dass die Schraube beim Eindrehen nicht in Kontakt mit dem Metallelement gerät.



KONSTRUKTIONSVORSCHRIFTEN: DECKING

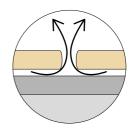
Die Liebe zum Detail sichert Langlebigkeit, ästhetisches Äußeres und Stabilität der Beschichtung. Sie vermeidet außerdem Probleme durch Fäulnis, Risse und Verformungen.

ABSTAND ZWISCHEN DEN BRETTERN



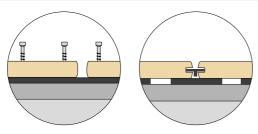
- Ermöglichung der Holzbewegung
- Vermeidung von Wasseransammlung und Fäulnis auf der Stirnseite der Bretter
- Vermeidung von Schmutzansammlungen

HINTERLÜFTUNG



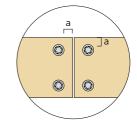
- Vermeidung von Wasser- und Feuchtigkeitsansammlungen
- Ermöglichung der Holzbewegung
- Vermeidung eines direkten Kontakts zwischen den Elementen

AUSWAHL DER BEFESTIGUNGEN



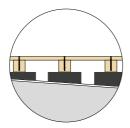
- Gewährleistung von Ästhetik
- Verdeckte oder sichtbare Befestigung

POSITIONIERUNG DER BEFESTIGUNGEN



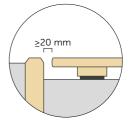
- Vermeidung von Rissen in den Brettern
- Gewährleistung der statischen Anforderung

STATISCHE FESTIGKEIT DER BESCHICHTUNG



- Gewährleistung von Sicherheit und Stabilität
- Bildung eines geeigneten Achsabstands zwischen den Elementen der Unterkonstruktion (40÷60 cm)
- Überprüfung der ausreichenden Nivellierung der Unterkonstruktion
- Verwendung des gleichen Materials für Beschichtung und Unterkonstruktion

SEITLICHER ABSTAND



- Ermöglichung der Holzbewegung
- Vermeidung von Wasseransammlung
- Vermeidung einer lokalisierten Feuchtigkeitszunahme im Holz
- · Vermeidung von Schmutzansammlungen

Die richtige Auswahl der Holzart und der Qualität des Bretts auf der Grundlage der Konstruktionsanforderungen verhindert das Auftreten von Quellund Schwindverformung, Verwerfungen. Diese Phänomene können die korrekte Funktion des Befestigungssystems beeinträchtigen.

Terrassen: Wahl der richtigen Schraube und Schraubeitung Montageanleitung

BAUZEITPUNKT



3 JAHRE SPÄTER



ROTHOBLAAS EMPFIEHLT







CRAB MAXI DIELENZWINGE

- ▶ Feinjustierung über den drehbaren Handgriff
- ▶ Zum Spannen von jeweils 5 bis 7 Dielen
- ▶ Spannweite von 200 bis 770 mm



STAR **DISTANZHALTER-STERN**

- ▶ die 5 gängigsten Größen in nur einem Instrument
- ► Gleichmäßige Fugen
- ▶ Stärke von 4 bis 8 mm





AUSSENBEREICH: Alles, was Sie für die Planung und die Gestaltung von bereich auf unserer Website oder fordern Sie beim Vertriebsmitarbeiter Ihres Vertrauens den Katalog an. www.rothoblaas.de



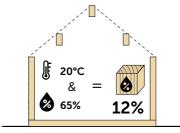
KONSTRUKTIONSVORSCHRIFTEN: BAUSTELLE

Während des Transports, der Lagerung und der Montage sollten die Holzelemente geschützt werden, um ihre Feuchteschwankungen auf ein Minimum zu reduzieren.

