

*Smartbook*  
**SCHRAUBEN**

**rothoblaas**

Solutions for Building Technology



# 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

---

Die richtige Schraube  
für jede Anwendung





**THEORIE**

# KORROSION

## ATMOSPHERISCHE 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  $C_E$ -Kategorie beschrieben, die auf der Kategorie C nach Norm EN ISO 9223 basiert.

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

C



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.

SC



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  $T_E$ -Kategorie entsprechend den Angaben bestimmt.

Die korrosive Wirkung des Holzes betrifft nur den Teil des Verbinders, der in das Holzelement eingelassen ist.

T



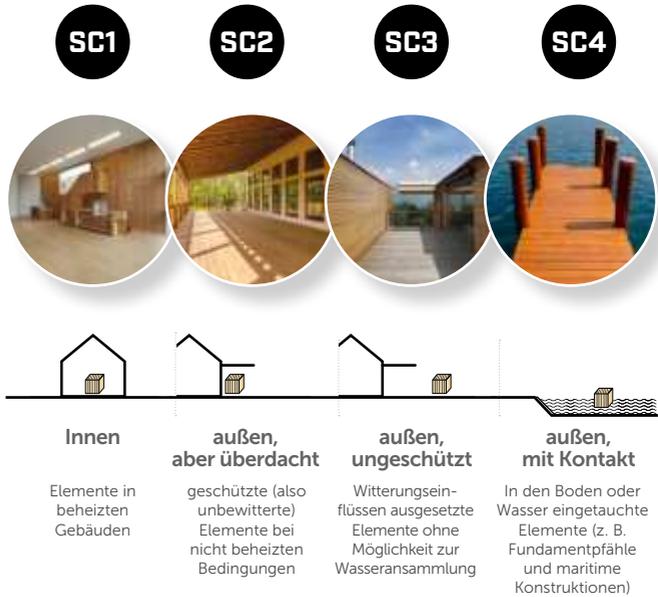
pH-Wert Holz



Holzfeuchtigkeit

# NUTZUNGSKLASSEN - SC

[gemäß neuer Generation des Eurocodice 5 (prEN 1995-1-1)<sup>(6)</sup>]



## LUFTFEUCHTIGKEIT UND HOLZFEUCHTIGKEIT

### Jahresdurchschnitt<sup>(2)</sup>

relative Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft



50%

75%

85%

<sup>(3)</sup>

korrelierende Holzfeuchtigkeit<sup>(4)(5)</sup>



(10%)

(16%)

(18%)

gesättigt

### Max. Wert<sup>(1)</sup>

relative Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft



65%

85%

95%

<sup>(3)</sup>

korrelierende Holzfeuchtigkeit<sup>(4)(5)</sup>



(12%)

(20%)

(24%)

gesättigt

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

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

<sup>(3)</sup> Der Feuchtigkeitsgehalt der Elemente aus SC4 (meist vollständig gesättigt) wird durch das umgebende Element (z. B. Boden oder Wasser) beeinflusst.

<sup>(4)</sup> Der Feuchtigkeitsgehalt gilt möglicherweise nicht für LVL oder Produkte aus Holzwerkstoffplatten.

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

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

# ATMOSPHERISCHE KORROSIONSKATEGORIEN - C

[nach EN 14592:2022 entsprechend EN ISO 9223]

## UMGEBUNG

C1



C2



## FEUCHTIGKEIT



seltene Kondensation



seltene Kondensation

## EXPOSITION GEGENÜBER CHLORIDEN

Chlorid-Ablagerungsrate  
[mg/m<sup>2</sup>d]

> 10 km  
von der Küste

≤ 3



## EXPOSITION GEGENÜBER SCHADSTOFFEN

Verschmutzungsgrad  
Schwefeldioxidgehalt  
[µg/m<sup>3</sup>]

sehr niedrig

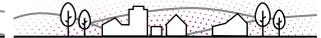
circa 0

niedrig

< 5



Wüsten, zentrale Arktis/Antarktis



ländliche Gebiete mit geringer  
Umweltverschmutzung, kleine Städte

C3



C4



C5



gelegentliche Kondensation



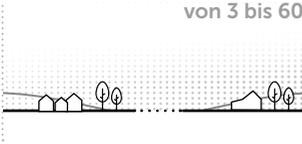
häufige Kondensation



durchgehende Kondensation

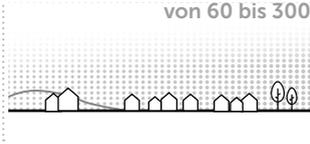
von 10 bis 3 km  
von der Küste

von 3 bis 60



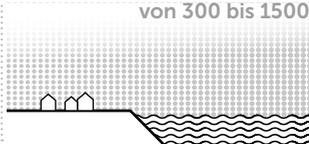
von 3 bis 0,25 km  
von der Küste

von 60 bis 300



< 0,25 km  
von der Küste

von 300 bis 1500



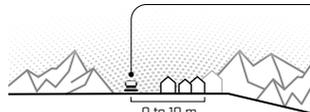
von 10 bis 100 m  
von der Straße mit Frostschutzmitteln

10 to 100 m



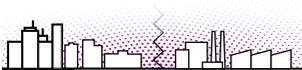
von 0 bis 10 m  
von der Straße mit Frostschutzmitteln

0 to 10 m



**mittel**

von 5 bis 30



städtische und industrielle Gebiete mit mittlerer Umweltverschmutzung

**hohe**

von 30 bis 90



städtische und industrielle Gebiete mit starker Umweltverschmutzung

**sehr hoch**

von 90 bis 250



Umgebung mit sehr hoher industrieller Verschmutzung

# KORROSIVITÄTSKATEGORIEN DES HOLZES - T

[Nach EN 14592:2022]



## 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



alle

## HOLZ- BEHANDLUNG

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



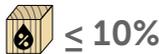
unbehandeltes und  
behandeltes Holz



unbehandeltes und  
behandeltes Holz

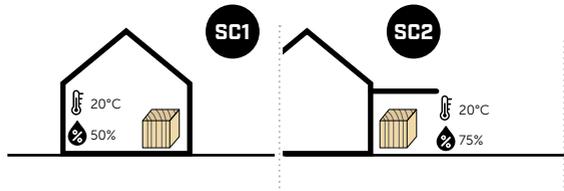
## FEUCHTIGKEITSGEHALT

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



## NUTZUNGSKLASSE

Der Umgebung, in die das Holzelement eingefügt ist



T3



pH > 4  
„Standard“-Hölzer  
niedriger Säuregehalt

T4



pH ≤ 4  
„aggressive“ Hölzer  
hoher Säuregehalt

T5



alle



nur  
unbehandeltes Holz



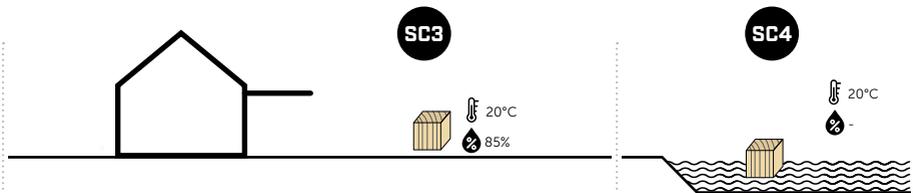
unbehandeltes und  
behandeltes Holz



unbehandeltes und  
behandeltes Holz

16% <  ≤ 20%

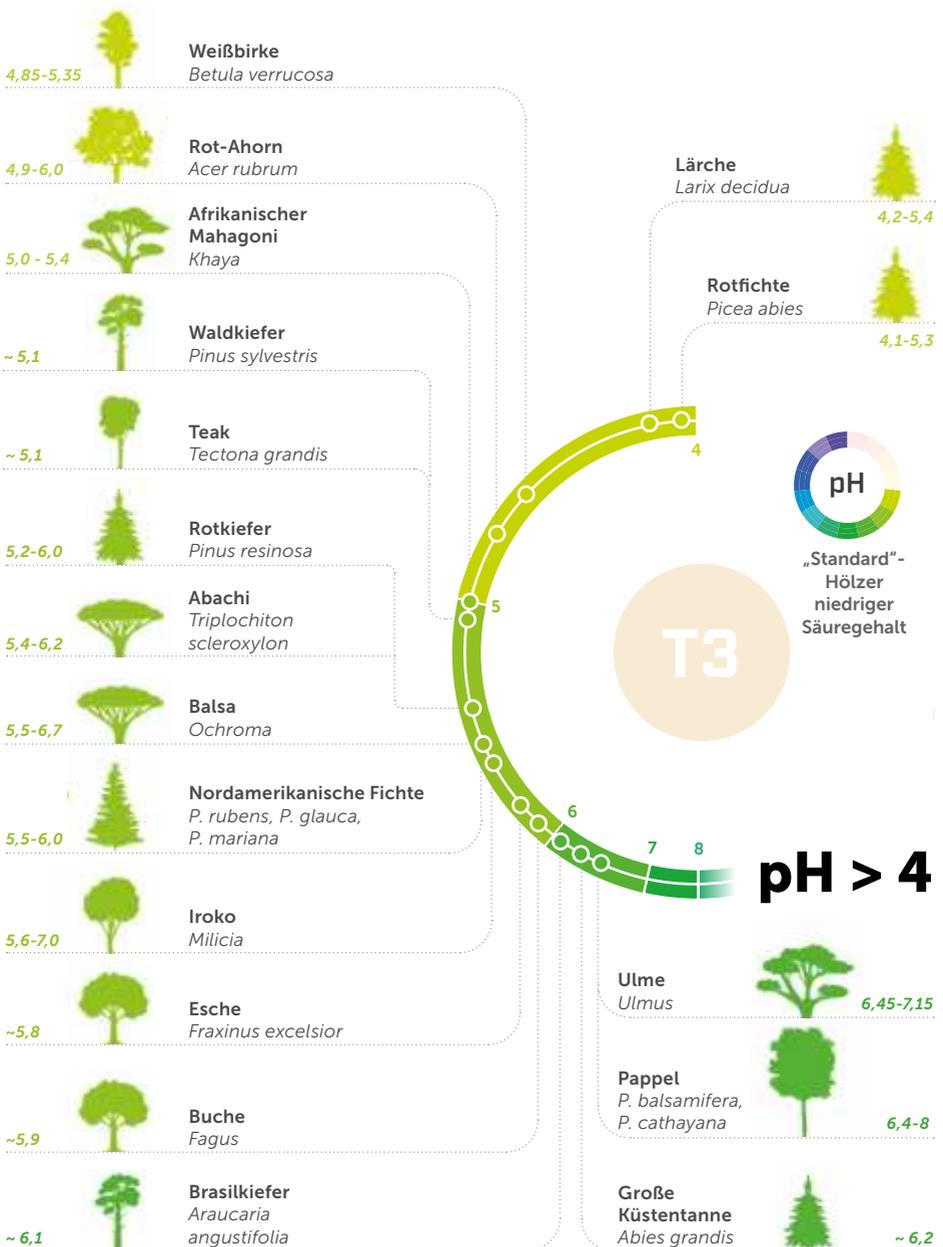
 > 20%



# 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.



Welche Hölzer sind besonders aggressiv?  
Das hängt vom pH-Wert ab!

3,3 - 5,8  
  
**Douglasie**  
*Pseudotsuga menziesii*

3,1-4,4  
  
**Blaue Douglasie**  
*Pseudotsuga taxifolia*

3-3,7  
  
**Jarrah**  
*Eucalyptus marginata*

2,5-3,5  
  
**Riesen-Lebensbaum**  
*Thuja plicata*

**Säuleiche**  
*Quercus robur* 3,4-4,2  


**Europäische Kastanie**  
*Castanea sativa* 3,4-3,7  


**Wärmebehandelte Buche**  
 ~ 3,4  


**Ostafrikanischer Wachholder**  
*Juniperus procera* ~ 3,5  


**Framire**  
*Terminalia ivorensis* 3,5-4,1  


**Afrikanisches Padouk**  
*Pterocarpus soyauxii* 3,7-5,6  


**See-Kiefer**  
*Pinus pinaster* ~ 3,8  


**Roteiche**  
*Quercus rubra* 3,8-4,2  

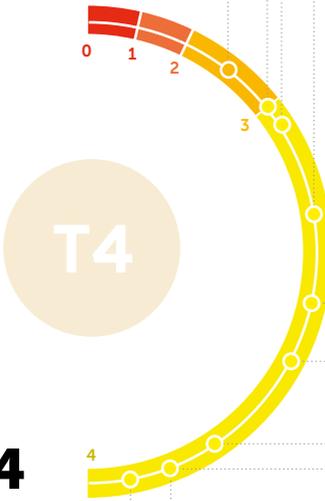

**Weiß-Eiche**  
*Quercus alba* 3,8-4,2  


**Färber-Eiche**  
*Quercus nigra* ~ 3,9  


**Eiche**  
*Quercus petraea* ~ 3,9  




„aggressive“  
Hölzer  
hoher  
Säuregehalt



**pH ≤ 4**

~ 3,9  
  
**Amerikanische Schwarzkirsche**  
*Prunus serotina*

# TANNINE und pH

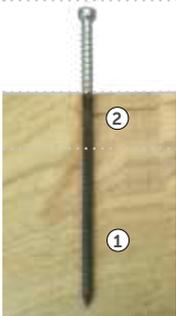
*Schutz  
oder Korrosion?*

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

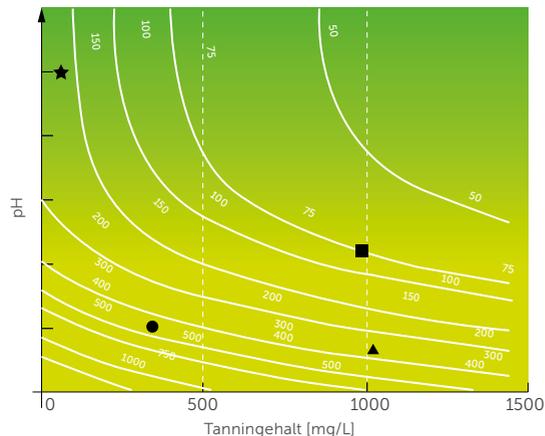
Verbinder:	Vollgewindeschraube		Außen keine Korrosion	
coating:	galvanische Verzinkung (≈ 10 µm)		unter der Oberfläche starke Korrosion	— Tannine
Holz:	Stech-Eiche			
Expositionszeit:	6 Monate			
Nutzungsklasse [SC]:	SC3			
Atmosphärische Korrosivitätskategorie [C]:	C2		im Holz geringe Korrosion	+ Tannine
Korrosivitätskategorie des Holzes [T]:	T4			

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 erkennen.
- 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<sup>(1)</sup>



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
- Kiefer
- Akazie
- ★ Ulme

<sup>(1)</sup> 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

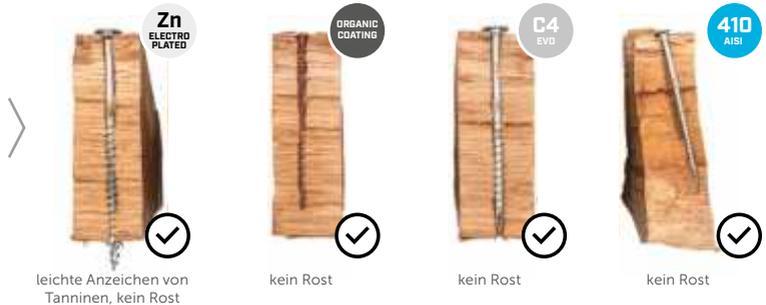
Holz:	Eiche
Expositionszeit:	12 Monate
Nutzungsklasse [SC]:	SC3
Atmosphärische Korrosivitätskategorie [C]:	C2
Korrosivitätskategorie des Holzes [T]:	T4



