


**BRESTA<sup>®</sup>**  
 DAS HOLZBAUMODUL *massiv*

**Bemessungstabellen**



# Bemessungstabellen von BRESTA®

## INHALTSVERZEICHNIS

<b><u>1</u></b>	<b><u>Technische Daten BRESTA®</u></b>	<b><u>2</u></b>
1.1	Allgemeine Materialeigenschaften	2
1.2	Profile von BRESTA®-Modulen	2
1.3	Statische Eigenschaften Nadelholz	3
1.4	Akustische Eigenschaften	4
<b><u>2</u></b>	<b><u>Bemessung von BRESTA®-Decken</u></b>	<b><u>5</u></b>
2.1	Einleitung	5
2.2	Bemessungsdiagramme allgemein	6
2.3	Querschnittswiderstände	8
2.4	Vorbemessung Holz-Beton-Verbund	9
2.5	Vorbemessung Einzellasten	12
2.6	Deckenaufleger	14
2.7	Wechsel	17
2.8	Systemdetails Decken	23
2.9	Beispiele Decken	24
<b><u>3</u></b>	<b><u>Aussteifende Scheiben</u></b>	<b><u>27</u></b>
3.1	Einleitung	27
3.2	Wandscheiben	29
3.3	Deckenscheiben	30
3.4	Scheibensteifigkeit	32
3.5	Montagestoss	32
3.6	Scheibenanschlüsse	33
<b><u>4</u></b>	<b><u>Montage</u></b>	<b><u>35</u></b>
<b><u>5</u></b>	<b><u>Brandschutz</u></b>	<b><u>36</u></b>
<b><u>6</u></b>	<b><u>Literatur</u></b>	<b><u>36</u></b>
6.1	Normen	36
6.2	Forschungsberichte	36
6.3	Bemessungshilfsmittel	36
6.4	Weitere Literatur	36

Version: Oktober 2006

# 1 Technische Daten BRESTA®

## 1.1 Allgemeine Materialeigenschaften

Lieferformate:

Stärke: 80 - 260 mm

Breite: 250 - 2'800 mm

Länge: 400 - 12'000 mm

Holzart:

Fichte/Tanne, auch Lärche, Douglasie, Föhre oder nach Absprache

Lamellenstärke:

t: 30 - 39mm, oder nach Absprache

Verbindung:

Buchendübel ø 20mm, Regelabstand 300mm

Längsverbindung:

Keilzinkung ab 6,0 m, es werden keine stumpfen Lamellenstösse ausgeführt

Oberfläche:

gehobelt, sägeroh (verdickt)

Qualität:

Industrie (I), Auslese (A)

Oberflächenprofile:

scharfkantig, Fas, Falz, Akustik, Plus-Minus

Lieferfeuchte:

u:  $14 \pm 2 \%$  oder nach Absprache

Formänderung/Holzfeuchte (Fichte):

Stärke: ca.  $0,16 \div 0,33 \%$

Breite: Die Bretter schwinden und quellen der Umgebungsfeuchte entsprechend. Sofern keine ausserordentliche Feuchtigkeit einwirkt, nehmen die BRESTA®-Module, auf Grund der raffinierten Dübelverbindung, die Bewegungen in der Breite in sich auf.

Länge: ca.  $0,02 \%$

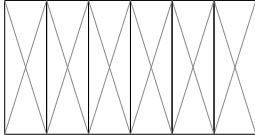
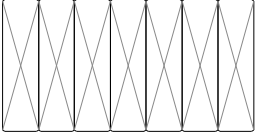
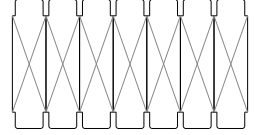
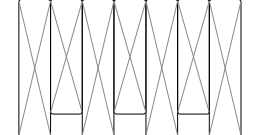
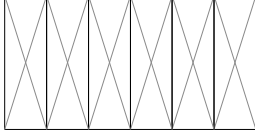
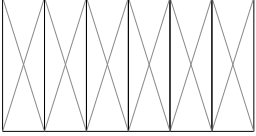
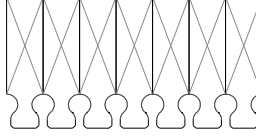
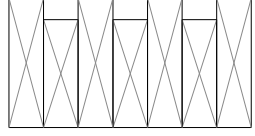
Abbrandgeschwindigkeit (Fichte):

$\beta_0$ : 0,8 mm/min

Spez. Gewicht (Fichte):

$\delta$ : 4,5 kN/m<sup>3</sup>

## 1.2 Profile von BRESTA®-Modulen

Roh	Fas	Falz	Plus-Minus
			
Qualität Industrie, verdickt oder gefräst	Qualität Auslese, einseitig sichtbar, gehobelt	Qualität Auslese, einseitig sichtbar, gehobelt	Qualität Auslese, einseitig sichtbar, gehobelt
Sägeroh	Scharfkantig	Akustik	Plus-Minus
			
Qualität Auslese sägeroh, gefräst	Qualität Auslese, einseitig sichtbar, gehobelt	Qualität Auslese, einseitig sichtbar, gehobelt	Qualität Industrie, gefräst

### 1.3 Statische Eigenschaften Nadelholz

Normative Grundlage:	SIA 265 (2003)
Festigkeitsklassierung Lamellen:	C24 (N/mm <sup>2</sup> )
Biege E-Modul BRESTA®-Modul:	$E_{m,mean}$ 11'000
E-Modul senkrecht zur Faser:	$E_{t/c,90,mean}$ 300
Schubmodul, G-Modul:	$G_{mean}$ 500
	Bemessungswerte
Biegung:	$f_{m,d} \times k_{sys}$ 15,4
Druck parallel zur Faser:	$f_{c,0d}$ 12
Zug parallel zur Faser:	$f_{t,0,d}$ 10
Druck senkrecht zur Faser: (je nach Situation)	$f_{c,90,d}$ 1,8 ÷ 2,9
Abscheren:	$\tau_{a,d}$ 0,9
Schub aus Querkraft:	$f_{v,d} \times k_{sys}$ 1,6
Zug quer zur Faser: (möglichst zu vermeiden!)	$f_{t,90,d}$ 0,1

## 1.4 Akustische Eigenschaften


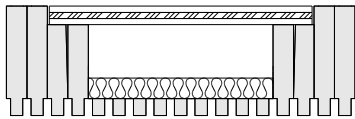
Absorptionsgrad mit Akustikprofil:  $\alpha$ : 0,6

### Grundlagen

- Wandflächen sind nicht berücksichtigt
- Rahmenbedingungen sind von Fall zu Fall zu prüfen

### Bemessung

- Prüfung im Labor und, oder rechnerische Ermittlung

Variante	Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
 Lamellenbreiten 30-36mm	0,02	0,04	0,05	0,06	0,25	0,10
 Anteil BRESTA® ca. 4/5 Anteil Akustikelement ca. 1/5	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40

## 2 Bemessung von BRESTA®-Decken

### 2.1 Einleitung

#### 2.1.1 Allgemein

Bei der Bemessung von Decken werden entsprechend der Anforderung durch den Nutzer, des statischen Systems und der zu erwartenden Einwirkungen unterschiedliche Kriterien der Gebrauchstauglichkeit oder der Tragsicherheit massgebend.

Bei Landwirtschafts- und Industriebauten können nach Absprache unter Umständen "weichere" Decken akzeptiert werden. Dies sollte jedoch vor Planungsbeginn schriftlich festgehalten werden.

Bei Wohnungsdecken ist eine genauere Betrachtung der Deckendimension und des Bodenaufbaues ratsam.

In den folgenden Ausführungen erhalten Sie einfache Tabellen für die Bemessung von BRESTA®-Modulen für den normalen Einsatz. Diese Tabellen decken die üblichen Bedürfnisse ab. Selbstverständlich liegt es in der Verantwortung des Konstrukteurs, die evtl. von den Tabellen abweichenden Einflüsse zu erkennen und entsprechend zu berücksichtigen.

#### 2.1.2 Schwingverhalten von Decken

Das Schwingungsverhalten einer Deckenkonstruktion ist direkt wahrnehmbar und kann als störend empfunden werden. Während schwingende bez. vibrierende Decken früher von Benutzern eines Holzbaus üblicherweise akzeptiert wurden, werden heute andere Massstäbe angesetzt. Der Bauherr und die Nutzer erwarten ungeachtet ob Massiv- oder Holzbauweise, gleiche Eigenschaften und gleichen Komfort.

Eine "vereinfachte" Bemessung von Wohnungsdecken für den Regelfall nach folgenden Tabellen ( $w \leq l/600$ ) hat sich als genügend erwiesen. Um jedoch einen Querschnitt präziser auszureizen zu können, werden nachstehende Berechnungsarten empfohlen. In diesem Fall ist der Einbezug eines Holzbauingenieurs ratsam.

#### 2.1.3 Bemessungsvorschlag

Die Abschätzung der Schwingungsanfälligkeit von Holzdecken lässt sich gemäss Untersuchungen von Kreuzinger und Moor aufgrund drei verschiedener Kriterien vornehmen, die getrennt voneinander zu behandeln sind:

##### *Eigenfrequenz + Schwingbeschleunigung:*

Begrenzung der Mindestfrequenz oder der resultierenden Schwingbeschleunigung.

##### *Systemsteifigkeit:*

Festlegung einer erforderlicher Mindeststeifigkeit unter Berücksichtigung des Aufbaus und einer punktuellen Belastung.

##### *Masseanforderung:*

Begrenzung der Impulsgeschwindigkeit auf Erfahrungswerte.

Zusammengefasst fliessen in eine umfassende Bemessung die Stützweite, das Eigengewicht, die Dämpfung (Abklingverhalten von Schwingungen), die Längs- und die Quersteifigkeit eines Systems ein.

Ein praxisgerechtes, vereinfachtes Nachweisverfahren, das in allen Fällen eine zutreffende Beurteilung des Grenzzustands Komfort von Deckensystemen erlaubt, ist zur Zeit noch nicht bekannt.

#### 2.1.4 Weiterführende Literatur

- Holzbautabellen: *HBT 1*: Handbuch für die Bemessung. Ausgabe 2005. Lignum Holzwirtschaft Schweiz, Zürich. ISBN 3-906703-17-7
- Kreuzinger, H., Moor, B: *Gebrauchstauglichkeit von Wohnungsdecken aus Holz*. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart. ISBN 3-816-5487-2
- SIA DOK D 0195: *Holzbau: Bemessungsbeispiele zur Norm SIA 265*. sia Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein, Zürich. ISBN 3-908483-68-9

## 2.2 Bemessungsdiagramme allgemein

### 2.2.1 Landwirtschafts- und Industriebaute

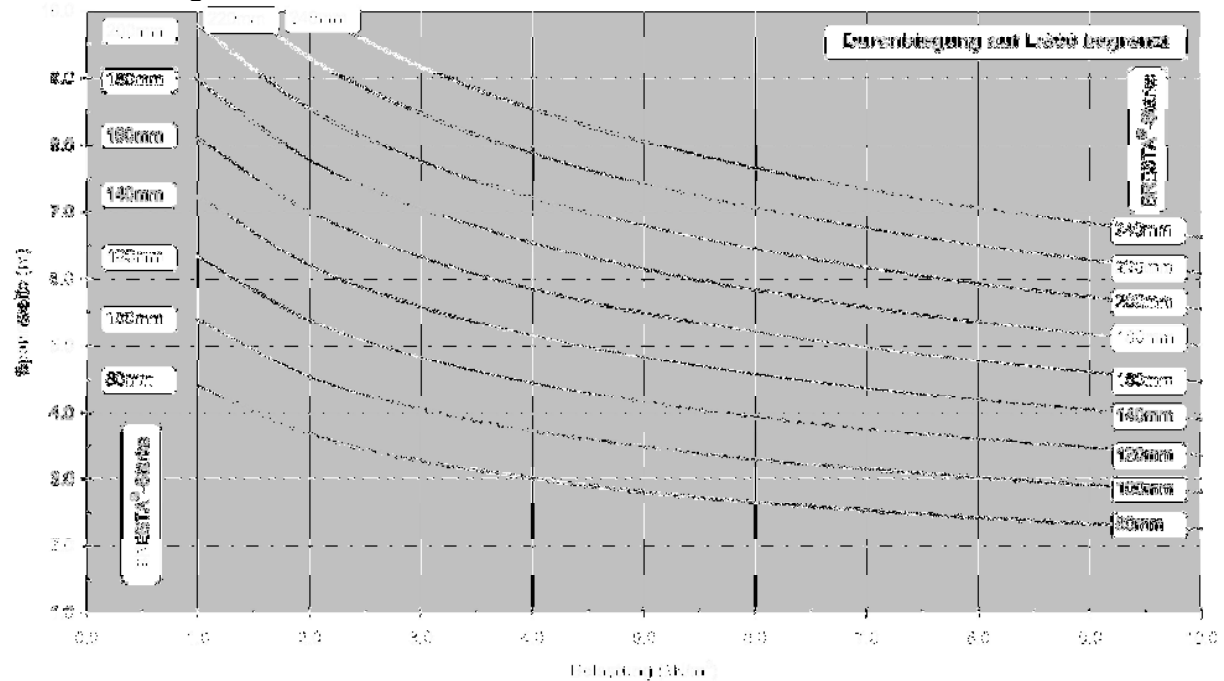
#### Grundlagen

- Statisches System: Einfeldträger
- Vor Witterung geschützte Bauteile (Feuchteklasse 1  $\rightarrow \eta_w=1.0$ )
- Lastangaben auf Niveau "Gebrauchslasten", ohne Teilsicherheitsfaktoren
- Belastung = Auflast + Nutzlast (ohne BRESTA®)
- E-Modul: 11'000 N/mm<sup>2</sup>

#### Bemessung

- Tragsicherheit nach SIA 265 erfüllt
- Durchbiegung ist auf  $l/300$  begrenzt
- Eigengewicht BRESTA® ist in Diagramm berücksichtigt
- Auflager und Verschwächungen sind speziell nachzuweisen!