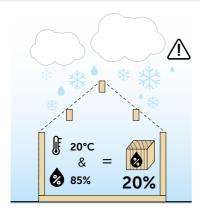
Baustelle: Best Practices zur Verneidung von Feuchtigkeit

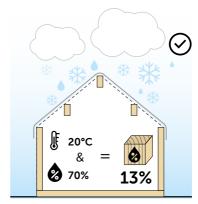
BAUPHASE: laufende Bauarbeiten

Bei der Montage weisen die Holzelemente einen Feuchtigkeitsgehalt auf, der mit dem des Werks, in dem sie hergestellt wurden, kompatibel ist.



ZWISCHENPHASE: Die Konstruktion ist Witterungseinflüssen ausgesetzt





ohne die richtigen Produkte

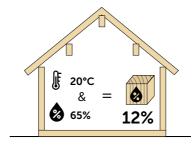
mit den richtigen Produkten

Wenn sie nicht angemessen geschützt ist, führt der Anstieg der Luftfeuchtigkeit bei Regen zu einer erheblichen Steigerung der Restfeuchte der Holzelemente.

ABGESCHLOSSENE ARBEITEN: fertige Konstruktion

Die Elemente befinden sich im Gleichgewicht mit den endgültigen Umgebungsbedingungen.

Der Schutz der Konstruktion vor Witterungseinflüssen sowie Schutzvorkehrungen während der Bauphase im Allgemeinen und bei Verbindungen im Besondern sorgen dafür, dass die Festigkeit des Bauwerks nicht beeinträchtigt wird.



ROTHOBLAAS EMPFIEHLT

CAP TOP **ABDECKPLANE**





- ▶ Jede Größe ist mit einem verstärkten. Hubhaken für eine leichtere Montage ausgestattet.
- ▶ Mit den Metallösen zur Befestigung kann die Abdeckplane Meter für Meter auf dem Dach befestigt werden.
- ▶ Das hohe Flächengewicht und der Materialtyp garantieren eine hohe mechanische Festigkeit und eine lange Lebensdauer.
- ▶ Zur Befestigung muss die Plane stets an allen Ösen verankert werden, sodass die Windlast sich auf möglichst viele Ösen verteilt.



TRASPIR ADHESIVE 260 HOCHDIFFUSIONSOFFENE SELBSTKLEBENDE BAHN



▶ SELBSTKLEBEND

Aufgrund der innovativen Formel des Klebstoffs der neuesten Generation gewährleistet die Bahn eine gute Haftung auch auf rauem OSB.

▶ SICHERE ABDICHTUNG

Die Klebefläche verhindert die Bildung von Luftströmungen hinter der Bahn bei vorübergehender Beschädigung oder fehlender Abdichtuna.

▶ DIFFUSIONSOFFEN

Dank des patentierten Klebstoffs bleibt die Bahn selbst bei vollständiger Verklebung völlig diffusionsoffen.



BYTUM SLATE 3500

SELBSTKLEBENDE ELASTO-**MERBITUMENBAHN** MIT SCHIEFERBESCHICHTUNG



▶ EINFACHE VERLEGUNG

Aufgrund seiner Schieferoberfläche ist BYTUM SLATE 3500 an Neigungen bis 5° als Unterdachelement einsetzbar und mit Mörtel und Schaum kompatibel.

▶ GROSSES SORTIMENT

Erhältlich in 4 Farben für unterschiedliche Anwendungsbereiche und ästhetische Anforderungen.

► FLEXIBILITÄT

Garantierte Flexibilität und Verarbeitbarkeit auch bei niedrigen Temperaturen dank des mit Polymeren modifizierten bituminösen Gemisches.



SCHRAUBER

Schrauber passt an besten zu neinen Schrauben?

Die Wahl des Schraubers hängt von der Art und Größe der Schraube, der Anwendung und vom Werkstoff ab.