## ERGEBNISSE:



nach  
1 Monat



nach  
10 Monaten



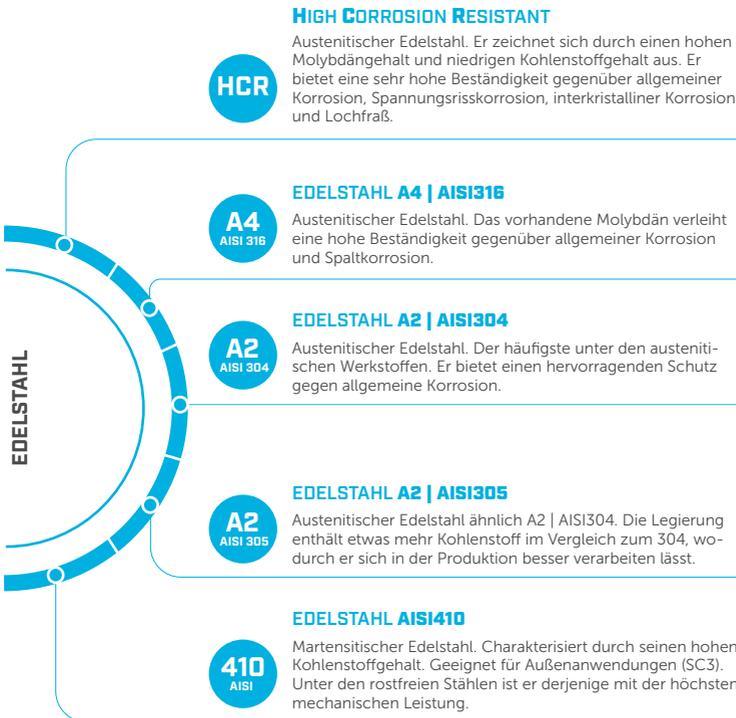
# STÄHLE UND BESCHICHTUNG

*Der beste Kompromiss  
zwischen Korrosionsbeständigkeit  
und mechanischer Festigkeit*



KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT

MECHANISCHE FESTIGKEIT



KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT

MECHANISCHE FESTIGKEIT

Ästhetische und gestalterische Anforderungen:  
Alle Verbinder des Sortiments



HCR	A4 AISI316	A2 AISI304	C4 EVO		Zn ELECTRO PLATED	
HBS HCR	SCI A4	SCI A2	HBS EVO	VGS EVO	HBS	VGS



A2 AISI304	AISI410	C4 EVO	ORGANIC	Zn ELECTRO PLATED	
KKZ A2	KKA AISI410	VGZ EVO	KKAN	VGZ	



AISI410	A4 AISI316	C4 EVO	Zn ELECTRO PLATED
KKF AISI410	HBS PLATE A4	HBS PLATE EVO	HBS PLATE



A2 AISI304	AISI410	Zn ELECTRO PLATED
SHS	SHS AISI410	HBS HARDWOOD



C4 EVO	Zn
TBS EVO	TBS



A4 AISI316	ORGANIC
KKT A4	KKT

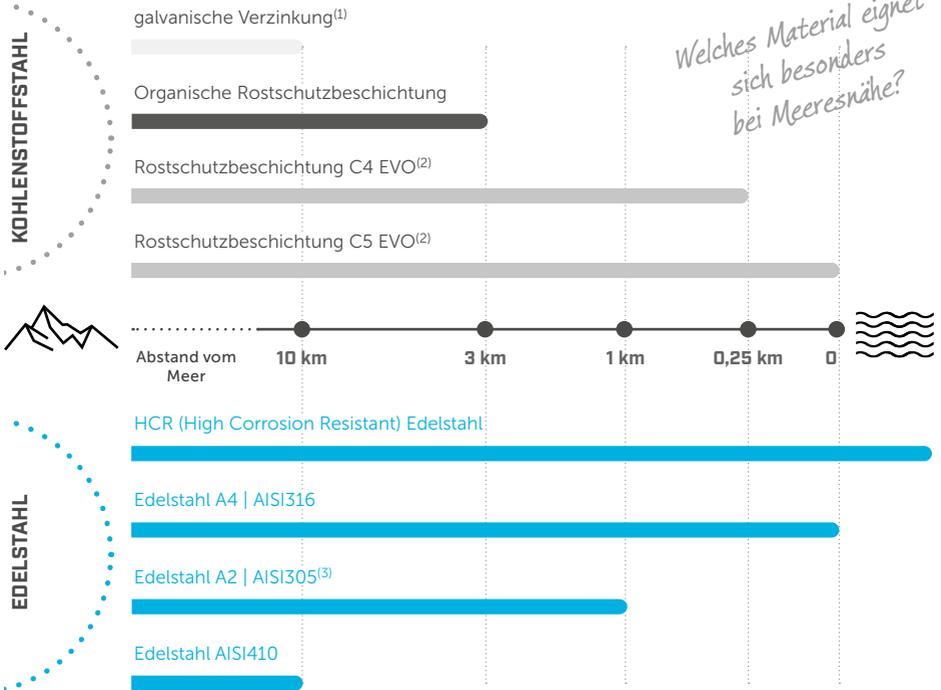


A2 AISI304	AISI410
EWS A2	EWS AISI410

# ABSTAND VOM MEER

## BESTÄNDIGKEIT GEGEN CHLORIDEINWIRKUNG

Gegenüberstellung der atmosphärischen Korrosionsbeständigkeit zwischen verschiedenen Beschichtungstypen auf Zinkbasis und verschiedenen Arten von Edelmetallen, 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).



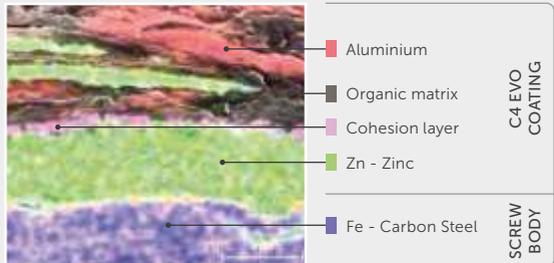
<sup>(1)</sup> Nur für Expositionsbedingungen in geschützten Außenbereichen.

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

<sup>(3)</sup> A2 AISI304: Bei vollständig Regen ausgesetztem Metall.

**C4 EVO** ist eine Mehrlagenbeschichtung, bestehend aus:

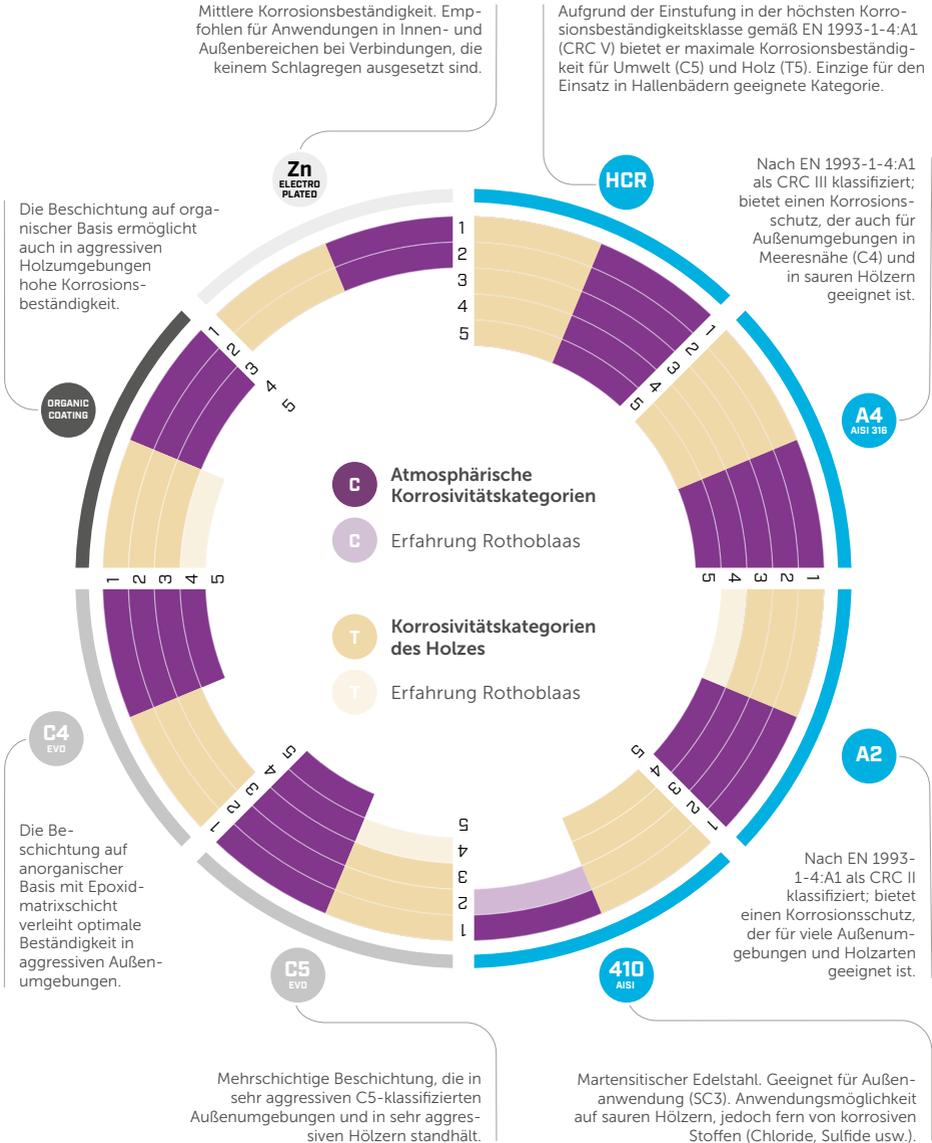
- Einer äußeren, etwa 15-20 µm dünnen Funktionsschicht mit Epoxidmatrix und Aluminiumflakes, die der Beschichtung optimale Beständigkeit gegen mechanische und thermische Beanspruchungen verleiht. Die Aluminiumflakes dienen bei Bedarf als kathodisches Operelement für das Grundmetall der Schraube.
- Einer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



# WAHL DES MATERIALS UND DER BESCHICHTUNG

## KORROSIONSBESTÄNDIGKEIT

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



<sup>(1)</sup> 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 man 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.

*Start*

3 einfache Schritte zur besten Lösung



Wahl des Materials und der Beschichtung der Metallplatte **2**

**LOCK T EVO**  
VERDECKTER HOLZ-HOLZ VERBINDER FÜR DEN AUSSENBEREICH

**LOCK EVO**

Wahl des Materials und der Beschichtung der Befestigung abhängig von der Verträglichkeit mit der Umgebung und der Platte **3**

**HBS PLATE EVO**  
SCHRAUBE MIT KEGLUNTERKOPF

**C4 EVO**

**1** Bestimmung der verschiedenen Klassen/Kategorien (atmosphärische Korrosivität, Nutzung, Holzkorrosivität) abhängig von der Umgebung



**BEISPIEL:**  
Direkten Witterungseinflüssen ausgesetzte Holzelemente in einer Umgebung in Meeresnähe

SC3 C4 T3

**STUFENKLAUSUR DER UMGEBUNGSBEDINGUNGEN\***

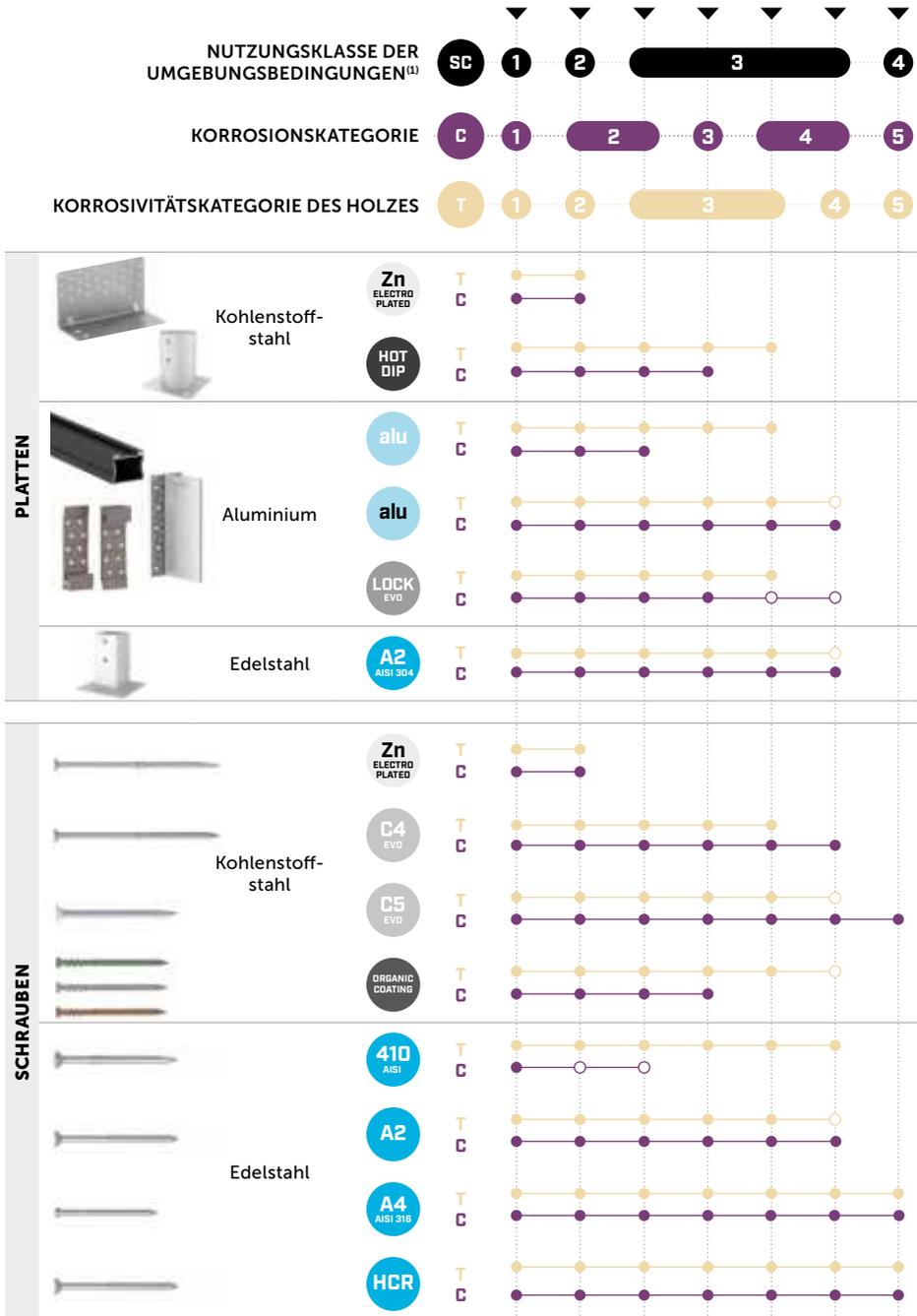
**KORROSIONSKATEGORIE**

**KORROSIONSKATEGORIE DES HOLZES**

Umweltbedingung	1	2	3	4	5
<b>PLATTEN</b>	SC3	C4	T3	SC3	C4
<b>SCHRAUBEN</b>	C4	C4	C4	C4	C4

**LEGENDE:**

- gesetzlich vorgesehene Verwendung
- Erfahrung Rothoblaas



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

<sup>(1)</sup> 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.

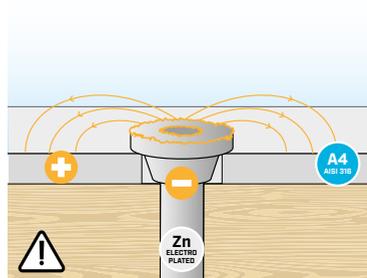
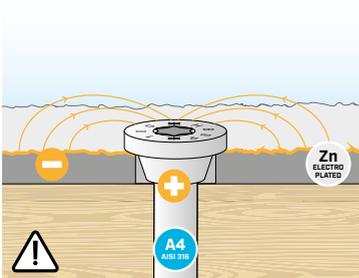
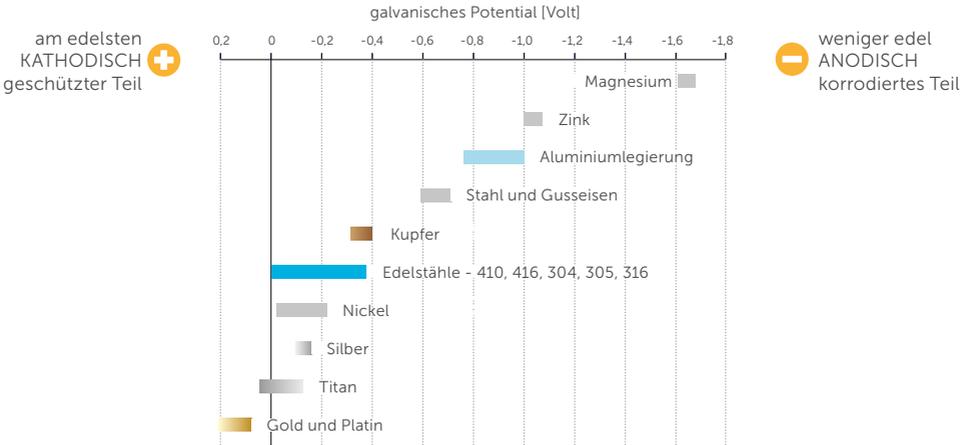
# GALVANISCHE KOPPLUNG

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

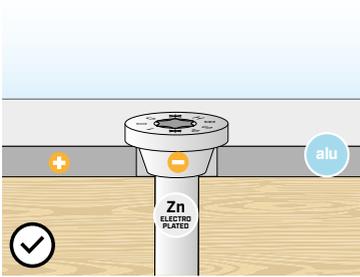


In diesen Fällen wird das am wenigsten edle Metall (Zn) aufgelöst (anodische Auflösung), während der edelste Teil (A4) nicht durch Korrosion angegriffen wird (fungiert als Kathode).