### Vorbemessung BRESTA®-Decken "Landwirtschafts- + Industriebau"





## 2.2.2 Bemessung von Wohnbau

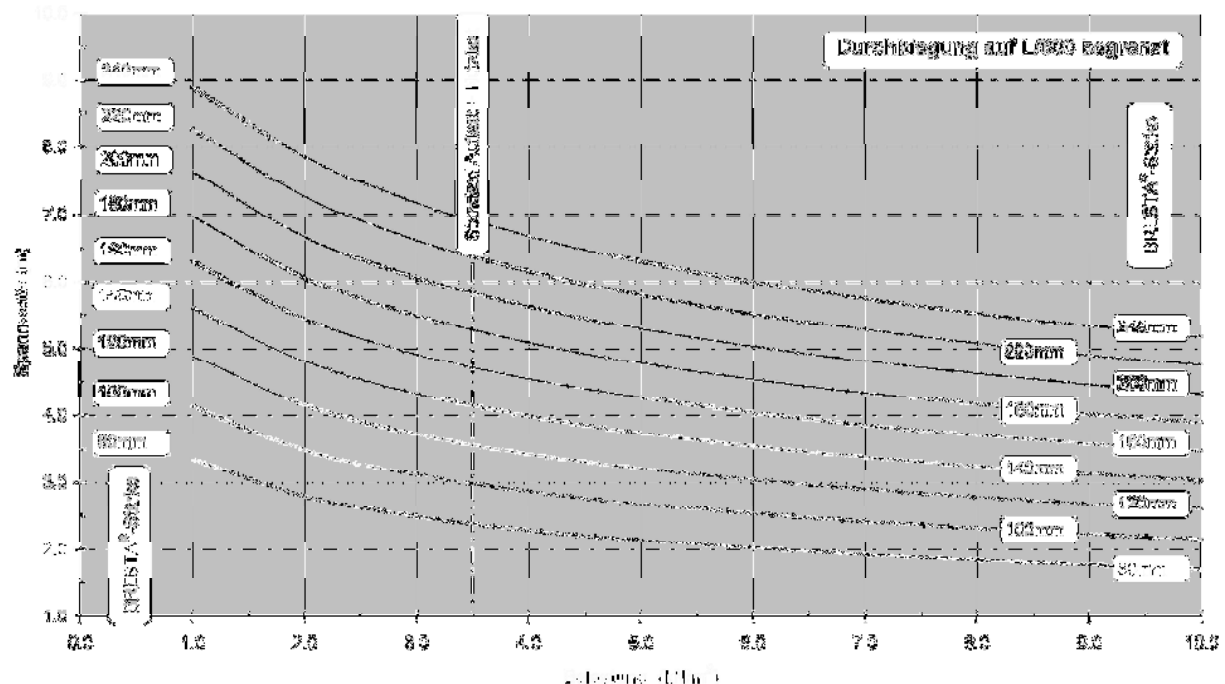
### Grundlagen

- Statisches System: Einfeldträger
- Vor Witterung geschützte Bauteile (Feuchteklasse 1  $\rightarrow \eta_w=1.0$ )
- Lastangaben auf Niveau "Gebrauchslasten", ohne Teilsicherheitsfaktoren
- Belastung = Auflast + Nutzlast (ohne BRESTA®)
- E-Modul: 11'000 N/mm<sup>2</sup>
- Standard Auflast und Nutzlast beziehen sich auf Erfahrungswerte bei Wohnbauten.

### Bemessung

- Tragsicherheit nach SIA 265 erfüllt
- Durchbiegung ist auf  $l/600$  begrenzt (im Wohnungsbau immer zutreffend)
- Dynamisches Verhalten ist ab  $L=6.0m$  Spannweite speziell zu untersuchen
- Eigengewicht BRESTA® ist in Diagramm berücksichtigt
- Auflager und Verschwächungen sind speziell nachzuweisen

### Vorbemessung BRESTA®-Decken "Wohnbauten"

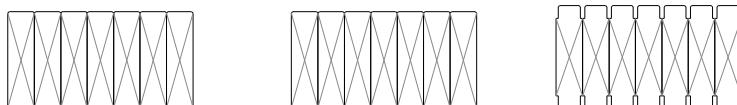


## 2.3 Querschnittswiderstände

### 2.3.1 Grundlagen

- Norm SIA 265: 2003 (Holzbau)
- Lamellen C24 oder FKII
- Vor Witterung geschützte Bauteile (Feuchteklasse 1  $\rightarrow \eta_w=1.0$ )
- Keine örtlichen Verschwächungen

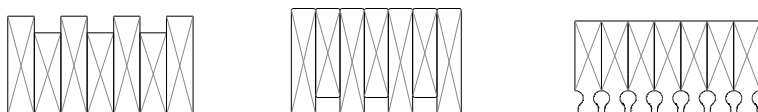
### 2.3.2 Profile: Scharfkantig, Fas, Falz



				Norm SIA 265 (2003)	
				Bemessungswert Tragwiderstand	
Höhe	Eigenlast	Trägheitsmoment	Steifigkeit	Querkraft: $V_{z,Rd}$	Moment: $M_{y,Rd}$
BRESTA <sup>®</sup>	$G_k$	$I_y$	$EI_y$	$f_{t,k} \times k_{90} \times A / 1.5$	$f_{t,k} \times k_{90} \times W_y$
(mm)	(kN/m)	(mm <sup>4</sup> /m <sup>3</sup> × 10 <sup>3</sup> )	(kNm <sup>2</sup> /m)	(kN/m)	(kNm/m)
80	0.4	42.7	469.3	88.0	16.4
100	0.5	83.3	916.7	110.0	26.7
120	0.6	144.0	1584.0	132.0	37.0
140	0.7	238.7	2515.3	154.0	50.3
160	0.8	341.3	3754.7	176.0	65.7
180	0.9	466.0	5146.0	198.0	83.2
200	1.0	666.7	7333.3	220.0	102.7
220	1.1	887.3	9760.7	242.0	124.2
240	1.2	1152.0	12672.0	264.0	147.5

### 2.3.3 Profile: Plus-Minus, Akustik

Beim Bemessungswert für die Querkraft ist der Reduktionsfaktor ( $k_{red}$ ), für ein allfälliger Auflagerfalz von 20mm Tiefe auf der Profilseite, bereits berücksichtigt.



				Norm SIA 265 (2003)	
				Bemessungswert Tragwiderstand	
Höhe	Eigenlast	Trägheitsmoment	Steifigkeit	Querkraft: $V_{z,Rd}$	Moment: $M_{y,Rd}$
BRESTA <sup>®</sup>	$G_k$	$I_y$	$EI_y$	$f_{t,k} \times k_{90} \times A / 1.5$	$f_{t,k} \times k_{90} \times W_y$
(mm)	(kN/m)	(mm <sup>4</sup> /m <sup>3</sup> × 10 <sup>3</sup> )	(kNm <sup>2</sup> /m)	(kN/m)	(kNm/m)
80	0.4	32.0	352.5	63.9	11.1
100	0.5	65.0	717.4	88.0	18.4
120	0.6	116.4	1280.3	110.0	27.8
140	0.7	189.6	2085.2	132.0	39.7
160	0.8	288.7	3176.1	154.0	52.5
180	0.9	417.9	4596.9	176.0	68.0
200	1.0	581.7	6391.8	198.0	85.4
220	1.1	782.2	8604.6	220.0	105.0
240	1.2	1025.4	11279.5	242.0	126.6

## 2.4 Vorbemessung Holz-Beton-Verbund

### 2.4.1 Allgemeines

#### Holz-Beton-Verbunddecken (HBV)

HBV-Decken sind eine sinnvolle Alternative bei erhöhten Anforderungen an Schall-, Brandschutz, grösseren Spannweiten und oder höheren Nutzlasten.

Dabei wird nach der Holzbaumontage über die vollflächig verlegten BRESTA®-Module ein schubfester Überbeton aufgegossen. Für die Schubverbindung stehen verschiedene Systeme zur Auswahl.

#### Schwindbewehrung

Bei HBV-Decken ist normalerweise eine Schwindbewehrung vorzusehen:

Armierungsnetz z. B. artec 500-B257, Überdeckung min. 20mm

#### Betonqualität

Der Überbeton kann mit einer Betonpumpe oder mit Schubkarren eingebracht werden. In der Praxis hat sich ein schwundarmer Beton nach folgendem Rezept bewährt:

- Gruppe NPK A
- Festigkeit C25/30
- Grösstkorn Dmax 16mm
- Exposition XC1 XC2
- Chloridgehalt C1 0,10
- Konsistenz C3
- Anwendung Pumpbeton

#### Abspriessung

Für die erste Phase der Betonaushärtung ist eine lineare Spriessung vorzusehen.

#### Ausführung

Die im Rohbau beteiligten Gewerke, insbesondere der Installateure, sollen vor Abschluss der Werkplanung des Holzbaus koordiniert werden.

#### Holz-Beton-Verbund und Komfortlüftung

Die Schwindbewehrung und die Überdeckung von min. 20mm muss auch bei eingelegten Installationen gewährleistet sein. Bei Decken mit eingelegten Leitungen für Komfortlüftungen wird empfohlen, die minimale Betonstärken  $\geq 120\text{mm}$  zu wählen.

### 2.4.2 Grundlagen zu den Vorbemessungstabellen

#### Generelle Grundlagen

- Statisches System: Einfeldträger
- Norm SIA 265: 2003 (Holzbau)
- Norm SIA 262: 2003 (Betonbau)
- Lastangaben auf Niveau "Gebrauchslasten", ohne Teilsicherheitsfaktoren
- Eigengewicht BRESTA® und Beton ist in den Diagrammen berücksichtigt
- Lamellen E-Modul:  $11'000 \text{ N/mm}^2$
- Beton E-Modul:  $30'000 \text{ N/mm}^2$
- Vor Witterung geschützte Bauteile (Feuchtekategorie 1  $\rightarrow \eta_w=1.0$ )
- Durchbiegung ist auf  $l/350$  begrenzt
- Kriechen von Holz + Beton berücksichtigt

#### Bemessung

Für die Ausführung müssen die Decken inkl. den Auflagerdetails durch einen Ingenieur genauer untersucht und die entsprechenden Armierungspläne gezeichnet werden.

Aussparungen und eingelegte Installationen sind vorgängig zu koordinieren und in der statischen Bemessung zu berücksichtigen.

Die rechnerischen Nachweise für Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit können je nach System mit dem " $\gamma$ -Verfahren" oder dem "Gesamtquerschnittsverfahren" für Verbundquerschnitte geführt werden.