KLEINE SCHRAUBEN | Ø3.5-Ø10



- Universell für vielfältige Anwendungen einsetzbar
- Ideal auf der Baustelle dank Akkusystem
- Umschaltbare Schlagfunktion und Einstellung der maximalen Torsionskraft für präzises Arbeiten

ROTHOBLAAS EMPFIEHLT



GROSSE SCHRAUBEN | Ø8-Ø12



- · Leistungsstarker Bohrschrauber für Konstruktionsschrauben
- Im ersten Gang können Verbinder, auch solche mit großer Länge, eingeschraubt werden
- Im zweiten Gang (hohe Drehzahl) können sowohl Holz- als auch Stahlelemente gebohrt werden

ROTHOBLAAS EMPFIEHLT



VERBINDER | Ø11-Ø20



- · Leistungsstarker und robuster 2000 W Motor mit Rechts-/Linkslauf für ein sehr hohes Drehmoment im 1. Gang (>250 Nm)
- Mit entsprechenden Adaptern können Gewindestangen oder sehr lange Schrauben in das Holz eingesetzt werden

ROTHOBLAAS EMPFIEHLT





Die Rotho Blaas GmbH, die als technisch-kommerzielle Dienstleistung im Rahmen der Verkaufsaktivitäten indikative Werkzeuge zur Verfügung stellt, garantiert nicht die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften und/oder die Übereinstimmung der Daten und Berechnungen mit dem Entwurf.

Rotho Blaas GmbH verfolgt eine Politik der kontinuierlichen Weiterentwicklung seiner Produkte und behält sich daher das Recht vor, deren Eigenschaften, technische Spezifikationen und andere Unterlagen ohne Vorankündigung zu ändern.

Der Benutzer oder verantwortliche Planer ist verpflichtet, bei jeder Nutzung die Übereinstimmung der Daten mit den geltenden Vorschriften und dem Projekt zu überprüfen. Die letztendliche Verantwortung für die Auswahl des geeigneten Produkts für eine bestimmte Anwendung liegt beim Benutzer/Designer.

Die aus den "experimentellen Untersuchungen" resultierenden Werte basieren auf den tatsächlichen Testergebnissen und sind nur für die angegebenen Testbedingungen gültig.

Rotho Blaas GmbH garantiert nicht und kann in keinem Fall für Schäden, Verluste und Kosten oder andere Folgen, aus welchem Grund auch immer (Mängelgewährleistung, Garantie für Fehlfunktionen, Produkt- oder Rechtshaftung usw.), die mit dem Gebrauch oder der Unmöglichkeit des Gebrauchs der Produkte zu welchem Zweck auch immer; mit der nicht konformen Verwendung des Produkts zusammenhängen, verantwortlich gemacht werden;

Rotho Blaas GmbH haftet nicht für eventuelle Druck- und/oder Tippfehler. Bei inhaltlichen Unterschieden zwischen den Versionen des Katalogs in den verschiedenen Sprachen ist der italienische Text verbindlich und hat Vorrang vor den Übersetzungen.

Die Abbildungen enthalten teilweise nicht inbegriffenes Zubehör. Alle Abbildungen dienen lediglich illustrativen Zwecken. Die Verpackungseinheiten können variieren.

Dieser Katalog ist alleiniges Eigentum der Rotho Blaas GmbH. Die Vervielfältigung, Reproduktion oder Veröffentlichung, auch nur auszugsweise, ist nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung durch Rotho Blaas gestattet. Jeder Verstoß wird strafrechtlich verfolgt.

Die allgemeinen Einkaufsbedingungen der Rotho Blaas GmbH sind auf der Website www.rothoblaas.de zu finden.

Alle Rechte vorbehalten. Copyright © 2025 by Rotho Blaas GmbH Grafik © Rotho Blaas GmbH

Rotho Blaas GmbH

Etschweg 2/1 | I-39040, Kurtatsch (BZ) | Italien Tel: +39 0471 81 84 00 | Fax: +39 0471 81 84 84 info@rothoblaas.com | www.rothoblaas.com