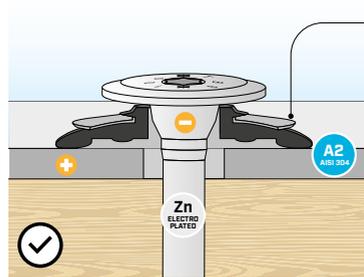
Wie vermeidet man Korrosion in den Verbindungen?

## VORBEUGUNG

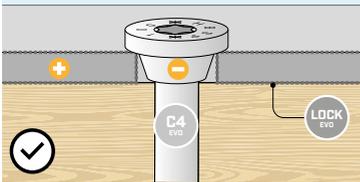
Um dem Risiko einer galvanischen Korrosion vorzubeugen oder dieses auf ein Minimum zu reduzieren, sind folgende Maßnahmen möglich:



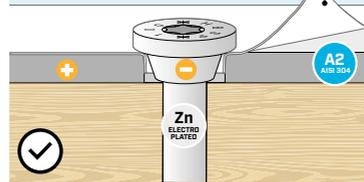
Ähnliche Materialien oder Materialien mit einer geringen Potentialdifferenz verwenden.



Die galvanische Kopplung zwischen den beiden Materialien trennen.



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



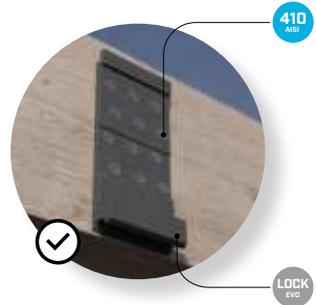
Verhindern, dass Feuchtigkeit mit beiden Metallen in Berührung kommt.



## 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.

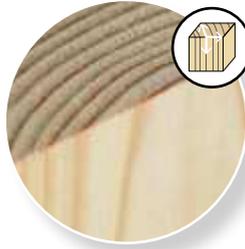
# QUELLEN UND SCHWINDEN

*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.



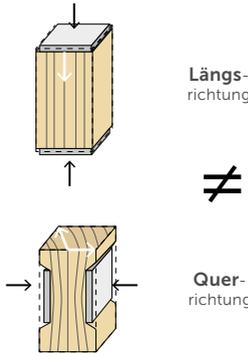
## ANISOTROPISCH

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

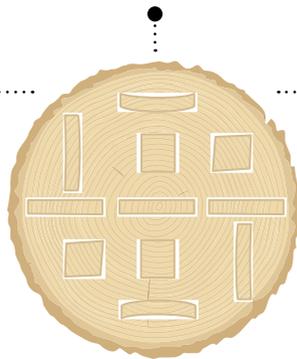


## UNGLEICHMÄSSIG

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



abhängig von der Holzart unterschiedliche Dichten



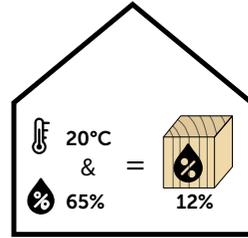
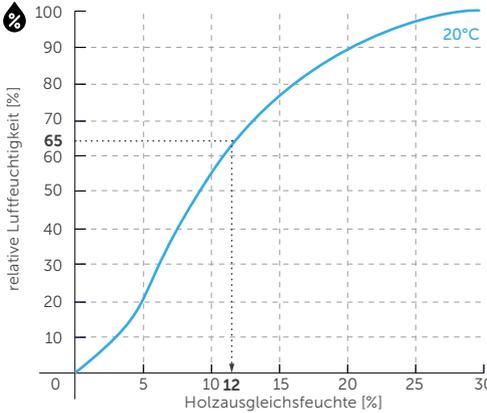
**UNTERSCHIEDLICHE GRÖSSENSCHWANKUNGEN**  
abhängig von Feuchtigkeitsschwankung, Faserrichtung und Holzart

# HYGROSKOPIE

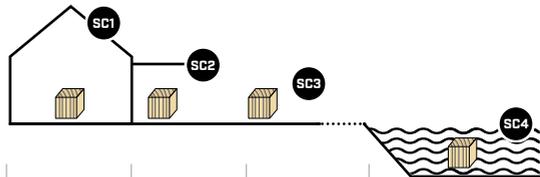
## RESTFEUCHTE

Holz stellt ein hygroskopisches Gleichgewicht mit seiner Umgebung her: Es gibt Feuchtigkeit ab oder nimmt sie auf, bis ein Gleichgewichtspunkt gefunden wird. Abhängig von den klimatischen Bedingungen der Umgebung (Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit) kann die Holzgleichsfeuchte bestimmt werden.

*Wie Feuchtigkeit das Verhalten von Holz beeinflusst*



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 %**.



relative Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft (Obergrenze)	65%	85%	95%	100%
Holzausgleichsfeuchte	12%	20%	24%	

In der Regel muss das Holz mit einem Feuchtigkeitsgehalt geliefert werden, der dem des fertigen Bauwerks so nah wie möglich kommt, um Schwankungen der Holzgleichsfeuchte 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 ( $k_{mod}$ ) angewendet werden, um dieses Phänomen zu berücksichtigen.

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

Massivholz EN 14081-1	Klasse der Lasteinwirkungsdauer	SC1	SC2	SC3	SC4
		Dauerhaft	0,60	0,60	0,55
Lang	0,70	0,70	0,60	0,55	
Mittel	0,80	0,80	0,70	0,65	
Kurz	0,90	0,90	0,80	0,70	
Sofort wirkend	1,10	1,10	1,00	0,90	

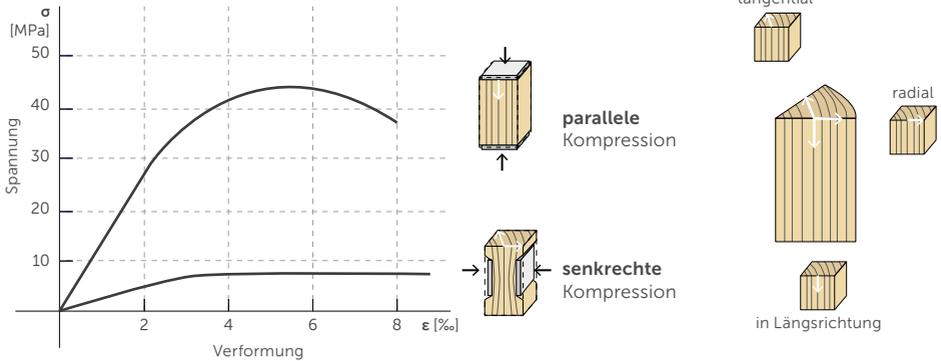
<sup>(1)</sup> Neue Generation Eurocodes prEN 1995-1-2 (n.a.)

# ANISOTROPIE UND HOLZARTEN

*Zellstruktur und ihr Einfluss auf das Verhalten von Holz*

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).

## Typische Spannungs-Dehnungskurven



## RICHTUNGSABHÄNGIGE MASSÄNDERUNGEN

Auch die Phänomene des Quellens 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:

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

### Beiwerte $k_{\text{sh/sw}}$ für Quell- und Schwindmaße<sup>(1)</sup>

bei einer Änderung des Restfeuchtegehalts um 1 % in Richtung:

	 Längs- richtung	 radiale Richtung	 tangentielle 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.

<sup>(1)</sup> CNR-DT 206 R1/2018

# QUELLEN: MASSABWEICHUNGEN

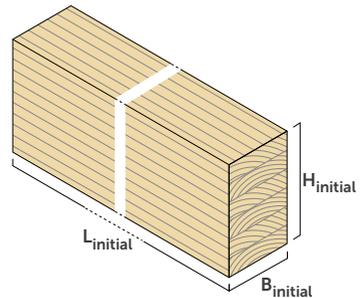
## TRÄGER AUS BRETTSCHICHTHOLZ

$L_{initial}$	Ausgangslänge	4000 mm
$B_{initial}$	Ausgangsbreite	120 mm
$H_{initial}$	Ausgangshöhe	200 mm
$V_{initial}$	Ausgangsvolumen	0,096 m <sup>3</sup>
<b>Material</b>	Holz GL24h ( $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$ )	

$u_{initial}$	Ausgangsfeuchte	10%
$u_{final}$	Endfeuchte	20%
$\Delta u$	Feuchtigkeitsschwankung	<b>10%</b>

	parallel	senkrecht
$k_{sh/sw}^{(1)}$	0,0001	0,0025

*Kleine  
Feuchtigkeitsschwankungen,  
große Verformungen*

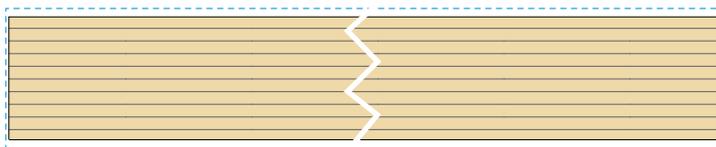


## MASSABWEICHUNGEN

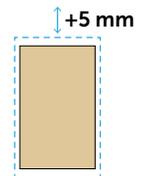
$L_{final}$	Endlänge	4004 mm
$B_{final}$	Endbreite	123 mm
$H_{final}$	Endhöhe	205 mm
$V_{final}$	Endvolumen	0,101 m <sup>3</sup>

<b>+4 mm</b>	<b>+0,1%</b>
<b>+3 mm</b>	<b>+2,5%</b>
<b>+5 mm</b>	<b>+2,5%</b>
<b>+0,005 m<sup>3</sup></b>	<b>+5,2%</b>

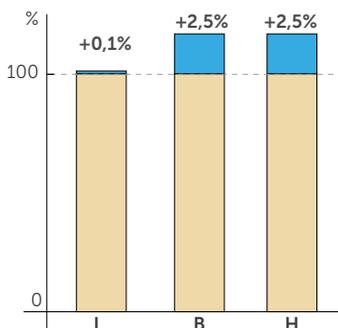
$\Delta u = 10\%$



+4 mm



+3 mm



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

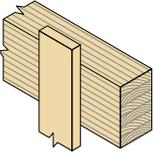
In der Regel liegt die Bautoleranz bei Holzkonstruktionen im Millimeterbereich: Unberücksichtigte Quellverformungen oder Schrumpfungen erzeugen **einen Anstieg der Spannung**, lokale Versagenserscheinungen oder Rissbildung.

<sup>(1)</sup> DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

# QUELLEN: STEIGERUNGEN DER BEANSPRUCHUNG

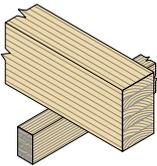
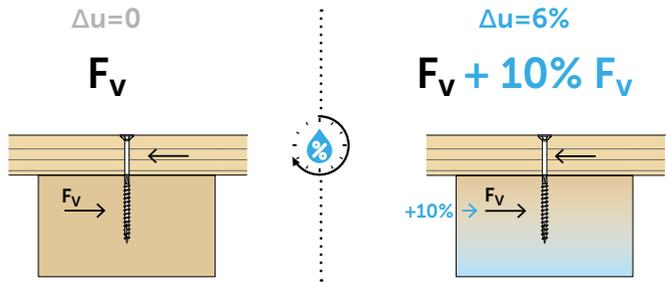
## HOLZ-HOLZ

Eine Änderung des Feuchtigkeitswerts innerhalb des Holzelements bewirkt eine zusätzliche Beanspruchung des Verbinders<sup>(1)</sup>.



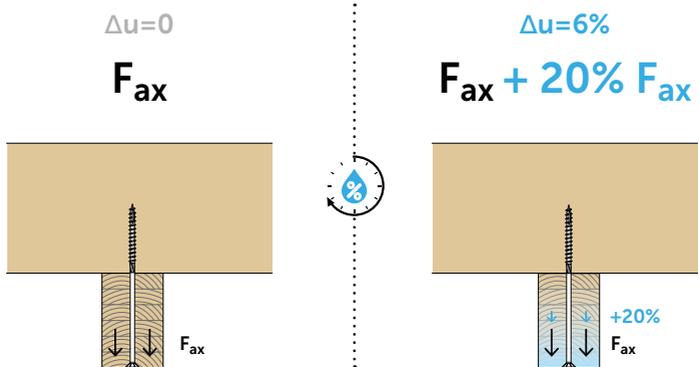
### SEITLICH BELASTETE SCHRAUBEN

Der Verbinder stellt eine Einschränkung für die freie Verformung des Holzes dar: Die Quellverformung ist mit einem Anstieg der Lochreibungskraft 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.

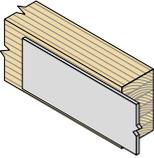


<sup>(1)</sup> DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 und DIN EN 1995-1-1:2010-12

Feuchtigkeitsschwankungen  
beeinflussen die Festigkeit  
der Verbindungen

## STAHL-HOLZ

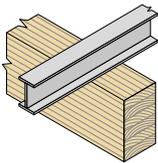
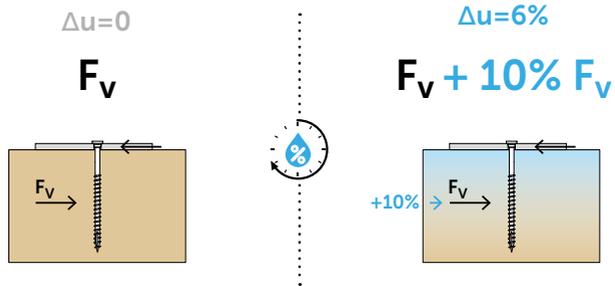
Das Metallelement stellt eine steife Begrenzung des Holzes dar und verhindert dessen Verformung durch Feuchtigkeitsschwankungen.



### SEITLICH BELASTETE SCHRAUBEN

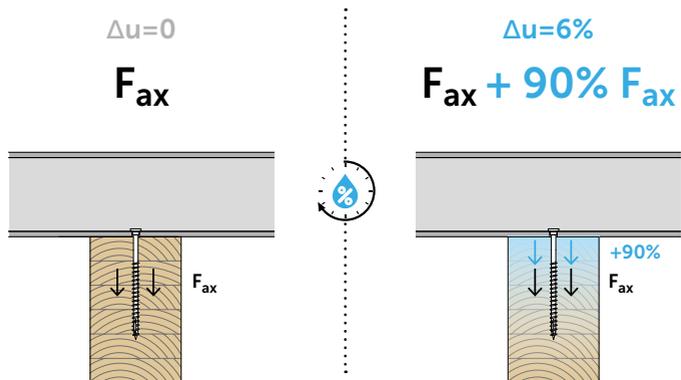
In Verbindung mit einer Metallplatte kann der Verbinder sich Materialverformungen weniger gut anpassen.

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.



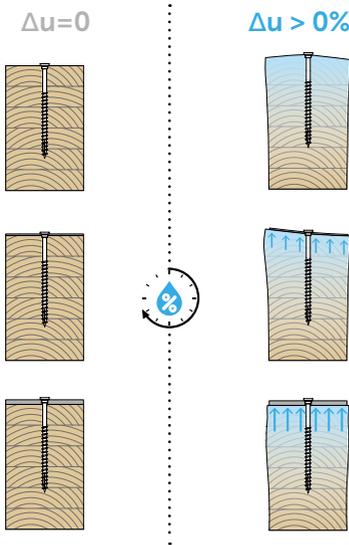
# QUELLEN: BEGRENZTE ELEMENTE

*Stahl-Holz:  
Vorsicht vor  
Beanspruchungen*

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

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.