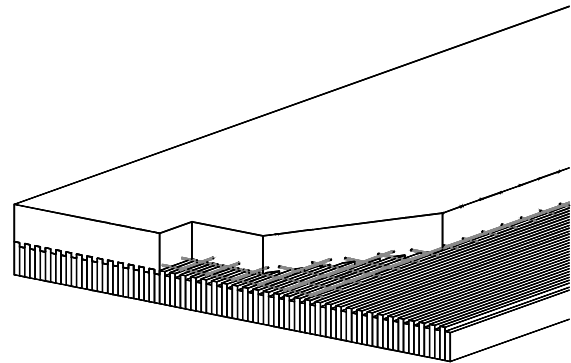
### 2.4.3 Verbunddecke Systeme Plus-Minus und Kerve

# Grundlagen

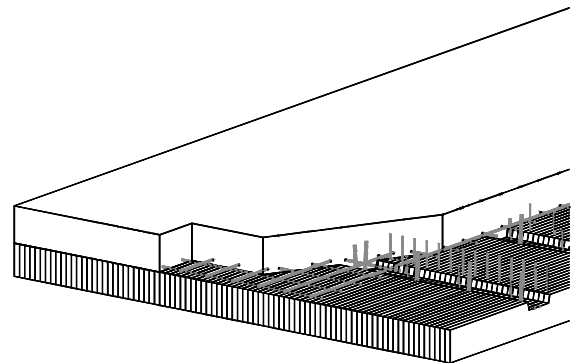
siehe 2.4.2 "Grundlagen zu den Vorbemessungstabellen"

## Bemessung

- Die Tabelle ist nur für die Vorbemessung bestimmt und kein Ersatz für einen statischen Nachweis.
- Die angegebene BRESTA® und Beton-Stärken beim System "Plus-Minus" entsprechen den minimalen Durchschnittswerten
- Die Angaben der BRESTA® Stärken beim System "Kerbe" entsprechen der Holzstärke ohne Kerbe
- Mit dem Faktor 2.3 für Auflasten wird dem Kriechanteil der ständigen Lasten Rechnung getragen



## System Plus-Minus



## System Kerve

### Beispiel

HBV in Wohnraum, Spannweite 6.5m,

Kategorie  $A_1 \rightarrow 2.0 \text{ kN/m}^2$

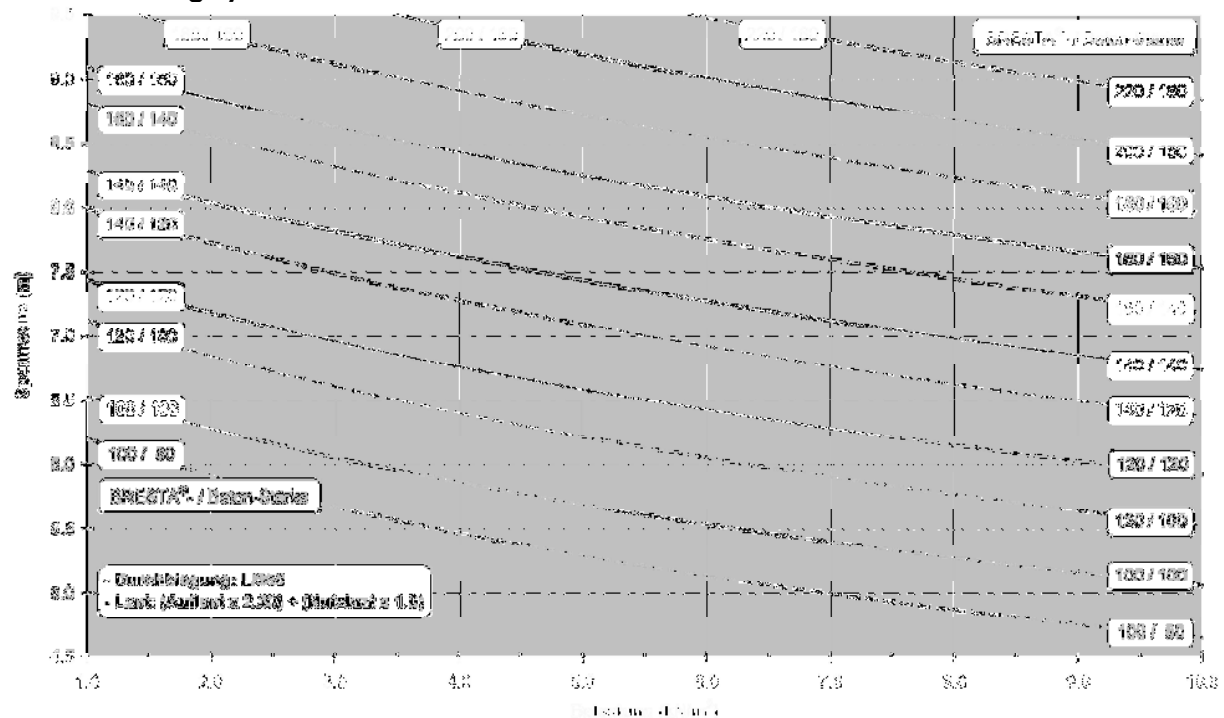
Auflast Bodenaufbau:  $2.0 \text{ kN/m}^2$

→ Tabellenlast:  $2.0 + 2.3 \times 2.0 = 6.6 \text{ kN/m}^2$

→ BRESTA® 140mm, Beton 120mm

BRESTA® 160mm, Beton 140mm

## Vorbemessung Systeme Plus-Minus und Kerve



## 2.4.4 Akustik-Verbunddecke ("Schulhausdecke")

### Grundlagen

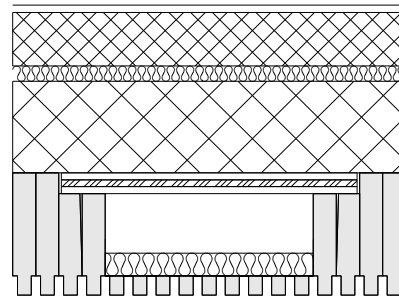
siehe 2.4.2 "Grundlagen zu den Vorbemessungstabellen"

### Bemessung und Akustik

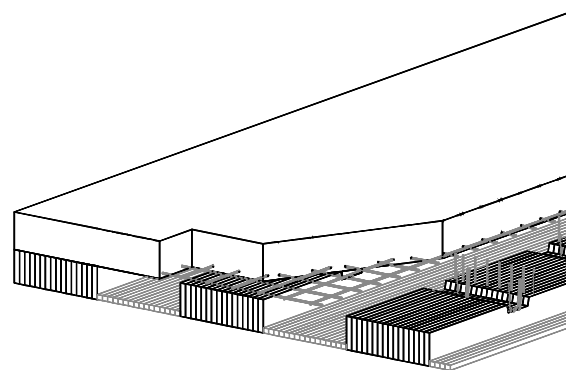
- Die Tabelle ist nur für die Vorbemessung bestimmt und kein Ersatz für einen statischen Nachweis
- Der Anteil Holz zu Hohlraum und die Akustikmassnahmen müssen durch einen Akustiker auf die Raumbedingungen abgestimmt werden.
- Mit dem Faktor 2.3 für Auflasten wird dem Kriechanteil der ständigen Lasten Rechnung getragen

### Beispiel

Schulhausdecke 7.0m,  
Kategorie C1  $\rightarrow 3.0 \text{ kN/m}^2 \times 1.0 = 3.0 \text{ kN/m}^2$   
Auflast Bodenaufbau:  $2.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\rightarrow$  Tabellenlast:  $3.0 + 2.3 \times 2.0 = 7.6 \text{ kN/m}^2$   
 $\rightarrow$  BRESTA® 160mm, Beton 160mm

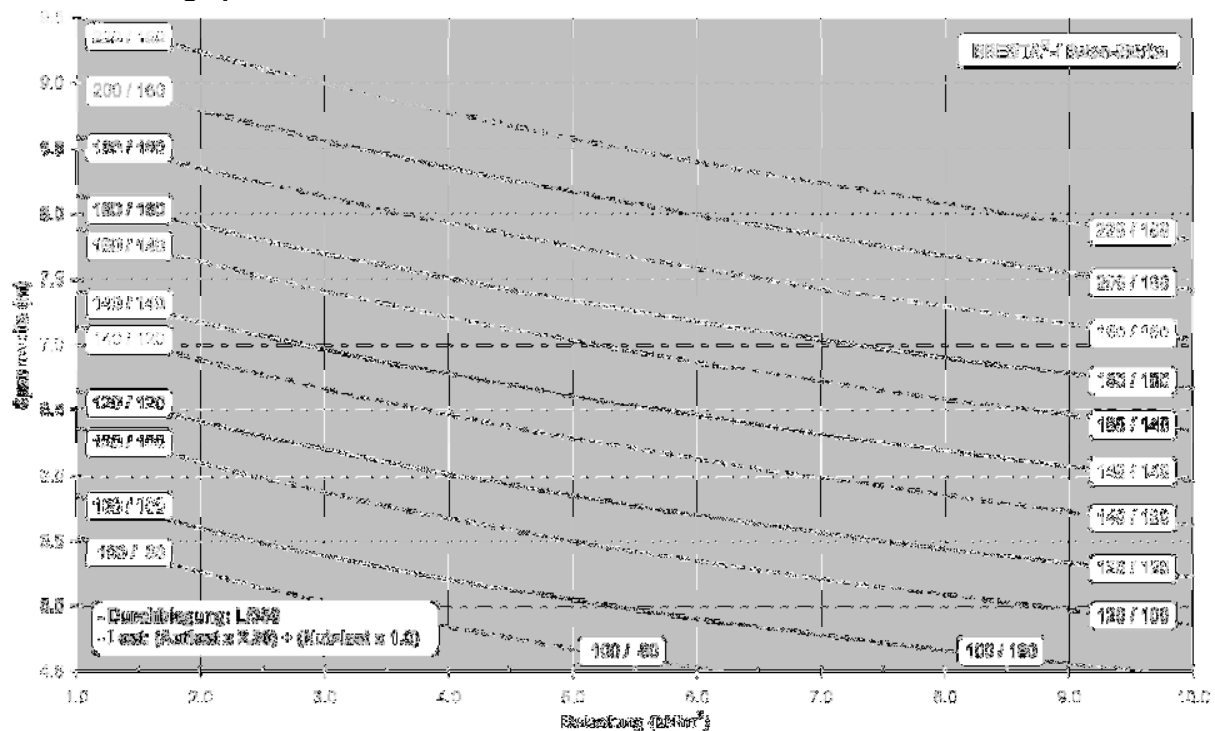


Querschnitt "Schulhausdecke"



System "Schulhausdecke"

### Vorbemessung System "Schulhausdecke"

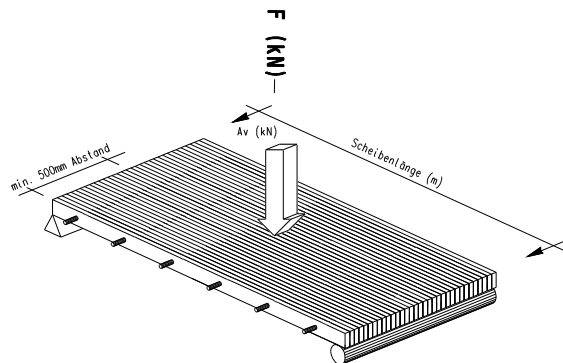


## 2.5 Vorbemessung Einzellasten

### 2.5.1 Allgemein

#### Einleitung

BRESTA®-Module tragen Lasten vorwiegend in Längsrichtung ab. Durch die Verdübelung ist eine beschränkte Lastabtragung quer zu den Lamellen möglich. Die folgenden Vorbemessungstabellen basieren auf Systemrechnungen mit einem einheitlichen Trägerrostmodell.



System Punktlast auf BRESTA®-Modul

#### Grundlagen zu Diagrammen 2.5.2 – 2.5.4

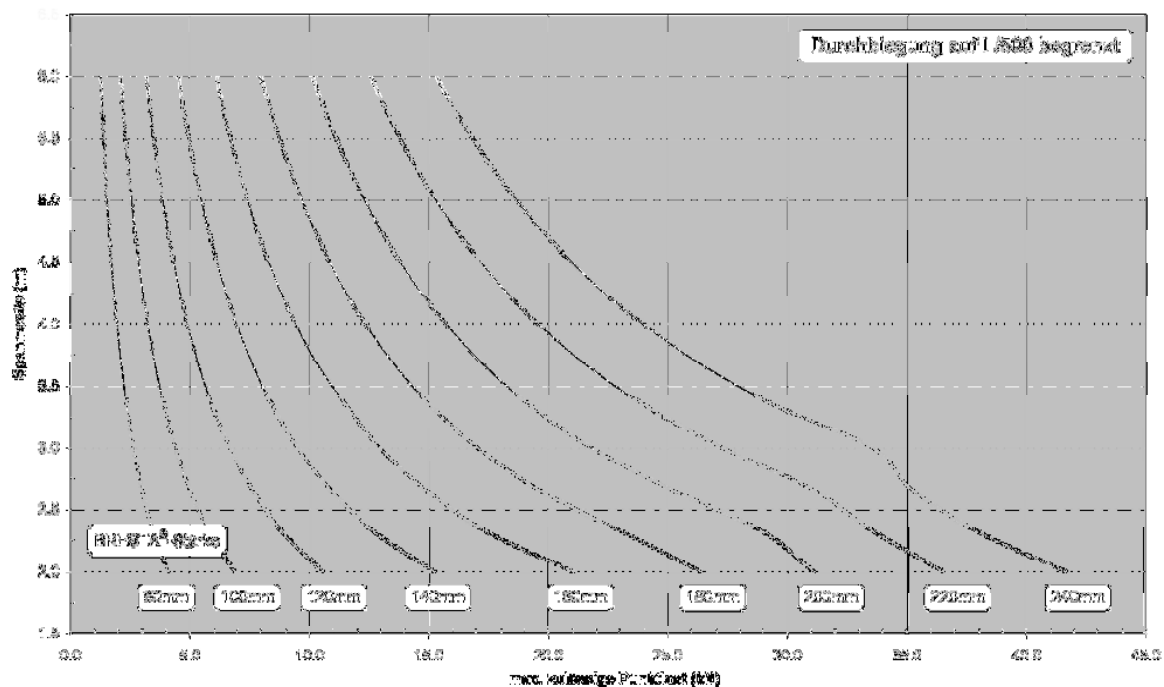
- Statisches System: Einfeldträger
- Punktlast mit min. 500mm Distanz zum seitlichen Rand
- Punktlast in Feldmitte
- Lasteinleitung auf min. 3 Lamellen
- Vor Witterung geschützte Bauteile (Feuchteklasse 1 →  $\eta_w=1.0$ )
- Lastangaben auf Niveau "Gebrauchslasten", ohne Teilsicherheitsfaktoren, bei Tabelle 2.5.4 auf Design-Niveau!
- E-Modul: 11'000 N/mm<sup>2</sup>

#### Vorbemessung

- Tragsicherheit nach SIA 265 ist für die entsprechende Last erfüllt
- Lastfall Einzellast ist mit Lastfall Flächenlast zu kombinieren
- Bei Einbauten mit sprödem Verhalten ist Durchbiegung auf  $l/500$  zu begrenzen
- Kriechen muss wo nötig zusätzlich berücksichtigt werden
- Die Lasteinleitung (Querdruk) ist in je dem Fall separat nachzuweisen
- Auflager und Verschwächungen sind speziell nachzuweisen!