## GUTE 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

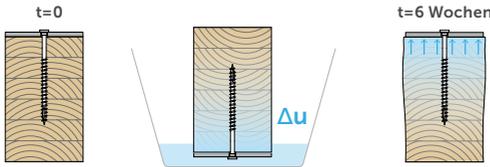
In unserem Labor wurde eine Versuchskampagne durchgeführt, um die Steigerung der Beanspruchung auf die Verbinder aufgrund von Feuchtigkeitsschwankungen im Holz zu bewerten.

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:



Ausgangskonfiguration

dünne  
Platte



dicke  
Platte



dicke Platte  
+ XYLOFON 35



nach  
6 Wochen

dünne  
Platte



dicke  
Platte



dicke Platte  
+ XYLOFON 35



# 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  $\beta_0 \approx 0,65 \text{ mm/min}$**



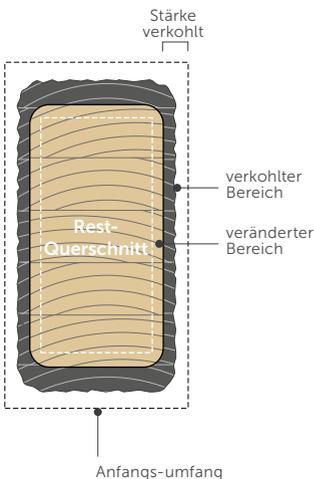
### METALL

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?



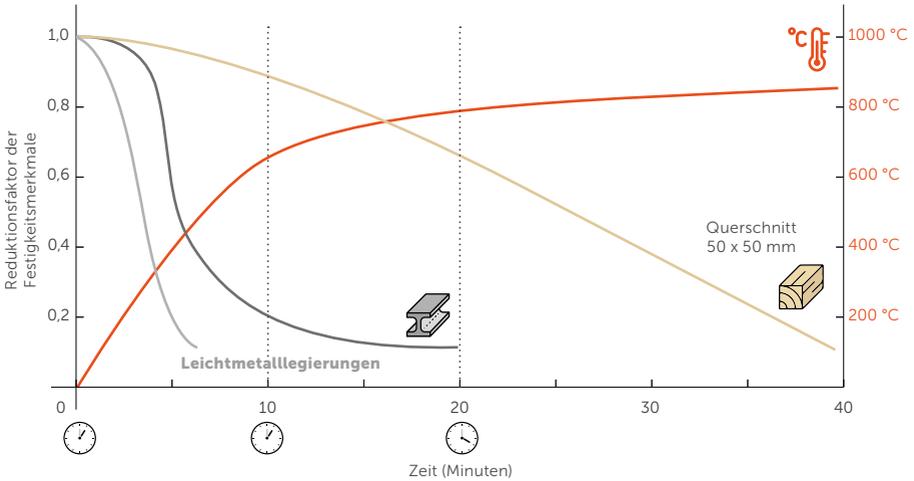
Holz ist ein brennbares Material, das vollständig zerstört werden kann, wenn es externen Wärmequellen von hoher Dauer und Intensität ausgesetzt ist. Dennoch:

- 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



## Zeitpunkt t=0

Beide Materialien weisen eine Festigkeit von 100 % auf

0 min

0 °C



100%

$$R = R_{t_0}$$



100%

$$R = R_{t_0}$$

## Zeitpunkt t=10 min

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

10 min

~600 °C



20%

$$R = 0,20 R_{t_0}$$



85%

$$R = 0,85 R_{t_0}$$

## Zeitpunkt t=20 min

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

20 min

~800 °C



0%

$$R = 0$$



65%

$$R = 0,65 R_{t_0}$$



**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

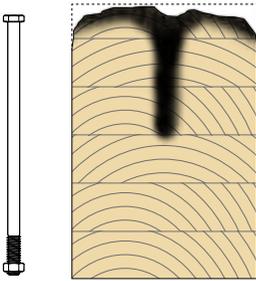
*Was beeinflusst das Brandverhalten eines Verbinders?*

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

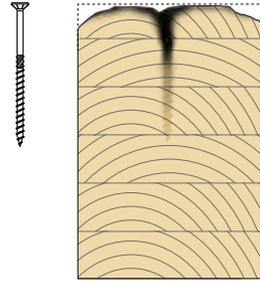
## DURCHMESSER

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



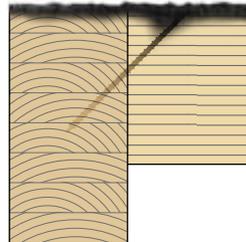
## LÄNGE

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.

Schraubenspitze bei 200 °C



Schraubenspitze bei 20 °C



## 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.

$\lambda \sim 17$  [W/(m·K)]



$\lambda \sim 54$  [W/(m·K)]



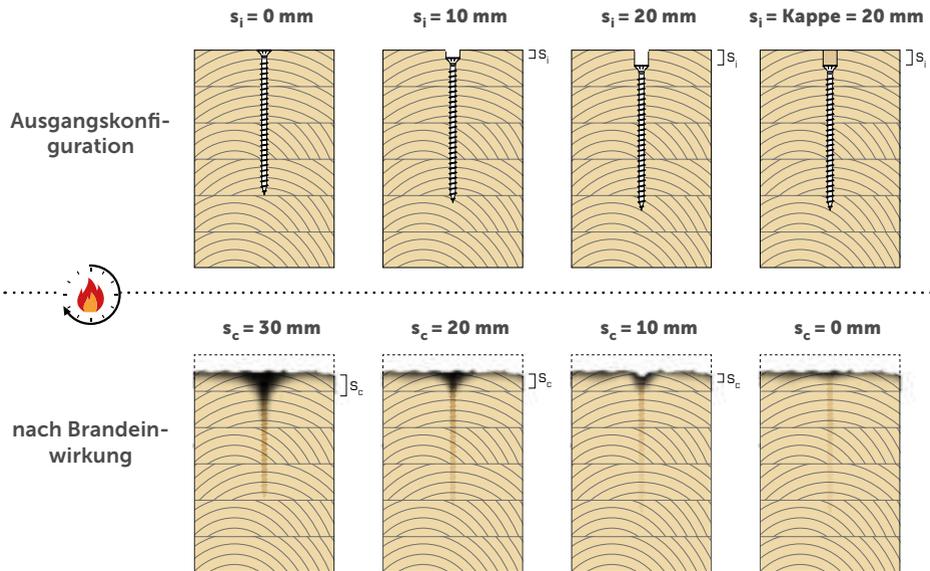
Parameter	Einfluss auf das Brandverhalten	schlechtestes Verhalten	bestes Verhalten
LÄNGE	signifikant		
DURCHMESSER	mittel		
MATERIAL	mittel		
KOPFTYP	niedrig		

## SO WICHTIG IST SCHUTZ

Das Abdecken des Schraubenkopfes 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.

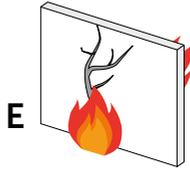
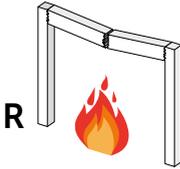
variabel:  $s_i$ : Eindringstärke des Kopfes in das Holz  
 $s_c$ : Stärke der Verkohlung



Rif. N. Werther, M. Gräfe, V. Hofmann, S. Winter „Untersuchungen zum Brandverhalten von querkraftbeanspruchten 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
- E** **Dichtheit** Fähigkeit des Konstruktionselements zur Verhinderung, dass Flammen sowie heiße Dämpfe und Gase auf die dem Feuer nicht ausgesetzte Seite gelangen
- I** **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.

 **REI120** Die **mechanische Festigkeit**, die **Rauchdichtheit** und die **thermische Isolierung** des Elements werden 120 Minuten (2h) nach Ausbrechen des Feuers gehalten

 **R60** 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 EI-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 VERTEIDIGUNG? ... IST PASSIV!



## 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.



Wenden Sie sich für weitere Informationen an den Vertriebsmitarbeiter Ihres Vertrauens oder laden Sie den Produktkatalog von unserer Website [www.rothoblaas.de](http://www.rothoblaas.de)

**rothoblaas**

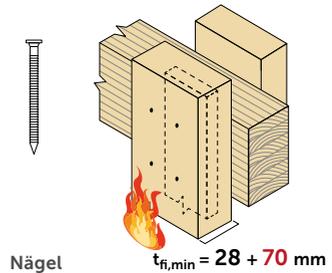
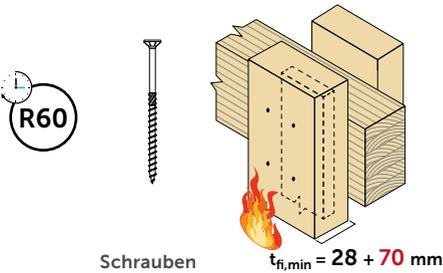
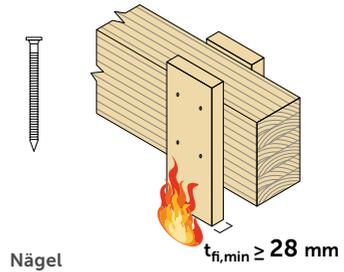
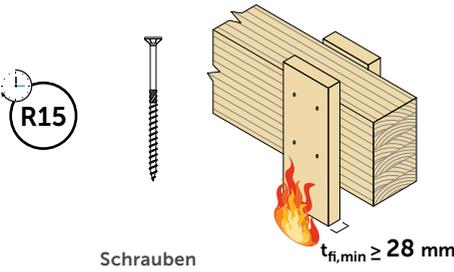
Solutions for Building Technology

# BRANDSCHUTZ

Wir schützen Holzkonstruktionen

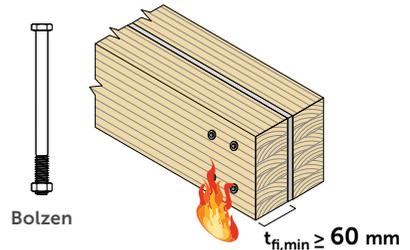
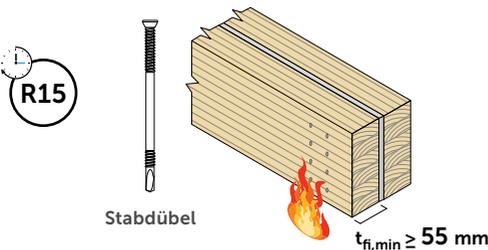
## NICHT GESCHÜTZTE VERBINDUNGEN<sup>(1)</sup>

### HOLZ-HOLZ



Bei Verbindungen mit Schrauben oder Nägeln kann der Feuerwiderstand ( $R_{d,0}$ ) bis zu 60 Minuten gesteigert werden, indem die Abmessungen der Holzelemente erhöht werden.

### HOLZ-STAHL



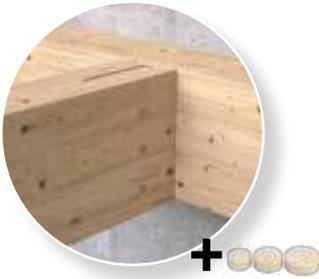
Der Feuerwiderstand kann auf bis zu 120 Minuten gesteigert werden, indem die Abmessungen der Holzelemente ( $t_{fi}$ ) und die Randabstände der Metallelemente erhöht werden.

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

<sup>(1)</sup> Neue Generation Eurocodes prEN 1995-1-2 (n.a.)

## GESCHÜTZTE VERBINDUNGEN

Die Feuerwiderstandswerte können durch die Entwicklung von **teilweisen oder vollständigen Brandschutzsystemen gesteigert werden**. 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 geforderten 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).



**VOLLGESCHÜTZT**

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 1995-1-2:2005]

Die **Tiefe der Dübel** ① und die **Stärke der Platten** ② müssen abhängig vom gewünschten Feuerwiderstand berechnet werden.

$$a_{fi} = \beta_n \cdot 1,5 \cdot (t_{req} - R_{td})$$

Wobei:

$a_n$  = Stärke Platte/Dübel

$R_{td}$  = Feuerwiderstand des ungeschützten Verbinders

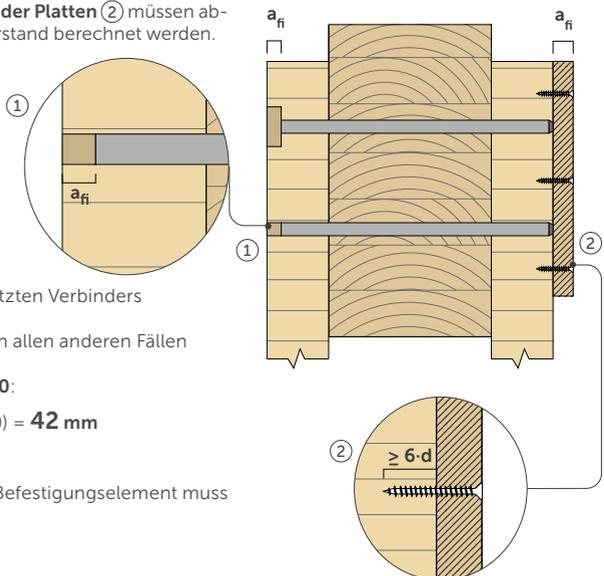
$t_{req}$  = gewünschter Feuerwiderstand

$\beta_n = 0,8$  für massives Nadelholz,  $0,7$  in allen anderen Fällen

Schutz Stabdübel mit Holzzapfen **R60**:

$$a_{fi} = 0,7 \cdot 1,5 \cdot (60 - 20) = \mathbf{42 \text{ mm}}$$

**N.B.** Die Mindesteindringtiefe in das Befestigungselement muss  $\geq 6 \cdot d$  sein ( $\geq 10 \cdot d$  bei Gips Typ F).



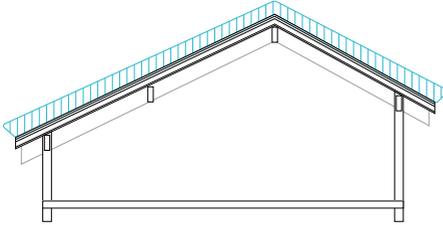
# BRANDLAST

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)<sup>(1)</sup>.

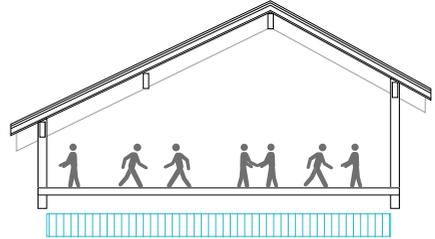
## BEISPIEL

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)

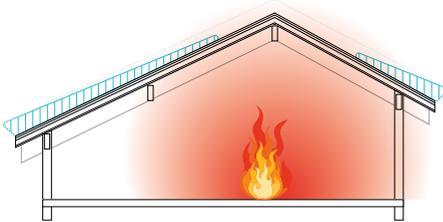


Schneelast in der Planungsphase

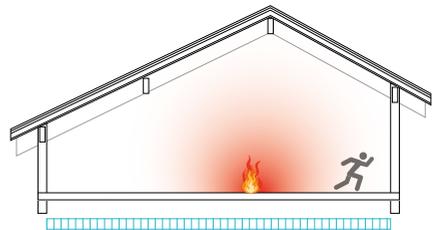


Verkehrslast in der Planungsphase (Schätzung des Personengewichts)

### BRAND



Geringere Schneelast im Brandfall



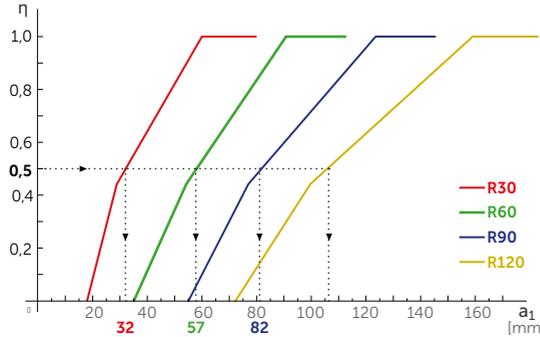
geringere Verkehrslast im Brandfall

<sup>(1)</sup>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:



$$\eta_{k,fi} = R_{k,fi}/R_k$$

$\eta_{k,fi}$  Abminderungsbeiwert der Festigkeit im Brandfall

$R_k$  charakteristische Festigkeit der Verbindung unter normalen Bedingungen

$R_{k,fi}$  Festigkeit der Verbindung im Brandfall

$a_1$  Mindestabstand zwischen der Schraubenachse und Trägerkante

Bestimmung von  $a_1$  ausgehend vom gewählten Beiwert  $\eta$  und dem gewünschten Feuerwiderstand.