### 2.5.2 Max. Punktlasten auf BRESTA® unter Berücksichtigung $l/500$

#### Vorbemessung Einzellasten $l/500$

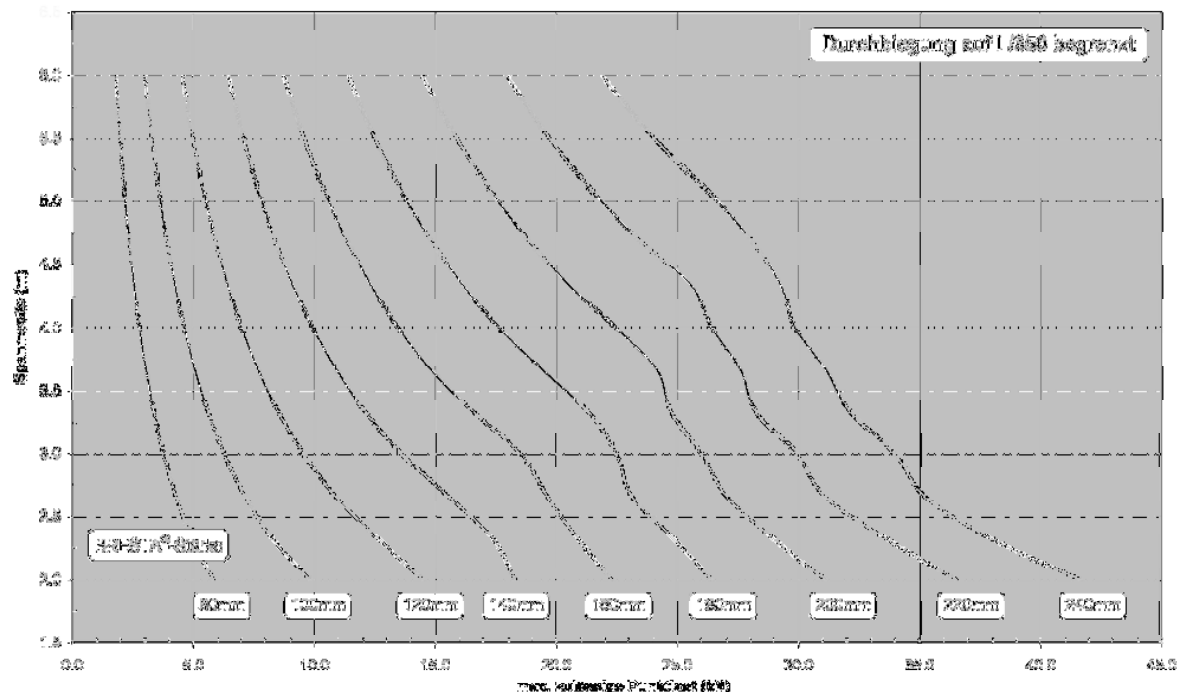




### 2.5.3 Max. Punktlasten auf BRESTA® unter Berücksichtigung I/350

Grundlagen siehe 2.5.1

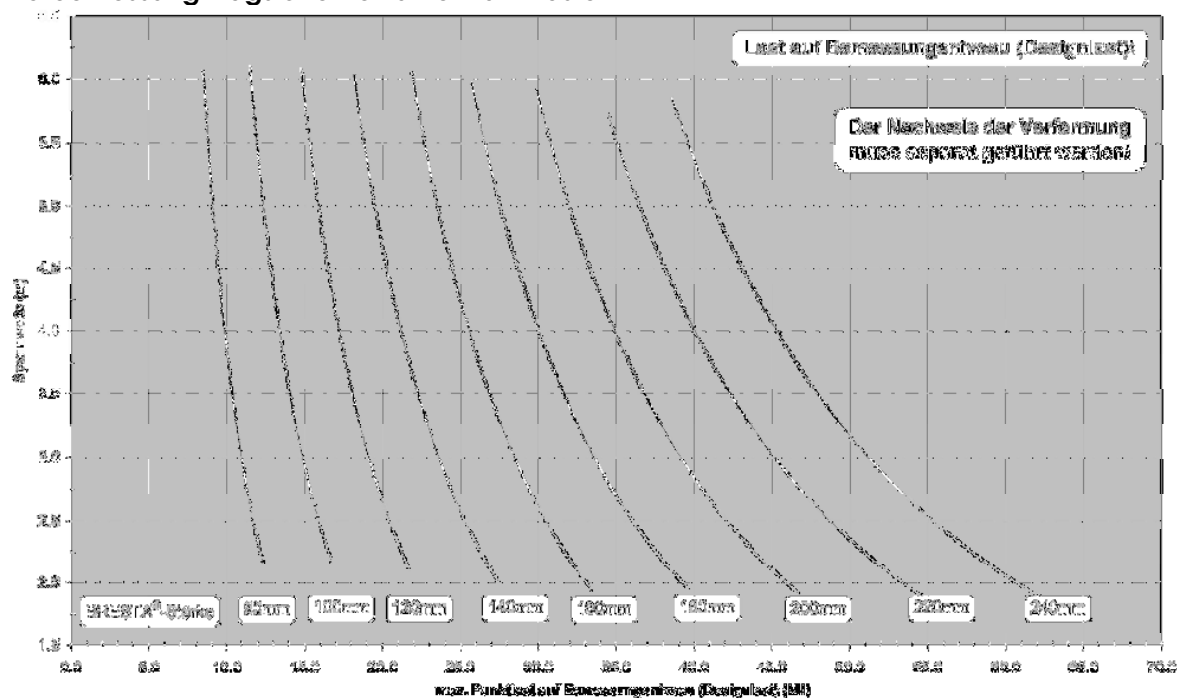
#### Vorbemessung Einzellasten I/350



### 2.5.4 Tragsicherheit von BRESTA®-Decken unter Punktlast

Grundlagen siehe 2.5.1

#### Vorbemessung Tragsicherheit unter Punktlasten



## 2.6 Deckenaufleger

### 2.6.1 Allgemein

#### Grundlagen

- Norm SIA 260: 2003  
(Grundlage der Projektierung)
- Norm SIA 265: 2003 (Holzbau)

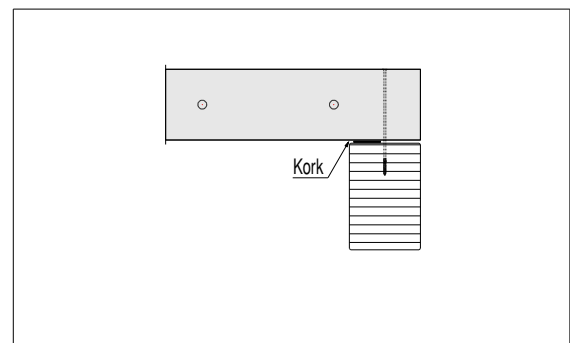
#### Anmerkung

- Die erforderlichen Nachweise sind jeweils je nach Situation zu führen
- Bei Ausklinkungen und Querkzugbeanspruchung ist besondere Vorsicht geboten
- Berechnungsbeispiele sind am Ende des Kapitels zu finden

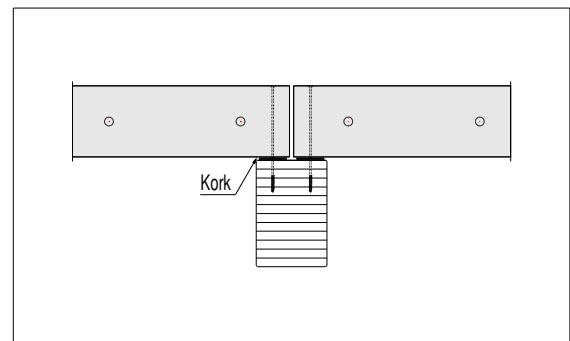
### 2.6.2 Auflager ohne Falz

#### Nachweise:

- Querdruck (SIA 265 4.2.2.2)
- Schub (SIA 265 4.2.5.1)
- Verankerung bei abhebenden Lasten
- Abscheren der Verbindungsmittel bei Scheibenbeanspruchung



Einseitiges Deckenaufleger



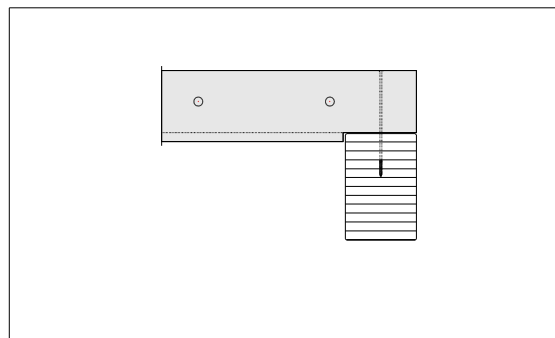
Zweiseitiges Deckenaufleger



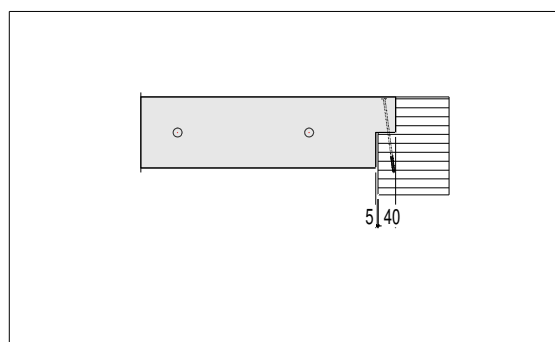
### 2.6.3 Auflager mit Falz

Nachweise:

- Querdruck (SIA 265 4.2.2.2)
- Schub am reduzierten Querschnitt (SIA 265 5.2)
- Verankerung bei abhebenden Lasten
- Abscheren der Verbindungsmittel bei Scheibenbeanspruchung
- Abbrand bei Träger



Auflager mit Falz im Deckenprofil

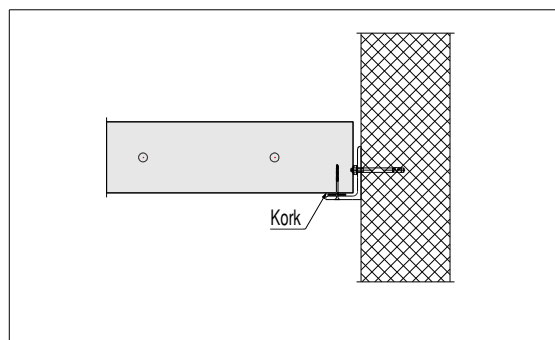


Auflager mit Falz im Haupttrge

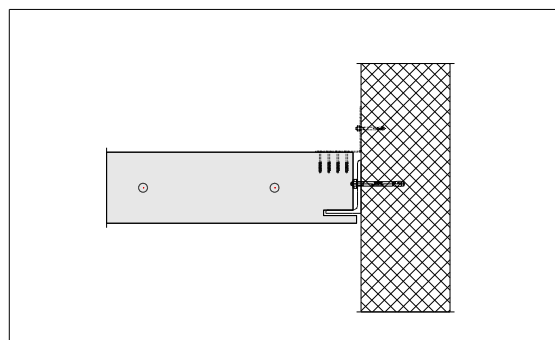
### 2.6.4 Auflager Stahlwinkel (LNP)

Nachweise:

- Querdruck (SIA 265 4.2.2.2)
- Bei Ausflzungen Schubfestigkeit am reduzierten Querschnitt (SIA 265 5.2)
- Verankerung bei abhebenden Lasten
- Abscheren der Verbindungsmittel bei Scheibenbeanspruchung
- Biegebeanspruchung des Stahlwinkels
- Beanspruchung der Befestigung auf Querkraft und Zug aus Exzentermoment
- Brandschutz Stahlteil



Auflager mit sichtbarem L-Profil

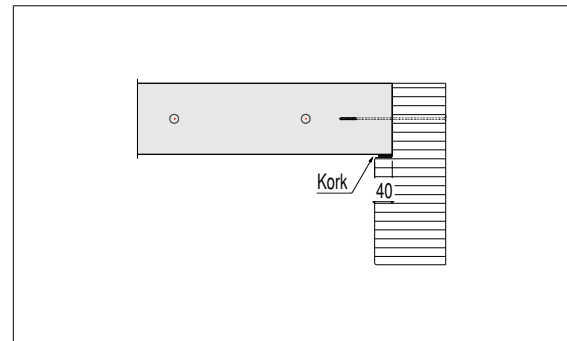


Auflager mit verdecktem L-Profil

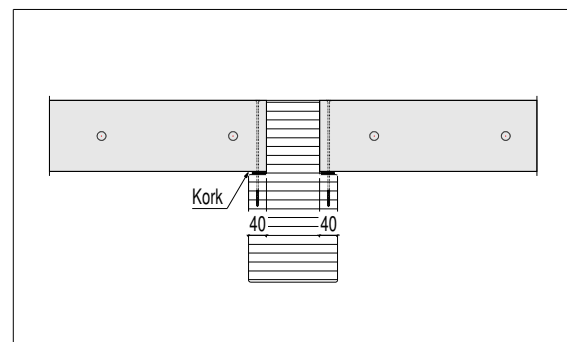
## 2.6.5 Auflager mit BSH und Falz

Nachweise:

- Querdruck Träger und Brettstapel (SIA 265 4.2.2.2)
- Schub im Brettstapel (SIA 265 4.2.5.1)
- Verankerung bei abhebenden Lasten
- Abscheren der Verbindungsmittel bei Scheibenbeanspruchung
- Nachweise am Hauptträger: übliche Nachweise, zusätzlich Abscheren, Querzug und Torsion aus exzentrischer Lastenleitung
- Abbrand bei Träger



Einseitiges Auflager mit ausgeklinktem BSH

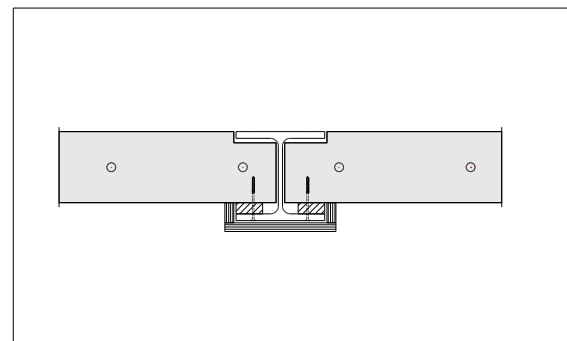


Zweiseitiges Auflager mit ausgeklinktem BSH

## 2.6.6 Auflager mit H-Profil

Nachweise:

- Querdruck (SIA 265 4.2.2.2))
- Schub am reduzierten Querschnitt (SIA 265 4.2.5.1)
- Verankerung bei abhebenden Lasten
- Abscheren der Verbindungsmittel bei Scheibenbeanspruchung

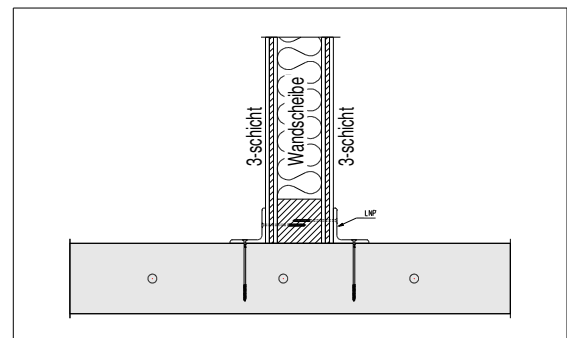


Auflager mit H-Profil

## 2.6.7 Auflager aufgehängt

Nachweise:

- Verankerung im BRESTA® auf ausziehen
- Querzug BRESTA® wenn Einwirktiefe der Verbindungsmittel  $< 0.7h$
- Schub mit Querzug (SIA 265 4.2.7.1)
- Verankerung im Hauptträger
- Abscheren der Verbindungsmittel bei Scheibenbeanspruchung
- Hinweis: Wandelemente mit aufgehängtem BRESTA® werden vorteilhaft mit 3-Schichtplatten beplankt

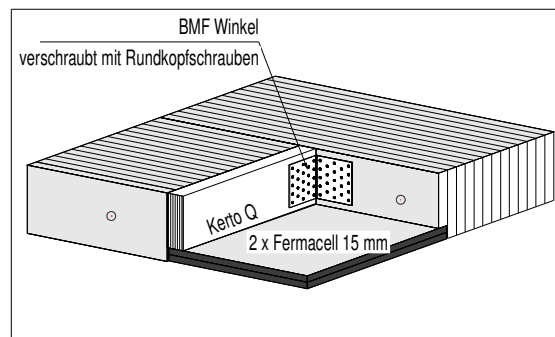


An Wand aufgehängtes Auflager

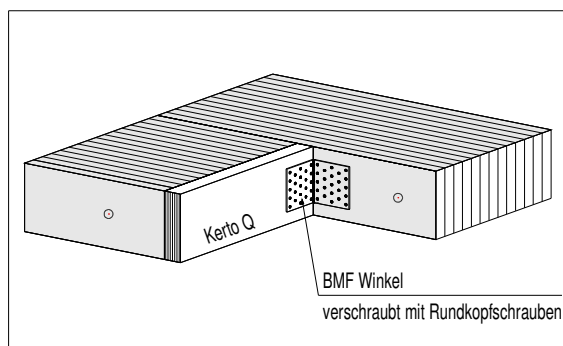
## 2.7 Wechsel

### 2.7.1 Wechselsysteme

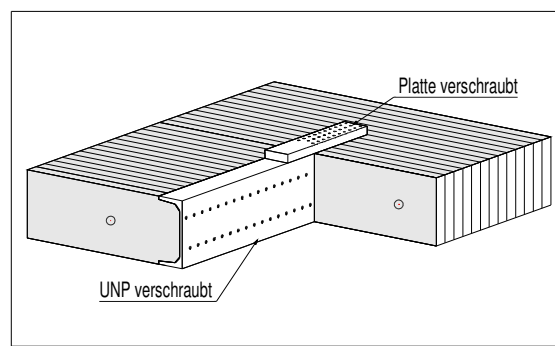
Auswechslungen werden nach Möglichkeit direkt im Werk in die BRESTA®-Module eingebaut. Wechsel mit einer Länge von mehr als 2.5m werden als Einzelteile montiert. Die Wahl des Wechselsystems ist abhängig von: Deckenprofil, Bemessung, Auflagersituation und Deckentyp bei der Auswechslung. Die häufigsten Systeme sind in diesem Kapitel aufgeführt.



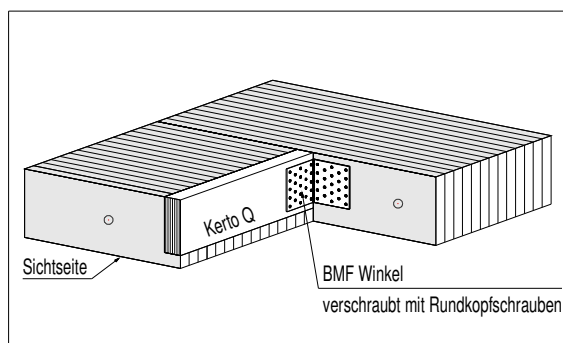
Wechsel mit bündiger Beplankung



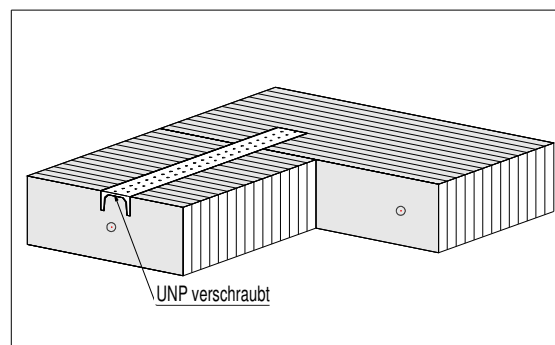
Wechsel bei BRESTA®-Modul "Industrie"



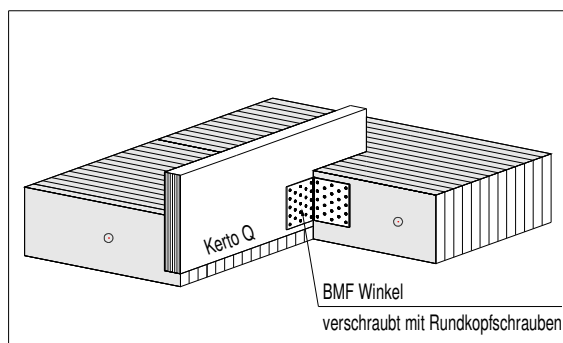
Wechsel mit stehendem UPE-Stahlprofil



Wechsel bei sichtbarem BRESTA®-Modul



Wechsel mit liegendem UNP-Stahlprofil



Wechsel bei Holz-Beton-Verbundsystem

## 2.7.2 Vorbemessung

### Einleitung

Bei Wechseln gelten hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit analoge Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit, wie an das Deckenelement an sich. Die Einhaltung der unter den Grundlagen aufgeführten Bedingung hat sich bei Wechseln in Wohnungs- oder Büroraumdecken als zweckmässig erwiesen.

### Anmerkung

- Die folgenden Diagramme sind für die Vorbemessung von Wechseln bei Wohnungsdecken bestimmt
- Für die Ausführung sind die Auflagerdetails und örtliche Verschwächungen speziell nachzuweisen
- Die Diagramme sind kein Ersatz für einen statischen Nachweis!

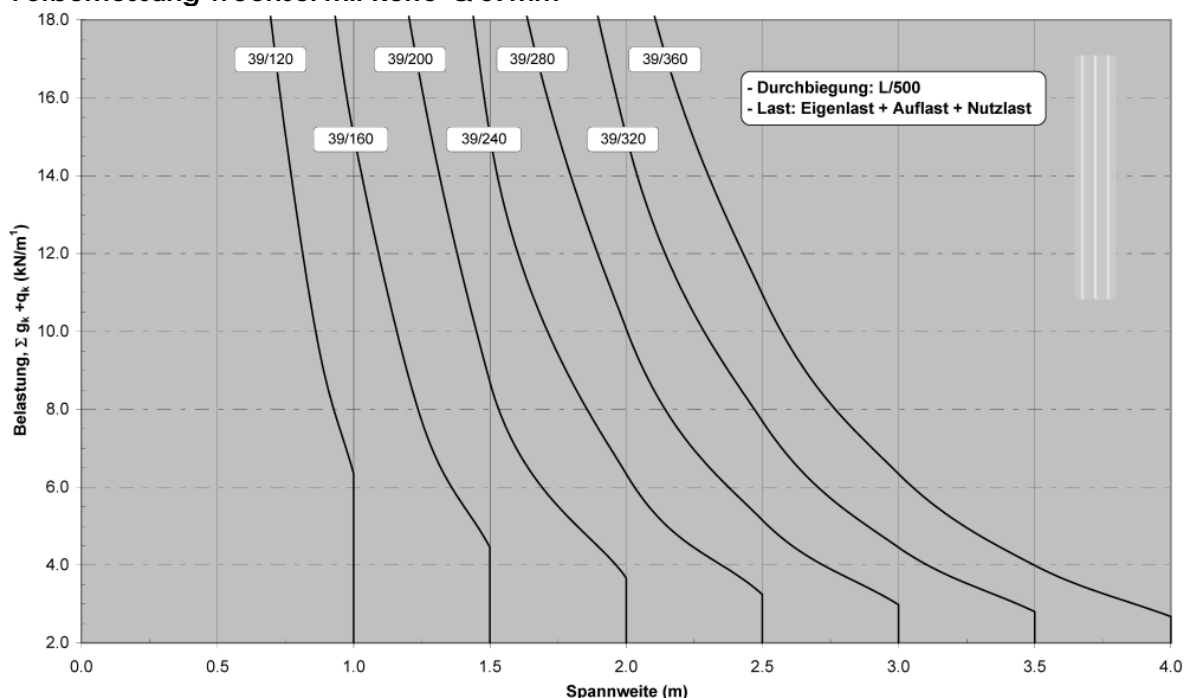
### Grundlagen zu Diagrammen: 2.7.3 – 2.7.5