Für  $\eta_{k,fi} = 0,5$

**R30**  
 $a_1 = 32 \text{ mm}$

**R60**  
 $a_1 = 57 \text{ mm}$

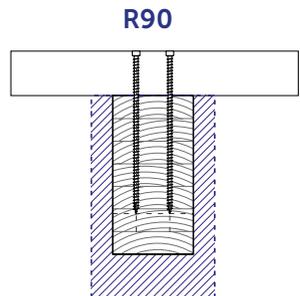
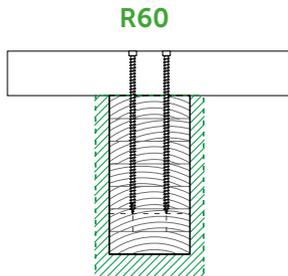
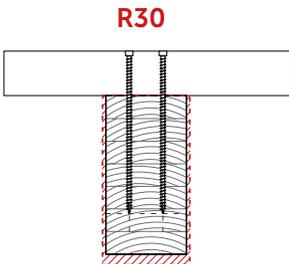
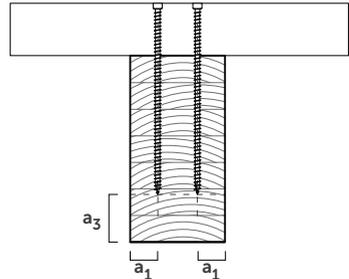
**R90**  
 $a_1 = 82 \text{ mm}$

## BESTIMMUNG DES QUERSCHNITTS IM BRANDFALL<sup>(1)</sup>

Nach der Bestimmung von  $a_1$  kann der Mindestquerschnitt im Brandfall berechnet werden.

$$a_1 = a_{2,CG}$$

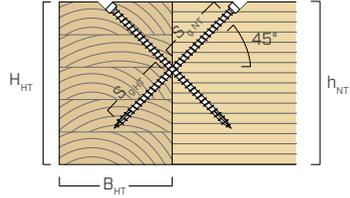
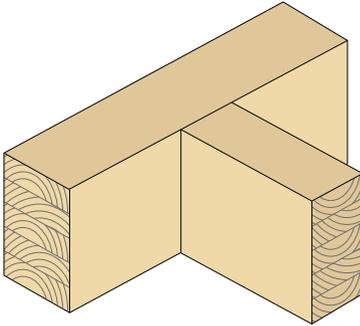
$$a_3 \geq a_1$$



<sup>(1)</sup> Neue Generation Eurocodes prEN 1995-1-2 (n.a.)

# BERECHNUNGSBEISPIEL

## PROJEKTDATEN



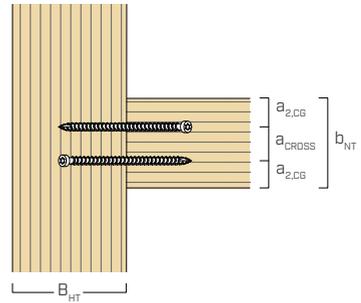
### HAUPTTRÄGER

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

### NEBENTRÄGER

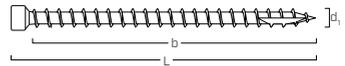
$b_{NT}$	Breite Nebenträger	105 mm
$h_{NT}$	Höhe Nebenträger	245 mm
Holz GL24h ( $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$ )		

Winkel in der vertikalen Ebene  $\alpha = 0^\circ$   
 Winkel in der horizontalen Ebene  $\alpha = 0^\circ$



### VOLLGEWINDESCHRAUBE MIT ZYLINDERKOPF

$L$	Schraubenlänge	300 mm
$b$	Gewindelänge	290 mm
$d_t$	Neendurchmesser	11 mm



### ÜBERPRÜFUNG

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

## AUSWAHL ABMINDERUNGSBEIWER DER FESTIGKEIT

$\eta_{k, FI}$  gewählt gleich **0,5**

CHARAKTERISTISCHE FESTIGKEIT DES VERBINDERS UNTER STANDARDBEDINGUNGEN:

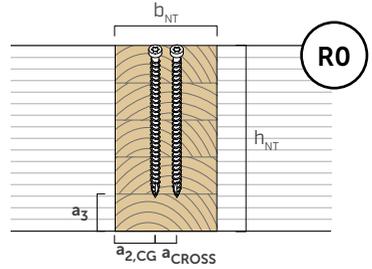
**$F_{V, RK} = 26,52 \text{ kN}$**

CHARAKTERISTISCHE FESTIGKEIT DES VERBINDERS IM BRANDFALL:

**$F_{V, RK, FI} = \eta_{k, fi} \cdot F_{V, RK} = 0,5 \cdot 26,52 \text{ kN} = 13,26 \text{ kN}$**

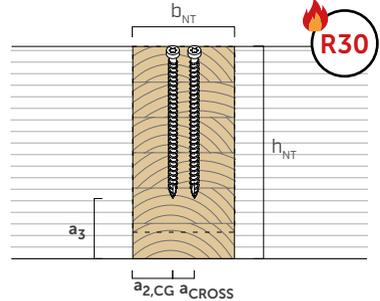
## „KALTE“ GEOMETRIE R0

$b_{NT}$	Breite Nebenträger	105 mm
$h_{NT}$	Höhe Nebenträger	245 mm
$a_{CROSS}$		17 mm
$a_{2,CG}$		44 mm
$a_3$		33 mm



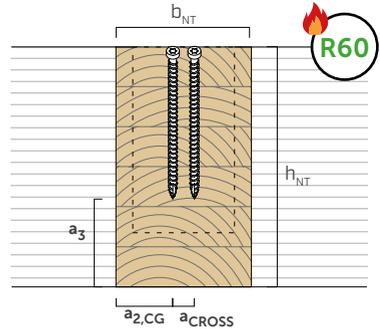
## FEUERBESTÄNDIGKEIT R30

$b_{NT}$	Breite Nebenträger	<b>+0 mm</b>	<b>105 mm</b>
$h_{NT}$	Höhe Nebenträger	<b>+11 mm</b>	<b>256 mm</b>
$a_{CROSS}$			17 mm
$a_{2,CG}$	= $a_1$		44 mm
$a_3$	≥ $a_1$		44 mm



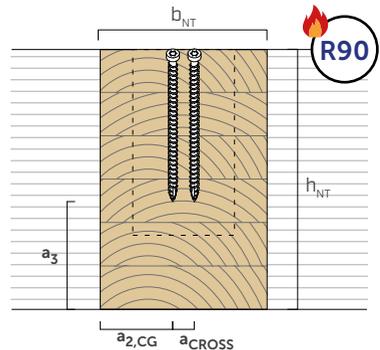
## FEUERBESTÄNDIGKEIT R60

$b_{NT}$	Breite Nebenträger	<b>+26 mm</b>	<b>131 mm</b>
$h_{NT}$	Höhe Nebenträger	<b>+24 mm</b>	<b>269 mm</b>
$a_{CROSS}$			17 mm
$a_{2,CG}$	= $a_1$		57 mm
$a_3$	≥ $a_1$		57 mm



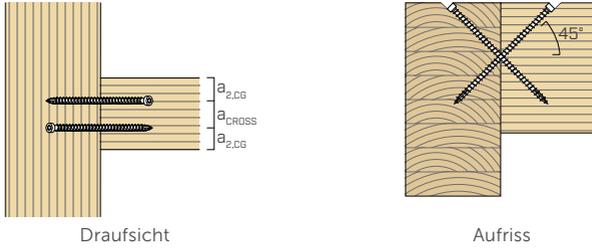
## FEUERBESTÄNDIGKEIT R90

$b_{NT}$	Breite Nebenträger	<b>+76 mm</b>	<b>181 mm</b>
$h_{NT}$	Höhe Nebenträger	<b>+49 mm</b>	<b>294 mm</b>
$a_{CROSS}$			17 mm
$a_{2,CG}$	= $a_1$		82 mm
$a_3$	≥ $a_1$		82 mm



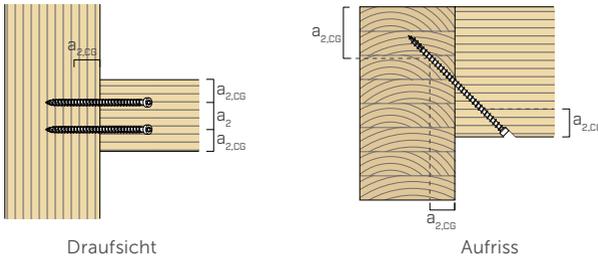
# MINDESTABSTÄNDE IM BRANDFALL

## MIT EINEM WINKEL $\alpha$ ZUR FASER EINGEDREHTE GEKREUZTE SCHRAUBEN<sup>(1)</sup>



EINSATZ DER SCHRAUBEN MIT UND OHNE VORBOHRUNG						
	$d_1$	[mm]		7	9	11
<b>R0</b>	$a_{2,CG}$	[mm]	4·d	21 <sup>(2)</sup>	36	44
	$a_{CROSS}$	[mm]	1,5·d	11	14	17
<b>R30</b>	$a_{2,CG}$	[mm]	-	32	36	44
	$a_{CROSS}$	[mm]	1,5·d	11	14	17
<b>R60</b>	$a_{2,CG}$	[mm]	-	57	57	57
	$a_{CROSS}$	[mm]	1,5·d	11	14	17
<b>R90</b>	$a_{2,CG}$	[mm]	-	82	82	82
	$a_{CROSS}$	[mm]	1,5·d	11	14	17

## MIT EINEM WINKEL $\alpha$ ZUR FASER EINGEDREHTE SCHRAUBEN UNTER ZUG<sup>(1)</sup>



EINSATZ DER SCHRAUBEN MIT UND OHNE VORBOHRUNG						
	$d_1$	[mm]		7	9	11
<b>R0</b>	$a_{2,CG}$	[mm]	4·d	21 <sup>(2)</sup>	36	44
	$a_2$	[mm]	5·d	35	45	55
<b>R30</b>	$a_{2,CG}$	[mm]	-	32	36	44
	$a_2$	[mm]	5·d	35	45	55
<b>R60</b>	$a_{2,CG}$	[mm]	-	57	57	57
	$a_2$	[mm]	5·d	35	45	55
<b>R90</b>	$a_{2,CG}$	[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 berechnete Werte

<sup>(1)</sup> Neue Generation Eurocodes prEN 1995-1-2 (n.a.)

<sup>(2)</sup> 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  $3 \cdot d_1$  sein



# ROTHOBLAAS PRAKTISCHE SCHULE, NÜTZLICHE LEITFÄDEN



**Sie möchten mit Holz bauen?**

Wir können Ihnen die aktuellsten Schulungen, smartesten Leitfäden und passendsten Produkte anbieten.

[www.rothoblaas.de](http://www.rothoblaas.de)



**rothoblaas**

Solutions for Building Technology

# ANWENDUNGEN UND VERBINDER

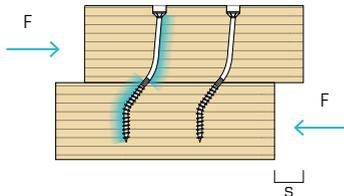
## TEILGEWINDESCHRAUBEN

### FESTIGKEIT

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

### SCHRAUBEN UNTER ABSCHERBEANSPRUCHUNG

WIDERSTAND PROPORZIONAL ZUM DURCHMESSER



### STEIFIGKEIT

- starke Verschiebungen
- niedrige Steifigkeit
- hohe Duktilität



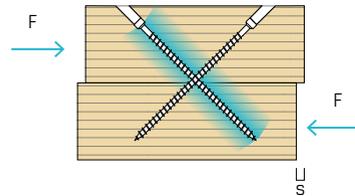
## VOLLGEWINDESCHRAUBEN

### FESTIGKEIT

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

### AXIAL BEANSPRUCHETE VERBINDER

WIDERSTAND PROPORZIONAL ZUR GEWINDELÄNGE



### STEIFIGKEIT

- begrenzte Verschiebungen
- hohe Steifigkeit
- reduzierte Duktilität



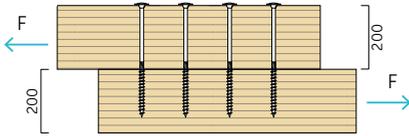
# VERBINDER IM VERGLEICH

## BALKEN-BALKEN-VERBINDUNG

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

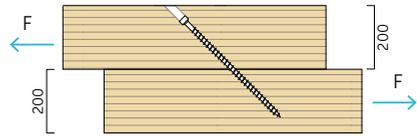
### LÖSUNG A

Schrauben mit Teilgewinde TBS  $\varnothing 8 \times 300$  mm  
**4 Verbindungselemente**



### LÖSUNG B

Schrauben mit Vollgewinde VGZ  $\varnothing 9 \times 400$  mm  
**1 Verbinder**



### FESTIGKEIT

$$R_{v,k} = 14,4 \text{ kN}$$

$\approx$

$$R_{v,k} = 14,9 \text{ kN}$$

Es werden 4 Verbinder mit Teilgewinde benötigt, um die Kriechbeständigkeit einer im  $45^\circ$ -Winkel geeigneten Schraube mit Vollgewinde auszugleichen.

### STEIFIGKEIT

$$K_{ser} = 6,1 \text{ kN/mm}$$

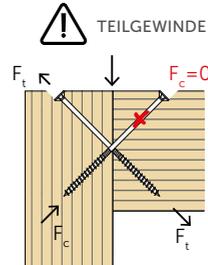
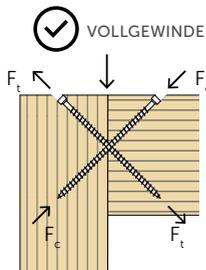
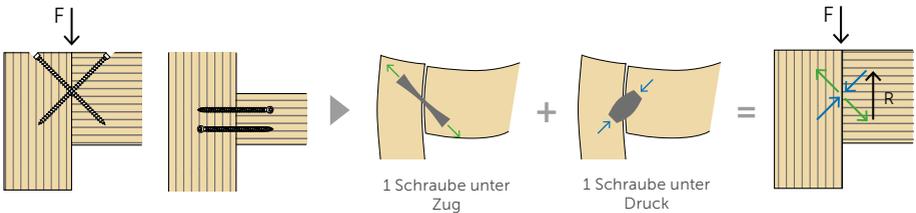
$\ll$

$$K_{ser} = 29,4 \text{ kN/mm}$$

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  $45^\circ$  eingebauten Schrauben und belastet diese axial.



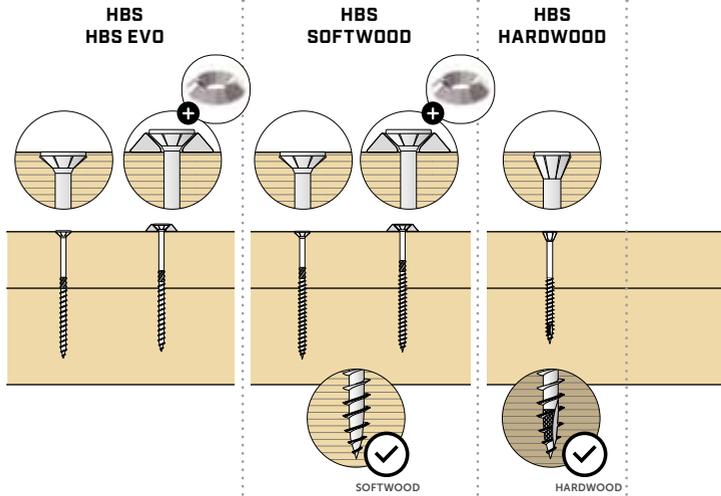
Der Gewindeabschnitt garantiert eine hervorragende Zug- wie auch Druckleistung und ermöglicht eine hohe Gesamtfestigkeit.