- Statisches System: Einfeldträger
- Norm SIA 261: 2003 (Einwirkungen auf Tragwerke)
- Norm SIA 265: 2003 (Holzbau)
- Vor Witterung geschützte Bauteile (Feuchtklasse 1  $\rightarrow \eta_w=1.0$ )
- Lastangaben auf "Gebrauchslastniveau", ohne Teilsicherheitsfaktoren
- Nachweis der Biegefestigkeit ist erfüllt
- Durchbiegung ist auf  $l/500$  begrenzt
- Kriecherzeugender Lastanteil von 60% ist berücksichtigt (bei Kerto-Wechsel)
- $f \geq 8\text{Hz}$
- Verformung unter  $Q_k = 1\text{kN}$ ;  $w_{1\text{kN}} \leq 1\text{mm}$
- Das Deckenelement ist biegesteif an den Wechsel anzuschliessen
- Die Einleitung der Auflagerlast muss gewährleistet sein

## 2.7.3 Wechsel mit Kerto-Q 39mm

Grundlagen für die Vorbemessung siehe 2.7.2

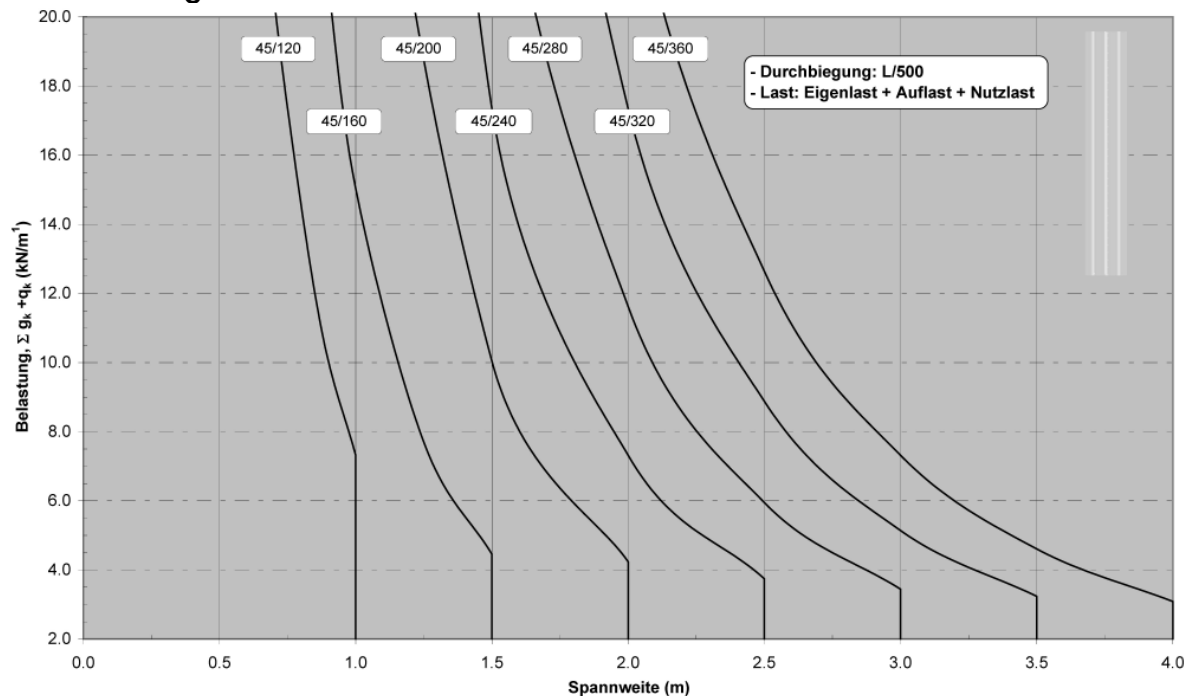
### Vorbemessung Wechsel mit Kerto-Q 39mm



## 2.7.4 Wechsel mit Kerto-Q 45mm

Grundlagen für die Vorbemessung siehe 2.7.2

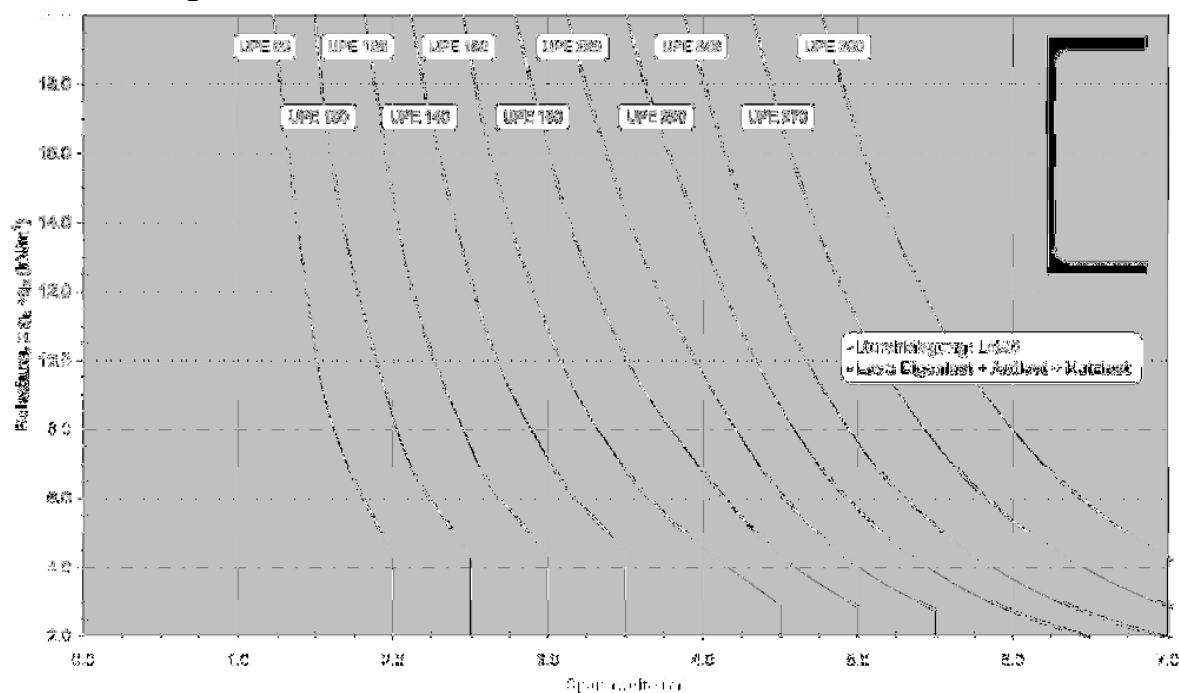
### Vorbemessung Wechsel mit Kerto-Q 45mm



## 2.7.5 Wechsel mit UPE S235 stehend

Grundlagen siehe 2.7.2

### Vorbemessung Wechsel mit stehendem UPE



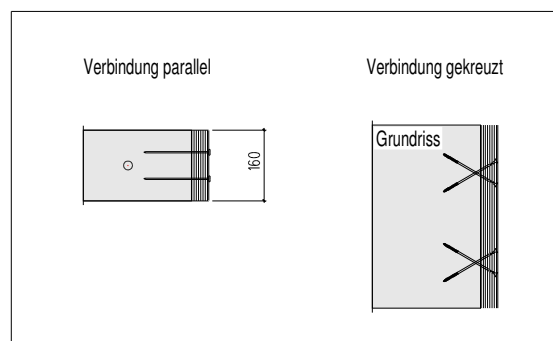
## 2.7.6 Anschluss BRESTA® an Kerto-Wechsel

### Einleitung

Die Stirnverbindung zwischen Stichelementen und Wechselbalken ist entsprechend der Ausführung nachzuweisen. Zur Aufnahme der Querkkräfte sind verschiedene Ausführungsvarianten für eine verdrehungssteife Verbindung möglich. Den aufgeführten Werten für die Bemessung dienen Versuche an der HSB in Biel als Grundlage.

### Bedingungen zu Bemessungswerten

- Vor Witterung geschützte Bauteile, Feuchtekategorie 1 →  $\eta_w=1.0$
- lang- und kurzfristige Einwirkungen →  $\eta_t=1.0$
- Schrauben / Nägel in Lamellenmitte

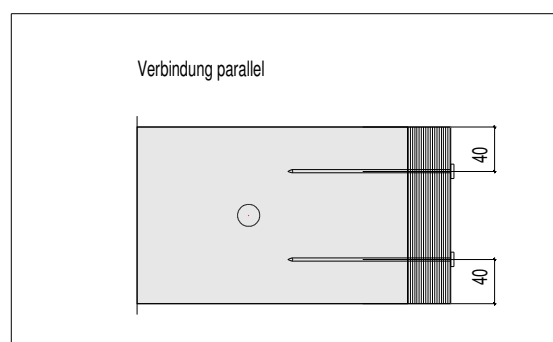


Verbindungen Stichelement mit Wechsel

### Nägel

- Nägel 4,6/160 od. 5,5/160mm ohne Vorbohrung,  $\perp$  zu Wechsel
- Abstände:  
oben: 4,2 Nä/m<sup>1</sup>, e=240mm  
unten: 16,7 Nä/m<sup>1</sup>, e=60mm  
Randabstand oben/unten; 40mm
- Kerto-Q 39 od. 45mm

<b>Empfehlung:</b>	<b>Linienlast <math>\perp</math> auf Wechsel</b>
<b>Bemessung Anschluss BRESTA®-Kerto-Wechsel:</b>	
<b>Bemessungslast (SIA 265)</b>	<b><math>R_{90,d} = 19.5 \text{ kN/m}^1</math></b>

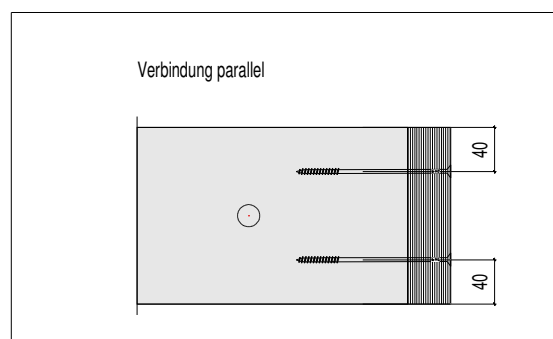


Sticheverbindung mit Nägeln

### Torx-Schrauben parallel zu Fasern

- Torx-Schrauben 6x120mm  $\perp$  zu Wechsel
- Abstände:  
oben: 4,2 St/m<sup>1</sup>, e=240mm  
unten: 16,7 St/m<sup>1</sup>, e=60mm  
Randabstand oben/unten; 40mm
- Kerto-Q 39 od. 45mm

<b>Empfehlung:</b>	<b>Linienlast <math>\perp</math> auf Wechsel</b>
<b>Bemessung Anschluss BRESTA®-Kerto-Wechsel:</b>	
<b>Bemessungslast (SIA 265)</b>	<b><math>R_{90,d} = 32.4 \text{ kN/m}^1</math></b>

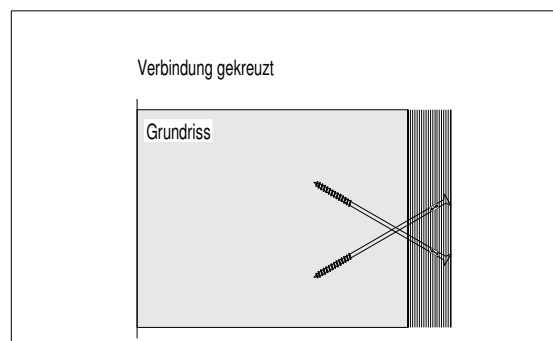


Sticheverbindung mit Torxschrauben parallel

### Torx-Schrauben über Kreuz

- Torx-Schrauben 6x160mm  
 $\alpha=60^\circ$  zu Wechsel, horizontal
- Abstände:  
oben: 16,7 St/m<sup>1</sup>, e=60mm,  $\alpha=60^\circ$   
unten: 16,7 St/m<sup>1</sup>, e=60mm,  $\alpha=-60^\circ$   
Randabstand oben/unten; 40mm
- Kerto-Q 39 od. 45mm

<b>Empfehlung:</b> <b>Bemessung Anschluss</b> <b>BRESTA®-Kerto-Wechsel:</b>	<b>Linienlast <math>\perp</math></b> <b>auf Wechsel</b>
<b>Bemessungslast (SIA 265)</b>	<b><math>R_{90,d} = 50.8 \text{ kN/m}^1</math></b>

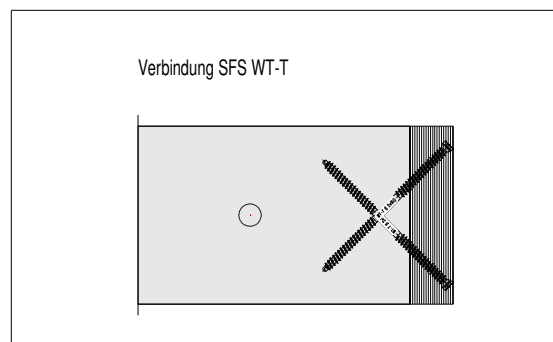


Sticherverbindung mit Torxschrauben 60°

### SFS-WT-T-Schrauben über Kreuz

- Schrauben SFS WT-T-6,5x130mm  
 $\alpha=45^\circ$  zur Horizontalen
- Abstände:  
16,7 Paar/m<sup>1</sup>, e=60mm = 33,3 St/m<sup>1</sup>,  
 $\alpha=60^\circ$
- Kerto-Q 39 od. 45mm

<b>Empfehlung:</b> <b>Bemessung Anschluss</b> <b>BRESTA®-Kerto-Wechsel:</b>	<b>Linienlast <math>\perp</math></b> <b>auf Wechsel</b>
<b>Bemessungslast (SIA 265)</b>	<b><math>R_{90,d} = 48.8 \text{ kN/m}^1</math></b>

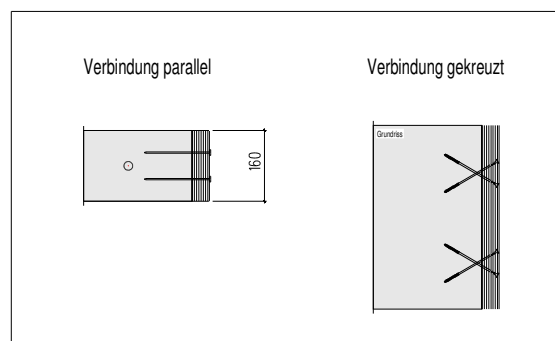


Sticherverbindung mit WT-T-Schrauben gekreuzt

## 2.7.7 Anschluss Wechsel an Deckenelement

### Bedingungen zu Bemessungswerten

- Vor Witterung geschützte Bauteile, Feuchteklasse 1  $\rightarrow \eta_w=1.0$
- lang- und kurzfristige Einwirkungen  $\rightarrow \eta_i=1.0$
- Wechsel gegen Ausdrehen mit Stichelement verbunden

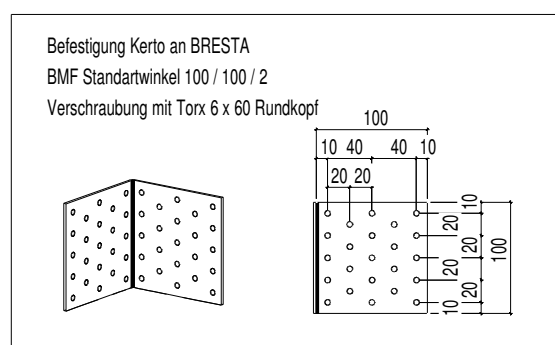


Wechselanschluss

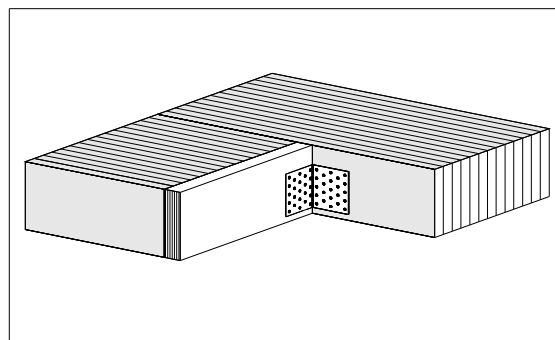
### Standardwinkel

- SIMPSON Strong-Tie (BMF) 100x100x2,5mm
- 2 x 18 St. Rillennägel 4x60, evtl. vorbohren  $\varnothing 3.5\text{mm}$ , od. 5 x 50 BMF-Schrauben

Empfehlung: Bemessung Anschluss Standardwinkel:	Last pro Winkel
Bemessungslast (SIA 265)	$R_{90,d} = 4.9 \text{ kN/St}$



Standardwinkel



Wechselanschluss mit Standardwinkel



## 2.8 Systemdetails Decken

### 2.8.1 Deckenaufleger

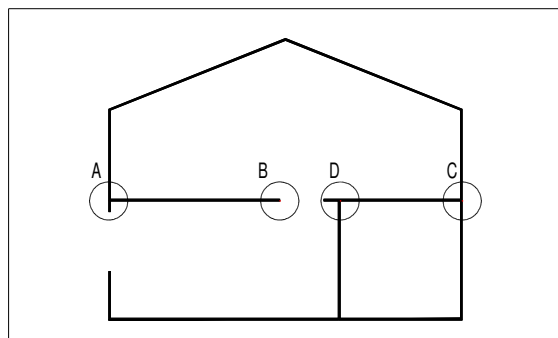
#### Allgemein

Die Detailausbildung der Oberflächen sollte bereits in der Rohbauphase bekannt sein. Bei Sichtprofilen können so die notwendigen Bearbeitungen bereits bei Produktion und Montage berücksichtigt werden.

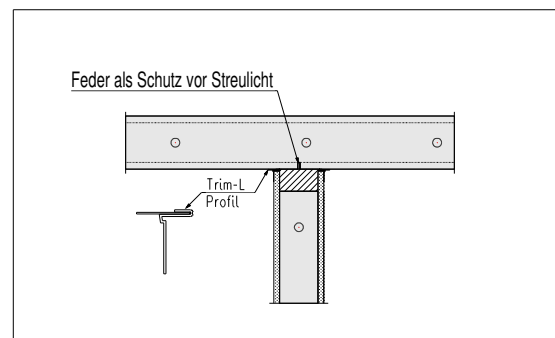
Weitere Detailausbildungen sind im Internet unter [www.bresta.ch](http://www.bresta.ch) verfügbar.



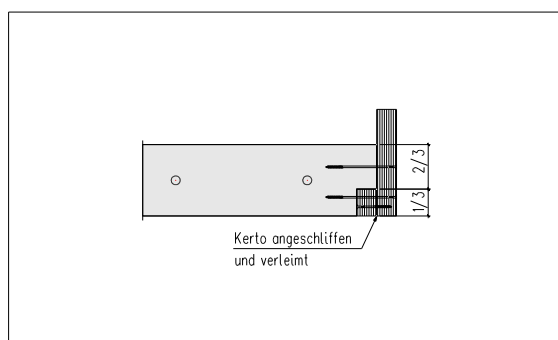
Detail A,B,C: Putzanschluss an Sichtdecke mit Trim-L Profil



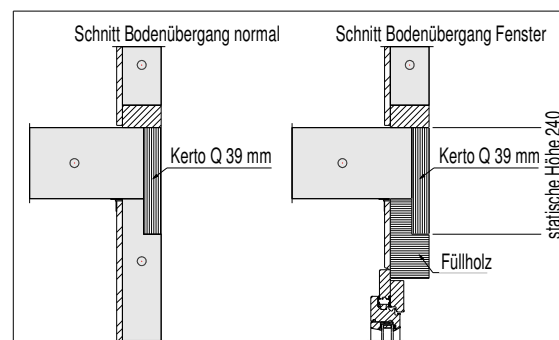
Detailübersicht



Detail D: Streulichtfeder bei Innenwänden



Detail B: Deckenaufleger mit verleimtem Kerto-Q-Träger



Detail A+ C: Geschossübergang mit Einbinder aus Kerto-Q

## 2.9 Beispiele Decken

### 2.9.1 Einleitung

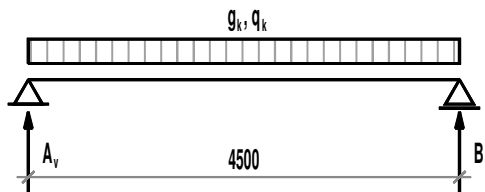
Der Umfang von Bauteilnachweisen in der Praxis liegt im Ermessen des verantwortlichen Ingenieurs. Die nachstehend aufgeführten Beispiele sind als Anregung zu betrachten.

### 2.9.2 Grundlagen

#### Grundlagen der aufgeführten Nachweise

- Norm SIA 265: 2003 (Holzbau)
- Lignum Holzbautabellen 2005 (HBT1), Seite 40
- Norm SIA 260
- Norm SIA 261

#### System



Rechnerische Systembreite: 1.0m

#### Vorgaben für die Beispiele

- Wohnungsdecke Kat. A:  
(Feuchteklasse 1  $\rightarrow \eta_w=1.0$ ), (lang- und kurzfristige Lastenwirkungen,  $\rightarrow \eta_t=1.0$ )
- Deckenaufbau:  
Bodenbelag, Zement-UB 70mm,  
Trittschalldämmung, BRESTA®-Modul 160mm
- Stützweite: 4.5m
- Lasten:  
Summe Eigen- + Auflast  $g_k$ : 2.7kN/m<sup>2</sup>  
Auflast ohne BRESTA®  $g_a$ : 1.9kN/m<sup>2</sup>  
Nutzlast  $q_k$ : 2.0kN/m<sup>2</sup>
- Reduktionsbeiwerte nach SIA 260:  
 $\psi_0$ : 0.7,  $\psi_1$ : 0.5,  $\psi_2$ : 0.3
- BRESTA®-Modul Falz 160mm mit folgen den Querschnittwiderständen per m<sup>1</sup>:  
Biegesteifigkeit:  $EI_y = 3.754 \times 10^{12}$  Nmm<sup>2</sup>  
Biegefestigkeit:  $M_{y,Rd} = 65.7$  kNm  
Querkraftwiderstand:  $V_{z,Rd} = 176.0$  kN
- nicht tragende Zwischenwände mit Gipsplatten (spröde Einbauten)

### 2.9.3 Vorbemessung

$$\text{Belastung} = g_a + q_k = 1.9 + 2.0 = 3.9 \text{ kN/m}^2$$

Spannweite = 4.5m,

sichtbare Oberfläche gewünscht

$\rightarrow$  Bemessung mit:

BRESTA®-Modul 160mm, Profil "Falz"

### 2.9.4 Nachweise der Tragsicherheit

#### Biegefestigkeit

$$M_{E,d} = 1.35 \frac{g_k l^2}{8} + 1.5 \frac{q_k l^2}{8}$$

$$= 1.35 \times 6.83 + 1.5 \times 5.01 = \underline{16.8 \text{ kNm}}$$

$$\frac{M_{E,d}}{M_{y,Rd}} = \frac{16.8 \text{ kNm}}{65.7 \text{ kNm}} = \underline{0.26 < 1.0}$$

#### Querkraft

$$V_{E,d} = 1.35 \frac{g_k l}{2} + 1.5 \frac{q_k l}{2}$$

$$= 1.35 \times 6.08 + 1.5 \times 2.25 = \underline{15.0 \text{ kN}}$$

$$\frac{V_{E,d}}{V_{z,Rd}} = \frac{15.0 \text{ kN}}{176.0 \text{ kN}} = \underline{0.23 < 0.9}$$

### 2.9.5 Nachweise der Gebrauchstauglichkeit

#### Schwingungsverhalten

(Siehe hierzu auch HBT1 2005, Seite 40)

$$m \approx \frac{g + \psi_2 \cdot q_k}{10 \text{ m/s}^2}$$

$$= \frac{2700 + 0.3 \cdot 2000}{10} = \underline{330 \text{ kg/m}^2}$$

$$f_1 \approx \frac{\pi}{2 \cdot l^2} \cdot \sqrt{\frac{EI_{\text{längs}} \cdot 10^6}{m}}$$

$$= \frac{\pi}{2 \cdot 4500^2} \cdot \sqrt{\frac{3754.7 \cdot 10^9 \cdot 10^6}{m}} = \underline{8.3 > 8 \text{ Hz}}$$

Da die 1. Eigenfrequenz der Decke über 8Hz liegt, wird auf den Nachweis der Schwingbeschleunigung verzichtet. Die Steifigkeits- und Masseanforderung werden bei diesem Beispiel nicht massgebend.