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

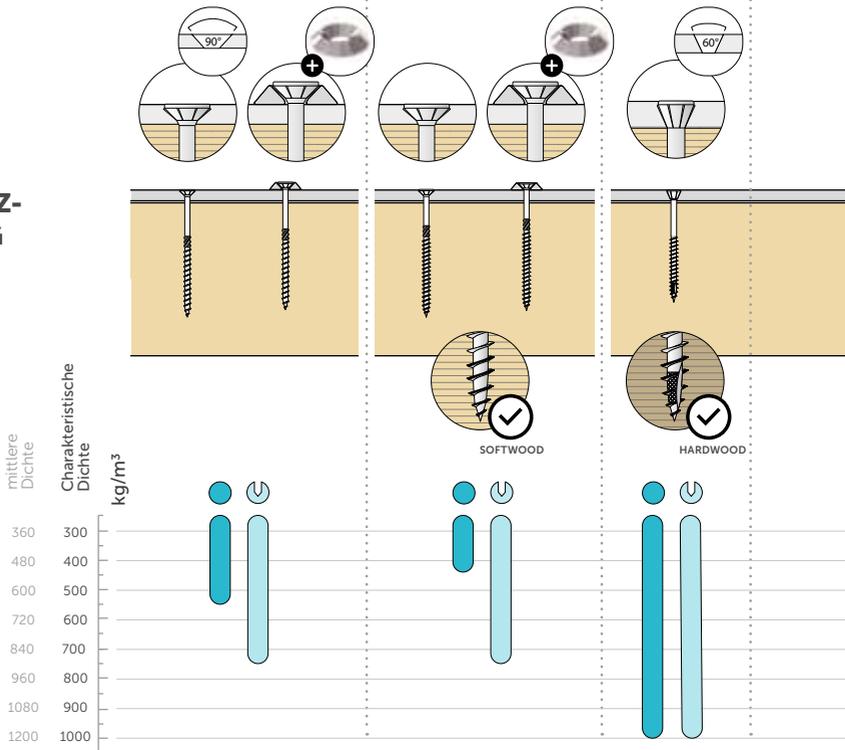
# TEILGEWINDESCHRAUBEN

*Schrauben unter  
Abscherbeanspruchung:  
Widerstand proportional  
zum Durchmesser*

## HOLZ-HOLZ- VERBINDUNG



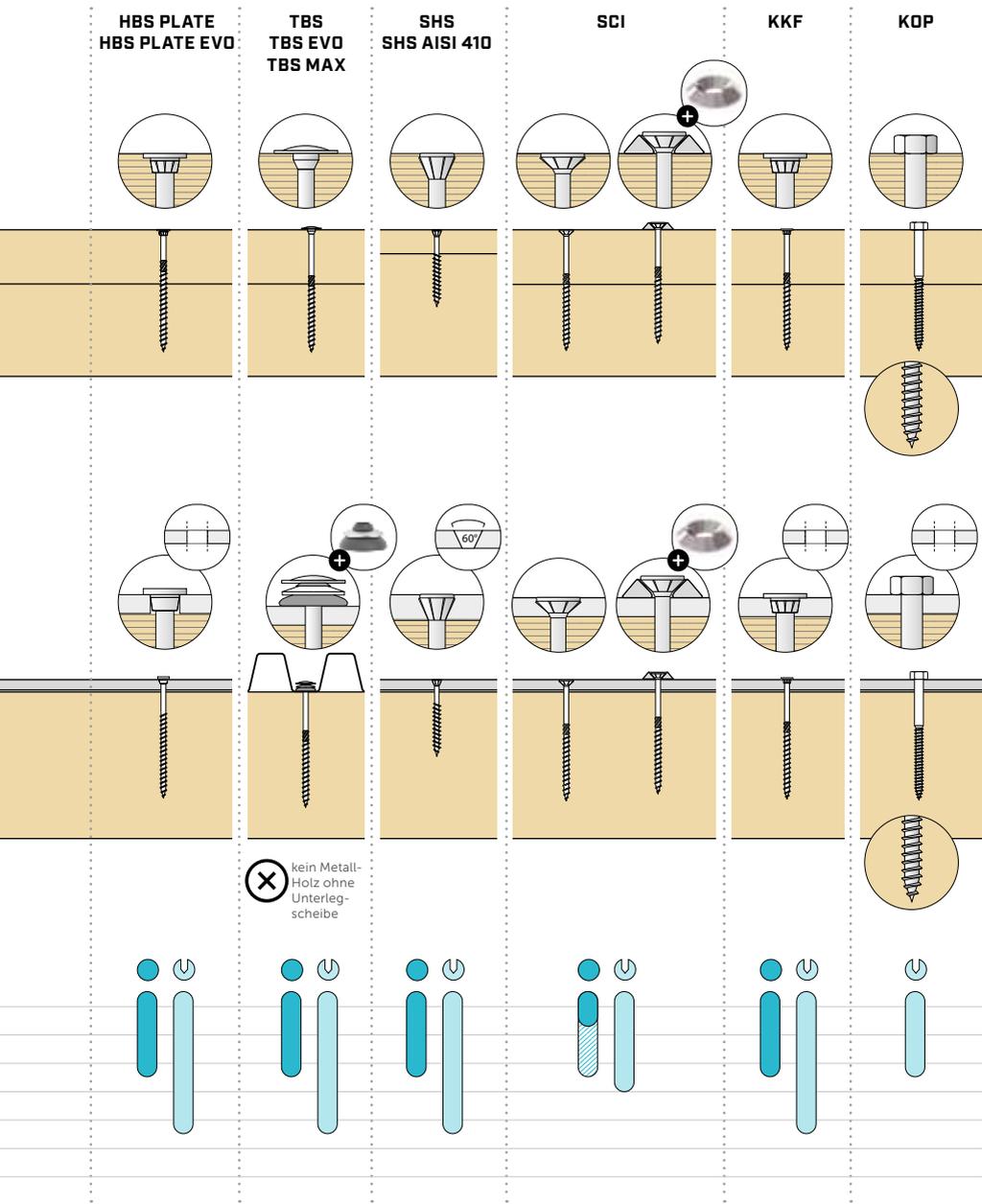
## METALL-HOLZ- VERBINDUNG



### LEGENDE:

- Einschrauben ohne Vorbohrung
- ⌚ Einschrauben mit Vorbohrung

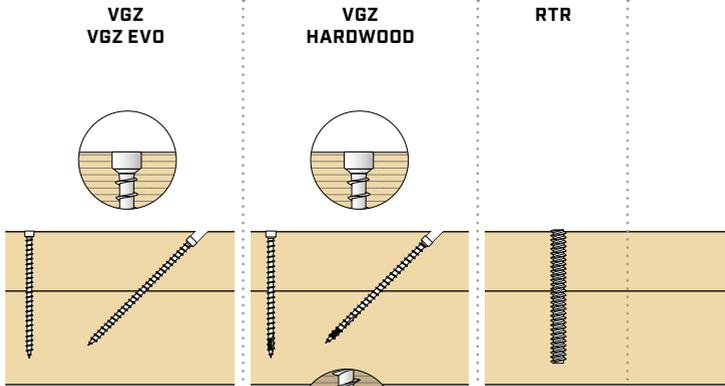
- ⊗ Anwendung nicht empfohlen, aber bei Beachtung besonderer Maßnahmen möglich



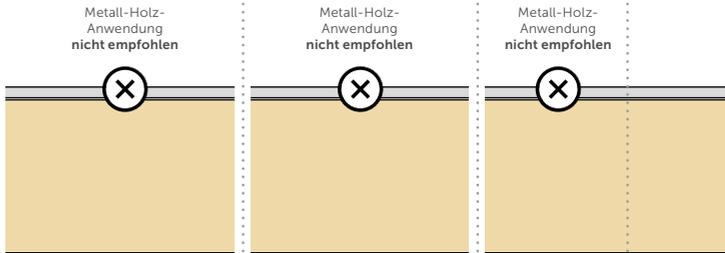
# VOLLGEWINDESCHRAUBEN

*Axial beanspruchte  
Verbinder: Widerstand  
proportional  
zur Länge*

## HOLZ-HOLZ- VERBINDUNG



## METALL-HOLZ- VERBINDUNG

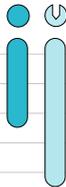
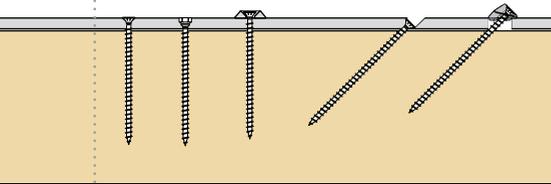
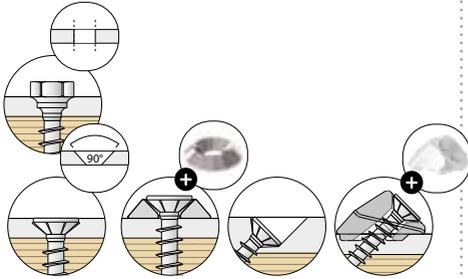
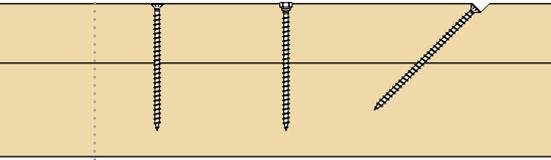
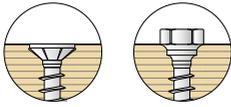


### LEGENDE:

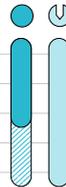
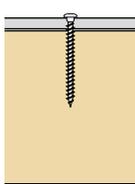
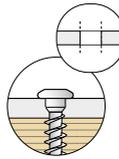
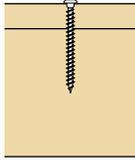
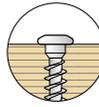
- Einschrauben ohne Vorbohrung
- ⌚ Einschrauben mit Vorbohrung

- ⊗ Anwendung nicht empfohlen, aber bei Beachtung besonderer Maßnahmen möglich

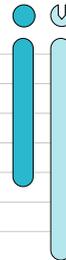
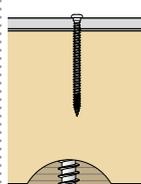
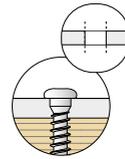
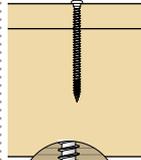
**VGS  
VGS EVO**



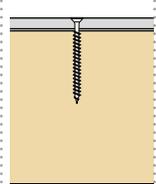
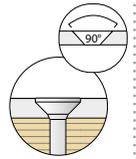
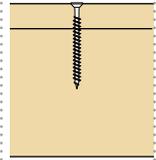
**LBS  
LBS EVO**



**LBS  
HARDWOOD  
LBS  
HARDWOOD  
EVO**



**HTS**

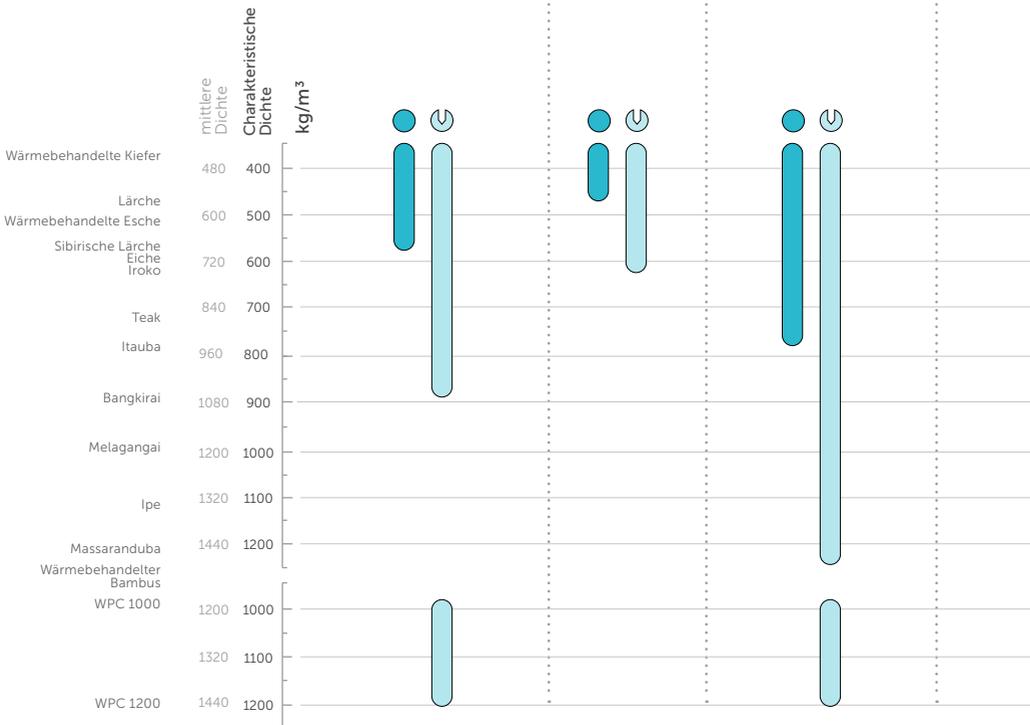
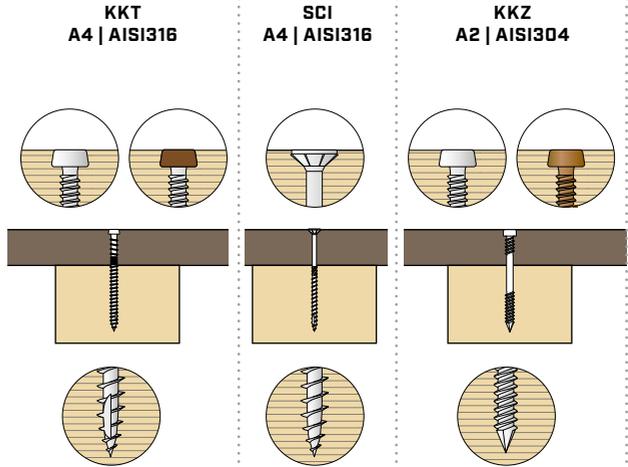


Unter Berücksichtigung von Konstruktionsschrauben ( $\varnothing \geq 5 \text{ mm}$ )

# SCHRAUBEN FÜR DEN AUSSENBEREICH

*Geeignete  
Lösungen für  
verschiedenste Material- und  
Dichtekombinationen*

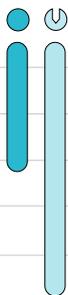
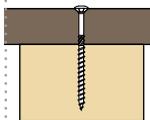
## HOLZ-HOLZ- VERBINDUNG



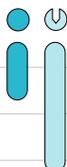
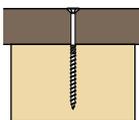
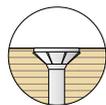
### LEGENDE:

-  Einschrauben ohne Vorbohrung
-  Einschrauben mit Vorbohrung

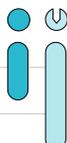
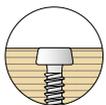
**EWS  
A2 | AISI305**



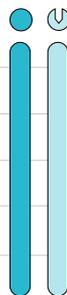
**SCI  
A2 | AISI305**



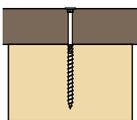
**KKZ C5 EVO**



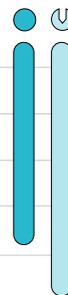
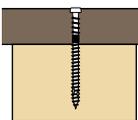
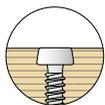
**EWS  
AISI410**



**KKF  
AISI410**



**KKT COLOR**



Bei Decking-Schrauben ( $\varnothing \leq 6$  mm)

# SCHRAUBEN FÜR HYBRIDE VERBINDUNGEN

## UNTERLEGSCHLEIBE UND METALL-HOLZ



**HUS**



**VGU**

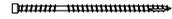


Zertifizierte Unterlegscheiben für die Anwendung mit Senkkopfschrauben.

## HOLZ-BETON



**CTC**



Zertifizierter Verbinder, Berechnungssoftware verfügbar.

## WEICHHOLZ-HARTHOLZ



**HBS HARDWOOD**

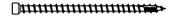


Zertifizierte Schraube für hybride Verbindungen zwischen Elementen aus Weichholz und Buchenurnierschichtholz.

## WEICHHOLZ-HARTHOLZ



**VGZ HARDWOOD**



Zertifizierte Schraube für hybride Verbindungen zwischen Elementen aus Weichholz und Buchenurnierschichtholz.

## HOLZ-METALL



**SBS-SPP**



Ermöglichen die Befestigung von Holzelementen an Metallunterkonstruktionen.

## HOLZ-DÄMMSTOFF-HOLZ



**DGZ**



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 bis 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).

## LEGENDE:

 Konstruktion aus SOFTWOOD

 Konstruktion aus HARDWOOD

## Massivholz



### BSH

Brettschichtholz



### BSP

Cross Laminated Timber



### LVL

Furnierschichtholz (Laminated Veneer Lumber)



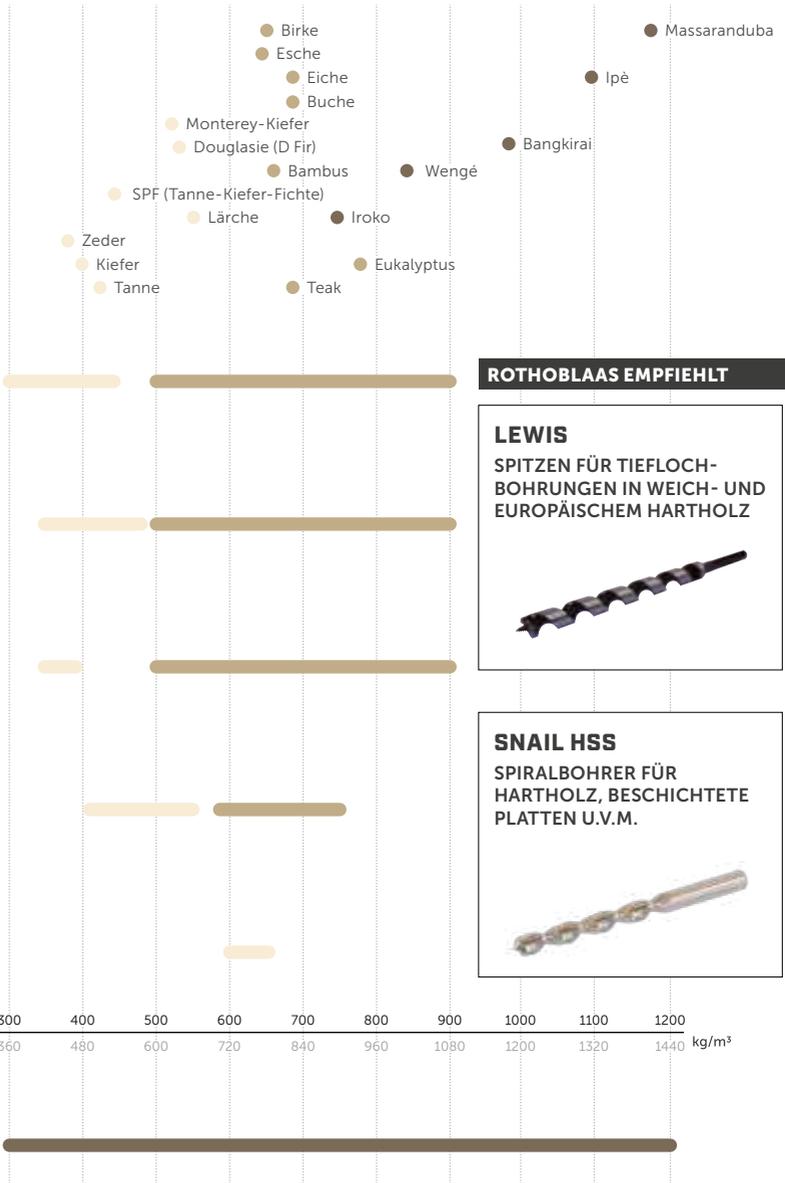
### OSB

Oriented Strand Board



## Decking

Decking boards



## ROTHOBLAAS EMPFIEHLT

### LEWIS

SPITZEN FÜR TIEFLOCH-BOHRUNGEN IN WEICH- UND EUROPÄISCHEM HARTHOLZ



### SNAIL HSS

SPIRALBOHRER FÜR HARTHOLZ, BESCHICHTETE PLATTEN U.V.M.



Die richtige  
Montage





**PRAxis**

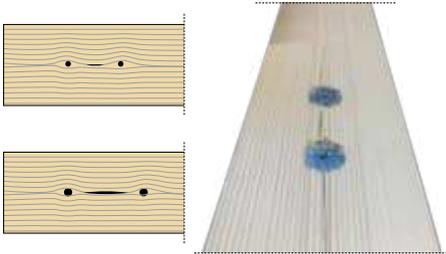
# MINDESTABSTÄNDE UND VORBOHRUNG

## MINDESTABSTÄNDE UND -FREIRÄUME

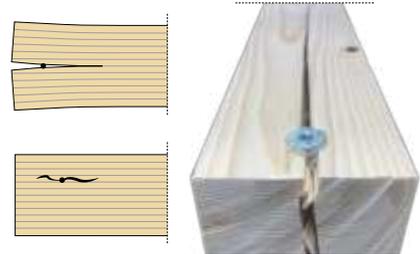
Bei der Positionierung der Schrauben innerhalb des Holzelements muss die Wechselwirkung zwischen den beiden Elementen berücksichtigt werden.

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 und ohne Vorbohrung und auf verschiedenen Werkstoffen erhältlich im Katalog „Holzschrauben und Verbinder“ [www.rothblaas.de](http://www.rothblaas.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.

### ⌚ 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

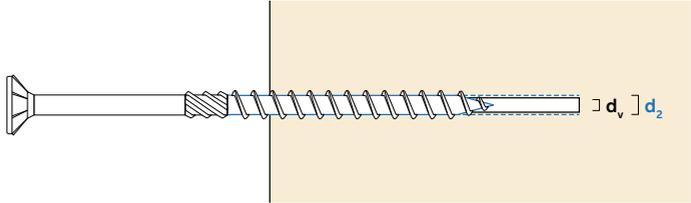
Die **Größe der Vorbohrung** hängt von der Geometrie der Schraube und von der Holzart ab, in die sie montiert wird (für genauere Angaben zu den Materialien siehe S. 55).

$d_{v, rec}$  il empfohlener Durchmesser Vorbohrung  
 $d_v$  Vorbohrdurchmesser

## SOFTWOOD

$d_2$  Kerndurchmesser  
 $d_1$  Nenndurchmesser

$$d_v \leq d_2$$

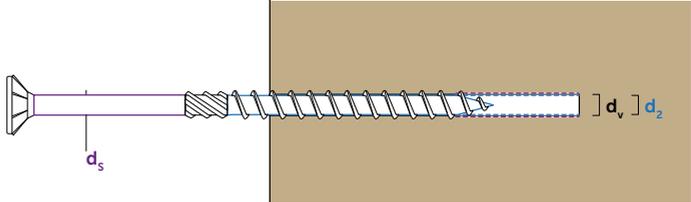


$d_1$	[mm]	3	3,5	4	4,5	5	5,3	5,6	6	7	8	9	10	11	12	13	16	20
$d_{v, rec}^{(1)}$	[mm]	2	2	2,5	2,5	3	3,5	3,5	4	4	5	5	6	6	7	8	13	16

## HARDWOOD

$d_s$  Schaftdurchmesser  
 $d_1$  Nenndurchmesser  
 $d_2$  Kerndurchmesser

$$d_s \geq d_v \geq d_2$$

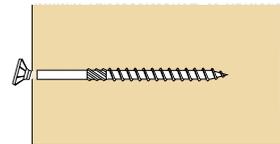


$d_1$	[mm]	3	3,5	4	4,5	5	5,3	5,6	6	7	8	9	10	11	12	13	16	20
$d_{v, rec}^{(1)}$	[mm]	-	-	-	-	3,5	4	4	4	5	6	6	7	7	8	9	-	-

## DIE BEDEUTUNG DER RICHTIGEN VORBOHRUNG

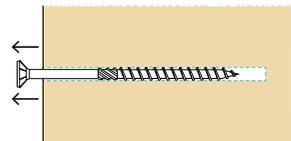
⚠  $d_v < d_{v, rec}$   
 ▼  
**Versagen**

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



⚠  $d_v > d_{v, rec}$   
 ▼  
 $F_{ax} \ll$

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



<sup>(1)</sup> 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<sup>(1)</sup> muss ein minimales Einschraub-Torsionsverhältnis von 1,50 ( $f_{tor,k} / R_{tor,mean} \geq 1,5$ ) 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.

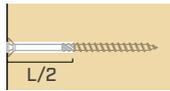
Einschrauben Typ A

OHNE Vorbohrung  
(LV = 0 mm)



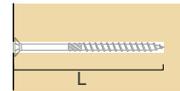
Einschrauben Typ B

MIT Vorbohrung  
mit Länge LV = L/2

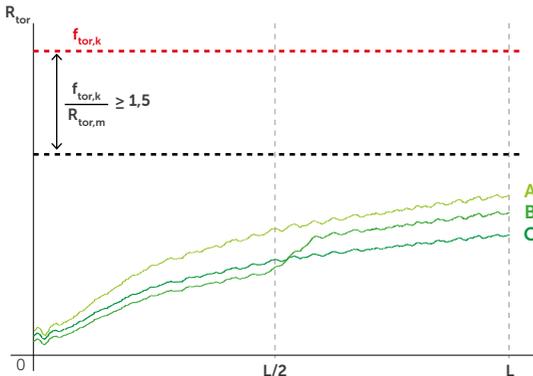


Einschrauben Typ C

MIT Vorbohrung  
mit Länge LV = L



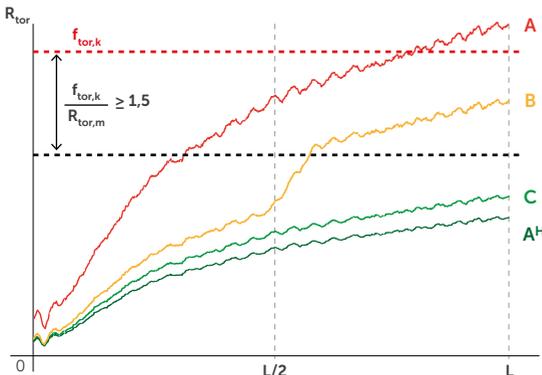
## SOFTWOOD



Das Einschrauben von Verbindern in Werkstoffe mit begrenzter Dichte kann auch ohne Vorbohrung erfolgen. Die auf die Schraube einwirkende Kraft bleibt immer in den Sicherheitsgrenzen [A-B-C].

Eine Pilotbohrung erleichtert das Einschrauben und sorgt für die richtige Schraubenrichtung.

## HARDWOOD



Standardschrauben benötigen zum Eindrehen in harte Hölzer Vorbohrungen [C], anderenfalls besteht das Risiko eines Versagens [A].

Eine begrenzte Länge der Vorbohrung [B] verringert die auf die Schraube einwirkende Kraft, schließt jedoch nicht die Möglichkeit eines Versagens aus.

Die Schrauben mit spezifischer Geometrie für harte Hölzer (HARDWOOD-Schrauben) können ohne Vorbohrung [A<sup>H</sup>] eingesetzt werden.

<sup>(1)</sup> 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.

## GETESTETE SCHRAUBEN



## MATERIALIEN

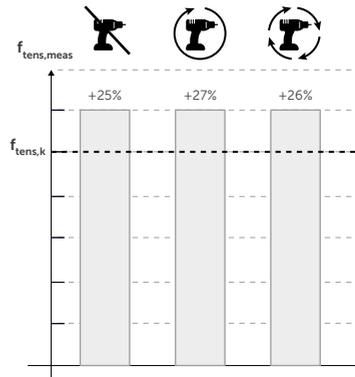
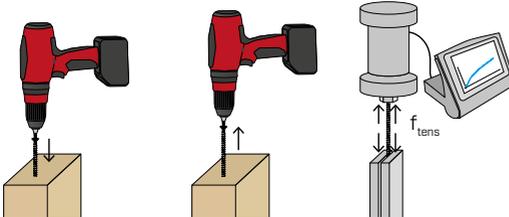


## SCHRAUBER



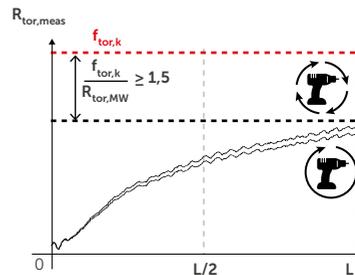
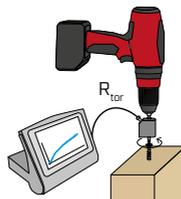
## ZUGFESTIGKEIT

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 ( $f_{tor,k} / R_{tor,MW}$ ) liegt immer innerhalb der Grenzen der Norm.



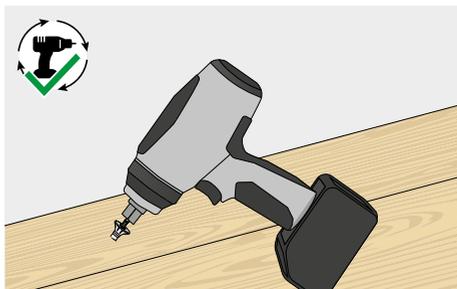
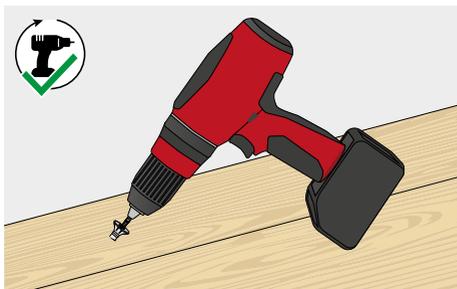
ACCREDITED TEST REPORT (202011-0088) "Influence on the tension strength of screws type HBS, TBS, VGS and VGZ by the use of different screw-in devices" auf der Website [www.rothoblaas.de](http://www.rothoblaas.de)



# HOLZ-HOLZ- VERBINDUNG



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

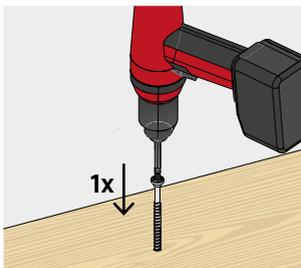


Eine fachkundige Montage garantiert die strukturellen Leistungen und relativen Festigkeiten der selbstbohrenden Schrauben mit Teil- oder Vollgewinde in Holz-Holz- und Metall-Holz-Verbindungen.

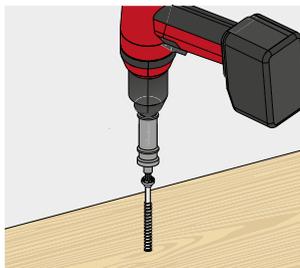


Schraubenkopf nicht in das Holz einhämmern.

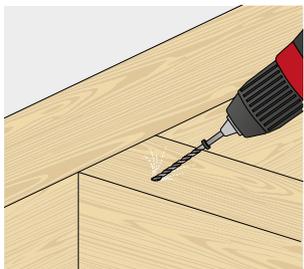
Die Schraube kann nicht wiederverwendet werden.



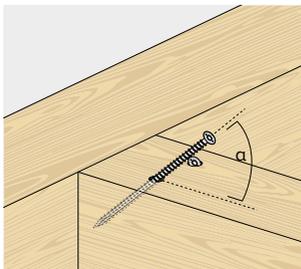
Im Allgemeinen empfiehlt es sich, den Verbinder in einem einzigen Arbeitsgang einzuführen, ohne Stoppes und Neustarts, welche die Schraube überbeanspruchen könnten.



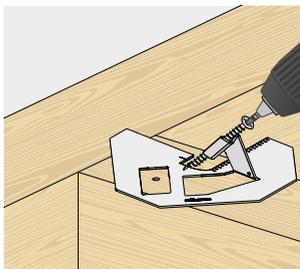
Die passende Größe und den geeigneten Einsatztyp wählen. Es ist möglich, das Einschraubwerkzeug CATCH oder CATCHL von Rothoblaas zu verwenden, um zu gewährleisten, dass der Einsatz während der Montage in der Aussparung des Schraubenkopfes bleibt.



Zur Gewährleistung der korrekten Montagerichtung wird eine Pilotbohrung empfohlen.



Auf den Eindrehwinkel achten.

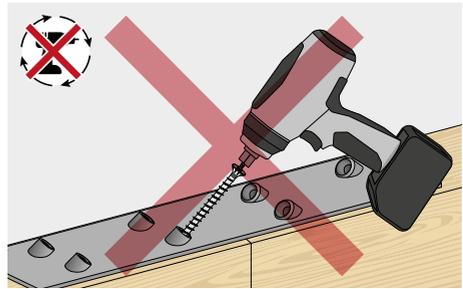
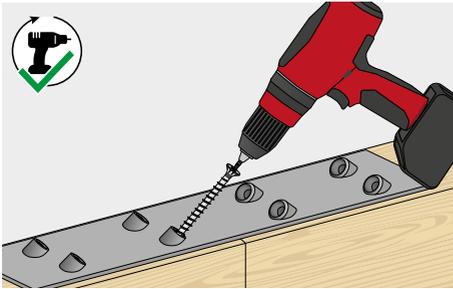


Es empfiehlt sich die Verwendung der Montagelehre JIG VGZ 45°.

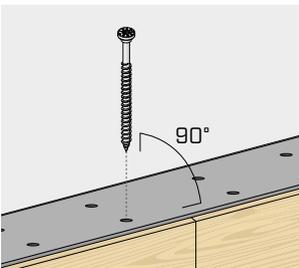
# METALL-HOLZ- VERBINDUNG



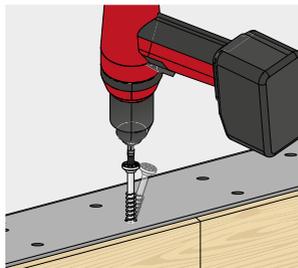
Die Schraube darf keiner extremen Beanspruchung ausgesetzt sein, daher ist ein heftiger Kontakt mit der Platte zu vermeiden. Es kommt zu Überspannungen, die selbst nach der Montage ein Versagen verursachen können.



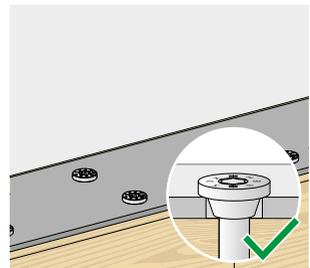
Es ist schwierig, mit dem Impuls-/Schlagschrauber den genauen Anschlagpunkt zu bestimmen. Ferner wird die Schraube nicht durchgehend beansprucht, sodass von der Verwendung des Impuls-/Schlagschraubers abzuraten ist.



Auf den Eindrehwinkel achten.



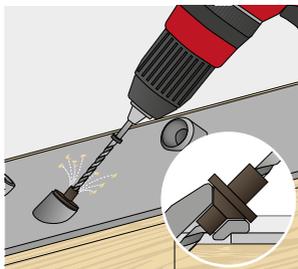
Nicht verbiegen.



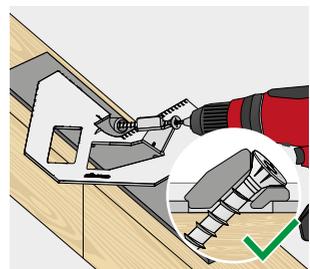
Vollständigen Kontakt zwischen gesamter Schraubenkopffläche und Metallelement sicherstellen.



Zur Gewährleistung der korrekten Montage- richtung wird eine Pilotbohrung empfohlen.



Es empfiehlt sich die Verwendung der Montagelehre JIG VGU in Kombination mit der Unterlegscheibe VGU.



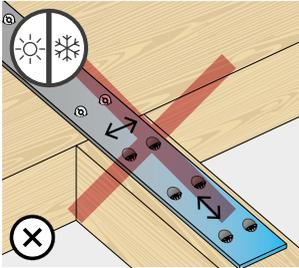
Es empfiehlt sich die Verwendung der Montagelehre JIG VGZ 45°.

# METALL-HOLZ- VERBINDUNG

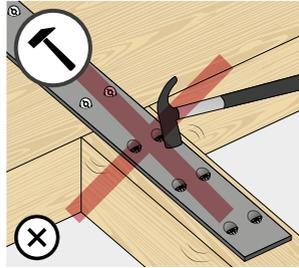


## MONTAGEBESCHREIBUNG

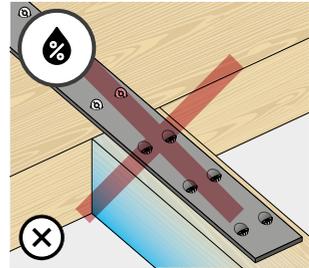
### EINSATZBEDINGUNGEN



Maßänderungen des Metalls vermeiden, die z. B. durch starke Temperaturschwankungen auftreten.

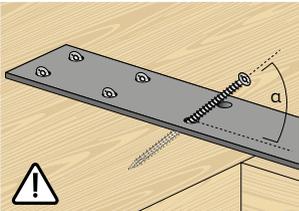


Unbeabsichtigte Beanspruchungen während der Montage vermeiden.

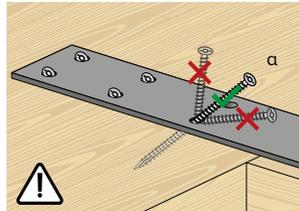


Eine Schrumpfung oder Quellverformung der Holzelemente aufgrund von Feuchtigkeitsschwankungen vermeiden.

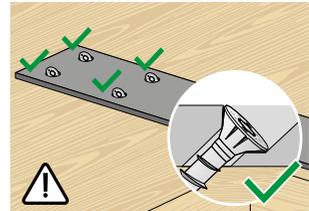
### EINSCHRAUBEN



Auf den Eindrehwinkel achten.



Nicht verbiegen.



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

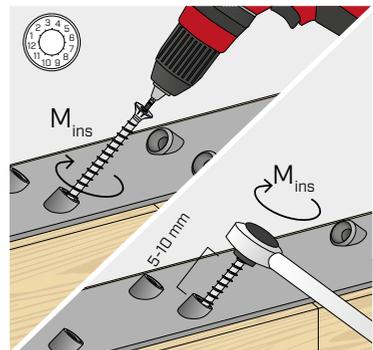
### KLEMMUNG

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:

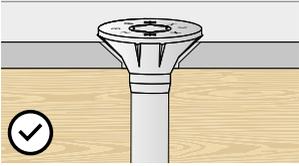
	VGS Ø9	VGS Ø11	VGS Ø11	VGS Ø13
	L < 400 mm		L ≥ 400 mm	
$M_{ins}$ [Nm]	20	30	40	50

	HBSP Ø8	HBSP Ø10	HBSP Ø12
$M_{ins}$ [Nm]	18	25	40

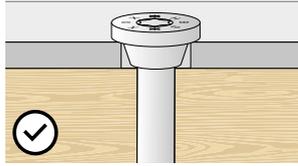


## NACHBEARBEITUNGEN

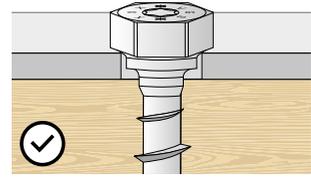
Als Faustregel gilt, dass die gesamte Oberfläche des Schraubenkopfes mit dem Metallelement in Kontakt sein muss.



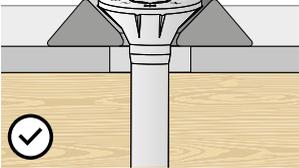
Versenktes Loch.



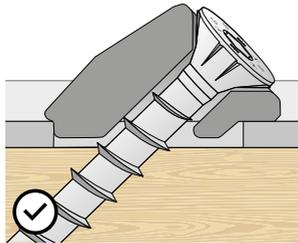
Zylinderförmige Bohrung.



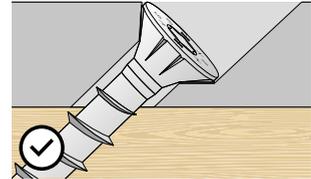
Zylinderförmige Bohrung.



Senkscheibe.



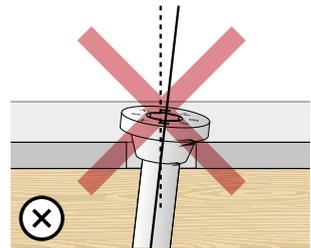
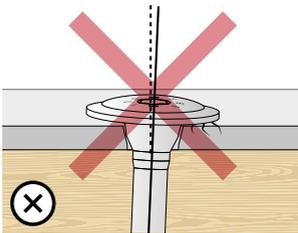
Schräge VGU-Unterlegscheibe



Geneigte versenkte Bohrung

### DARAUF SOLLTEN SIE UNBEDINGT ACHTEN

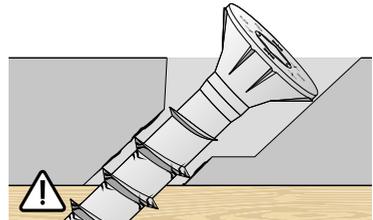
Der große Tellerkopf ist ein kritisches Element bei der Metall-Holz-Anwendung und wird daher nicht empfohlen. Eine nicht perfekte Komplanarität zwischen dem Metallsitz und dem Schraubenkopf kann zu punktuellen Spannungskonzentrationen führen, wodurch es zu örtlich begrenzten Versagenserscheinungen kommt.



## 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.

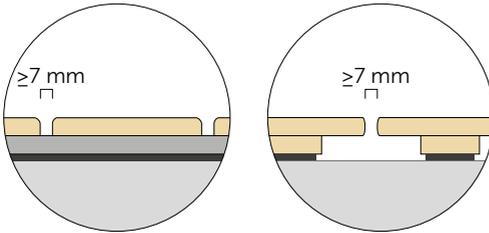
Sicherstellen, dass die Schraube beim Eindrehen nicht in Kontakt mit dem Metallelement gerät.



# KONSTRUKTIONSVORSCHRIFTEN: DECKING

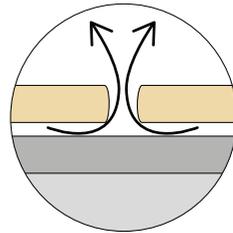
Die Liebe zum Detail sichert Langlebigkeit, ästhetisches Äußeres und Stabilität der Beschichtung. Sie vermeidet außerdem Probleme durch Fäulnis, Risse und Verformungen.

## ABSTAND ZWISCHEN DEN BRETTERN



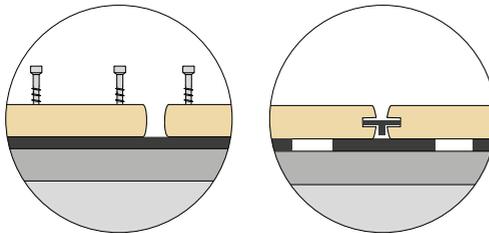
- Ermöglichung der Holzbewegung
- Vermeidung von Wasseransammlung und Fäulnis auf der Stirnseite der Bretter
- Vermeidung von Schmutzansammlungen

## HINTERLÜFTUNG



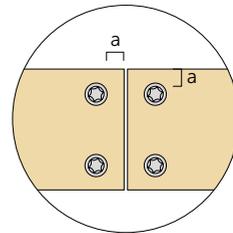
- Vermeidung von Wasser- und Feuchtigkeitsansammlungen
- Ermöglichung der Holzbewegung
- Vermeidung eines direkten Kontakts zwischen den Elementen

## AUSWAHL DER BEFESTIGUNGEN



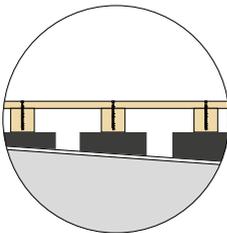
- Gewährleistung von Ästhetik
- Verdeckte oder sichtbare Befestigung

## POSITIONIERUNG DER BEFESTIGUNGEN



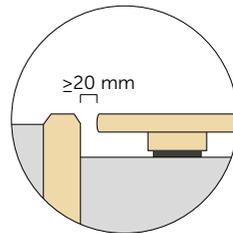
- Vermeidung von Rissen in den Brettern
- Gewährleistung der statischen Anforderung

## 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

*Terrassen:  
Wahl der richtigen  
Schraube und  
Montageanleitung*

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

### BAUZEITPUNKT



### 3 JAHRE SPÄTER



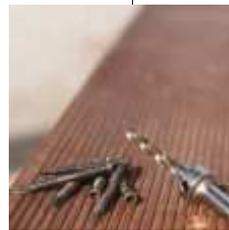
### ROTHOBLAAS EMPFIEHLT



**DRILL STOP**  
BOHRER-SENKER-SATZ  
MIT DREHBAREM  
TIEFENANSCHLAG



**BROAD**  
BOHRER MIT VERSENKER  
FÜR KKT-, KHZ-, KKA-SCHRAUBEN



**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 Außenbereichen benötigen. Entdecken Sie den Leitfaden für den Außenbereich auf unserer Website oder fordern Sie beim Vertriebsmitarbeiter Ihres Vertrauens den Katalog an. [www.rothoblaas.de](http://www.rothoblaas.de)



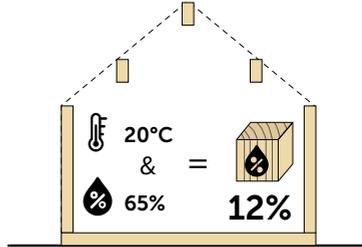
# KONSTRUKTIONSVORSCHRIFTEN: BAUSTELLE

*Baustelle:  
Best Practices  
zur Vermeidung von  
Feuchtigkeit*

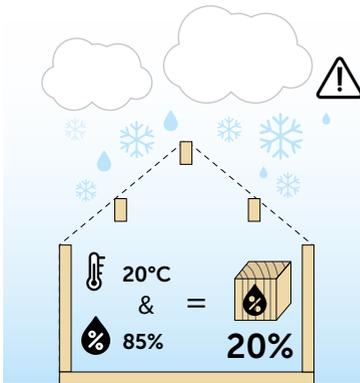
Während des Transports, der Lagerung und der Montage sollten die Holzelemente geschützt werden, um ihre Feuchteschwankungen auf ein Minimum zu reduzieren.

## BAUPHASE: laufende Bauarbeiten

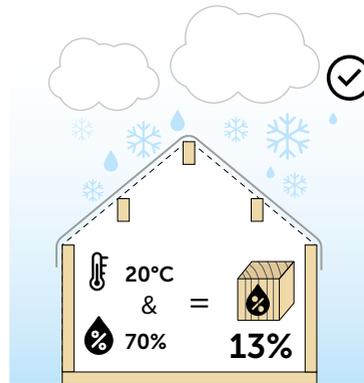
Bei der Montage weisen die Holzelemente einen Feuchtigkeitsgehalt auf, der mit dem des Werks, in dem sie hergestellt wurden, kompatibel ist.



## ZWISCHENPHASE: Die Konstruktion ist Witterungseinflüssen ausgesetzt



ohne die richtigen Produkte

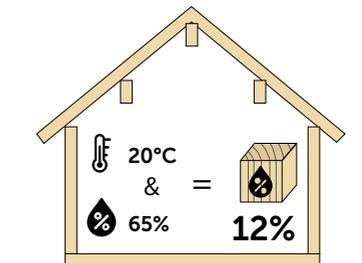


mit den richtigen Produkten

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 Besonderen sorgen dafür, dass die Festigkeit des Bauwerks nicht beeinträchtigt wird.



**CAP TOP  
ABDECKPLANE**



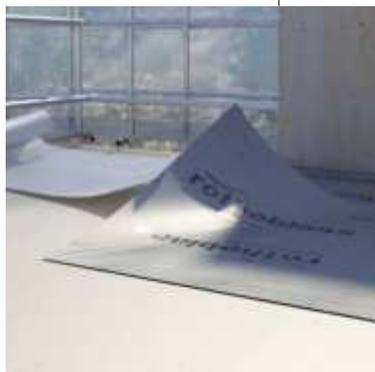
- ▶ Jede Größe ist mit einem verstärkten Hubhaken für eine leichtere Montage ausgestattet.
- ▶ Mit den Metallösen zur Befestigung kann die Abdeckplane Meter für Meter auf dem Dach befestigt werden.
- ▶ Das hohe Flächengewicht und der Materialtyp garantieren eine hohe mechanische Festigkeit und eine lange 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 Abdichtung.
- ▶ **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

Welcher  
Schrauber passt  
am besten zu meinen  
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

### ASB 18

2-GANG-AKKU-BOHRSCHRAUBER



## 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

### B 13 B

2-GANG-BOHRSCHRAUBER



## 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

### D 38 RLE

4-GANG BOHRSCHRAUBER



WERKZEUGE UND MASCHINEN, alles, was Sie für optimales Arbeiten auf der Baustelle benötigen. Entdecken Sie unser Angebot auf der Website oder fragen Sie den Handelsvertreter Ihres Vertrauens nach dem Katalog.  
[www.rothoblaas.de](http://www.rothoblaas.de)



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](http://www.rothoblaas.de) zu finden.

Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2023 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