### Verformungswerte

Verformung aus Eigen- und Auflast:

$$w_{g,k} \frac{5 \cdot g_k \cdot l^4}{384 \cdot EI} = \frac{5 \cdot 2.7 \cdot 4500^4}{384 \cdot 3'754.7 \cdot 10^9} = \underline{3.8mm}$$

Verformung aus charakteristischer Nutzlast:

$$w_{q,k} \frac{5 \cdot q_k \cdot l^4}{384 \cdot EI} = \frac{5 \cdot 2.0 \cdot 4500^4}{384 \cdot 3'754.7 \cdot 10^9} = \underline{2.8mm}$$

### Funktionstüchtigkeit bei sprödem Verhalten

Verformung aus: Eigen- und Auflast, inkl. Kriechanteil + Nutzlast seltener Einwirkung. Auf die Berücksichtigung des Kriechanteils aus der Nutzlast, quasi-ständiger Einwirkung, wird nach Ermessen der Situation verzichtet.

$$w_{E,d} = (1 + \varphi) \times w_{g,k} + w_{q,k}$$

$$= (1 + 0.6) \times 3.8mm + 1.0 \times 2.8 = 9.0mm \leq \frac{l}{500}$$

### Komfort

Siehe unter Schwingungsverhalten

### Aussehen

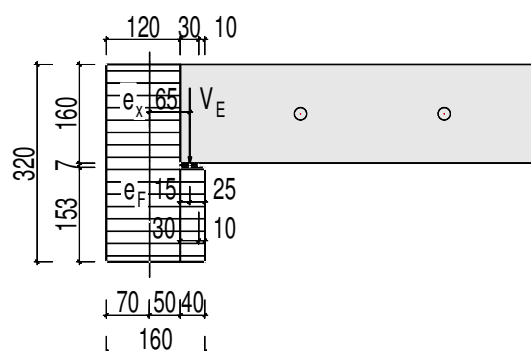
$$w_{E,d} = (1 + \varphi) \times w_{g,k} + (1 + \varphi) \times \psi_2 \times w_{q,k}$$

$$= (1 + 0.6) \times 3.8mm + (1 + 0.6) \times 0.3 \times 2.8$$

$$= 7.4mm \leq \frac{l}{300} = 15.0mm$$

## 2.9.6 Deckenaufleger mit ausgeklinktem Hauptträger

### System



Weitere Vorgaben:

- Hauptträger BSH GI 24h 160/320 mit Falz 40x160 auf der Oberseite
- Auflagerbreite b = 30mm
- Auflagerexzentrizität e\_F = 15mm
- Systemexzentrizität e\_x = 65mm
- Auflagerlast V\_E,d = 15.0kN, f'\_{E,V,d} = 15'000 N/m<sup>1</sup>

### Querdruck der Auflagerfläche

$$\frac{f'_{E,V,d}}{f_{c,90,d}} = \frac{V_{E,d} / b \times l}{f_{c,90,d}}$$

$$= \frac{15'000 / 30 \times 1000}{1.8} = \underline{0.28 < 1.0}$$

Auf Grund der reduzierten Auflagerfläche durch das Falzprofil wird hier auf die Berücksichtigung des Systemfaktors k<sub>sys</sub> verzichtet.

### Schubverankerung Deckenscheibe

Sie Kapitel 3.

### Abscheren und Querbiegung Unterzug

Die Norm sia 265 gibt für Abscheren quer zur Faser (Rollschub) keinen Bemessungswert vor. In Anlehnung an DIN 1052 (2003) wird hierzu angenommen:

$$\tau_{a,90,d} = 0.6N / mm^2$$

$$\frac{V_{E,d}}{V_{Rd}} = \frac{f'_{E,v,d}}{b \times h \times \tau_{a,90,d}}$$

$$= \frac{15'000}{1000 \times 153 \times 0.6} = \underline{0.16}$$

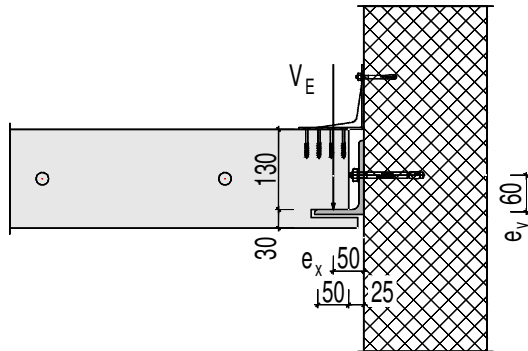
$$\frac{M_{e,d}}{M_{R,d}} = \frac{f'_{E,V,d} \times e_F}{\frac{b \cdot h^2}{6} \times f_{t,90,d}}$$

$$= \frac{15'000 \times 15}{\frac{1000 \cdot 153^2}{6} \times 0.15} = \underline{0.38}$$

$$\frac{V_{E,d}}{V_{Rd}} + \frac{M_{e,d}}{M_{R,d}} = 0.16 + 0.38 = \underline{0.54 < 1.0}$$

Zusätzlich sind die jeweils massgebenden Nachweise für den Hauptträger zu führen: u. a. Biegefestigkeit, Schubfestigkeit, Verformung nach Einwirkung und speziell wie hier, Torsionsfestigkeit bei asymmetrischer Belastung.

### 2.9.7 Deckenaufleger mit Stahlwinkel System



Weitere Vorgaben:

- Anschluss an Betonwand
- LNP-L 120/80/8, S235
- Verbundanker  $\varnothing$  M12,  $e = 1.0\text{m}$
- Auflagerbreite  $b = 50\text{mm}$
- Exzentrizitäten  $e_x = 50\text{mm}$ ,  $e_y = 60\text{mm}$
- $h_{ef} = 130\text{mm}$
- Auflagerlast  $V_{E,d} = 15.0\text{kN}$ ,  
 $f'_{E,V,d} = 15'000\text{ N/m}^1$

#### Querdruck der Auflagerfläche

$$\frac{f'_{E,V,d}}{f'_{c,90,d}} = \frac{V_{E,d} / b \times l}{f'_{c,90,d}}$$

$$= \frac{15'000 / 50 \times 1000}{1.8} = \underline{\underline{0.20 < 1.0}}$$

Auf Grund der reduzierten Auflagerfläche durch das Falzprofil wird auf die Berücksichtigung des Systemfaktors  $k_{sys}$  verzichtet.

#### Schub am reduzierten Querschnitt

Nach sia 265, Ziff. 5.2.2

$$k_{red} = \sqrt{\frac{h_{ef}}{h} \frac{\Delta h_0}{\Delta h_{ef}}} = \sqrt{\frac{130 \cdot 25}{160 \cdot 30}} = \underline{\underline{0.82}}$$

$$\frac{V_{E,d}}{k_{red} \times V_{A,d}} = \frac{15.0}{0.82 \times 176.0} = \underline{\underline{0.10 < 1.0}}$$

#### Biegung Stahlwinkel

$$\frac{M_{E,e,d}}{M_{R,d}} = \frac{e_x \times F_d}{\frac{b \cdot h^2}{6} \times f_y \times \frac{1}{1.05}} = \frac{50 \times 15'000}{\frac{1000 \cdot 8^2}{6} \times \frac{235}{1.05}} = \underline{\underline{0.31}}$$

#### Ausziehen und Abscheren des Betonankers

$$F_{t,d} = \frac{M_{e,d} \times a}{e_y} = \frac{0.75\text{kNm} / \text{m} \times 1.0\text{m}}{0.06\text{m}} = \underline{\underline{12.5\text{kN}}}$$

$$F_{V,d} = 15.0\text{kN} / \text{m} \times 1.0\text{m} = \underline{\underline{15\text{kN}}}$$

Zug- und Querkraftnachweis (Kombination) des Verbundankers sind entsprechend den jeweiligen Herstellerangaben zu führen!

## 3 Aussteifende Scheiben

### 3.1 Einleitung

#### 3.1.1 Allgemein

Als Scheiben wirkende Wand- und Deckenelemente aus Holz werden heute vermehrt zur Aussteifung von Gebäuden eingesetzt, da durch einen geringen Mehraufwand bei vorhandenen Elementen spezifische Stahlteile wie Aussteifungskreuze entfallen.

Grundsätzlich existieren 2 Typen: Die "steifen Scheiben" (Stahlbeton, Holz-Beton-Verbund, verleimte grossformatige Holzwerkstoffplatten, ...) und die "weichen Scheiben" mit kontinuierlichem Verbund (beplankte Rahmenbauwand, Systeme aus einzelnen mechanisch verbundenen Platten, Brettstapelelemente, ...).

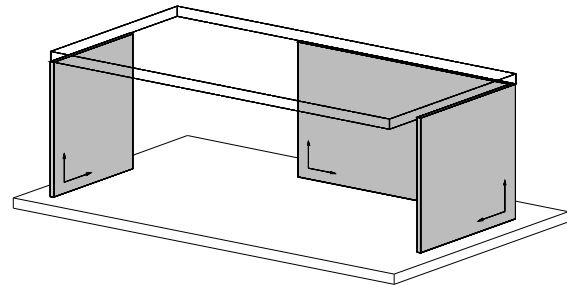
Es gilt zu beachten, dass bei Scheiben immer allseitig ein Gurt oder Randträger auszubilden oder anzuschliessen ist. Vereinfacht kann eine Scheibe auch wie ein Biegeträger mit Zug- und Druckgurt betrachtet werden. Daraus wird ersichtlich, dass die Gurten entweder aus einem Stück oder die Stösse zug- und druckfest verbunden sein müssen. Die Auflagerkräfte der Scheibe sind kontinuierlich über die Scheibenhöhe in die Last abtragenden Bauteile einzuleiten.

#### 3.1.2 Wandscheiben

Wandscheiben können grundsätzlich nur Widerstandskräfte in Richtung der Länge aufbringen.

Wenn im Grundriss drei vertikale Scheiben vorhanden sind, die sich nicht in einem Punkt schneiden und nicht parallel sind, kann gemäss den statischen Gleichgewichtsbedingungen grundsätzlich jede Horizontalkraft  $Q$  eindeutig in diese 3 Richtungen zerlegt und in den Baugrund abgeleitet werden. Voraussetzung dafür ist, dass sie über eine Deckenscheibe miteinander verbunden sind.

Werden mehr als 3 Scheiben mit einer darüber liegenden Platte zur Aussteifung angeordnet, ist das System statisch unbestimmt und es müssen Deformationsbedingungen eingeschaltet werden um die Kräfte in den einzelnen Wänden zu bestimmen.



Aussteifung über 3 Wandscheiben und Platte

#### 3.1.3 Deckenscheiben

Sie tragen die horizontalen Einwirkungen der darüber liegenden Bauteile auf die darunter liegenden Wandscheiben ab. Vereinfacht können sie als "liegenden" Biegeträger mit mehreren Auflagern betrachtet werden.

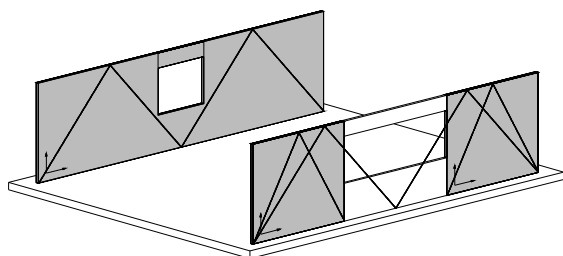
#### 3.1.4 Scheiben mit Aussparungen

Wand- und Deckenscheiben mit Öffnungen können so geschwächt werden, dass sie nicht mehr zur Ableitung von horizontalen Kräften verwendet werden können. Die Tragfähigkeit einer "gelochten" Scheibe kann mit Hilfe der Fachwerkanalogie geprüft werden: Werden die Stäbe des fiktiven Fachwerks durch die Öffnungen nicht tangiert, so können die Wände als tragfähige Scheiben in Rechnung gestellt werden. Ansonsten ist die Kraftaufnahme durch die Scheibenwirkung nicht mehr gewährleistet und die Scheibe muss in einzelne Schubfelder aufgeteilt werden.

### 3.1.5 Verteilung auf Wandscheiben

Entscheidend für die gewünschte Scheibenwirkung der Wände ist eine entsprechende Schubsteifigkeit resp. eine wirkungsvolle Verbindung zwischen der Beplankung und den Holzrahmen.

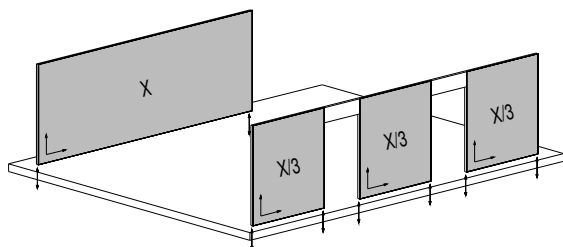
Mit der Annahme der Übertragung der Windkräfte durch ein Schubfeld ergeben sich einfache Beziehungen für die Windkräfte auf einzelne Scheiben, da die Schubsteifigkeit der Scheibe proportional zur Scheibenlänge ist.



In Schubfelder aufgeteilte Wandscheiben

Die Zerlegung von Wandscheiben hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Gesamtverformung. Entscheidend ist einzig die Summe der Längen der Wandscheiben.

Die Verankerungskraft ist dabei bei jedem einzelnen Schubfeld ebenfalls gleich gross. Bei der Zerlegung in einzelne Schubfelder ergeben sich jedoch mehr Verankerungsstellen auf, weshalb eine zu starke Auflösung einer Wand in einzelne Schubfelder zu vermeiden ist.



Aufgeteilte Wandscheiben

### 3.1.6 BRESTA®-Module als Scheibe

Bei geringen Einwirkungen oder Anforderungen können BRESTA®-Module direkt, als relativ "weiche Scheibe" eingesetzt werden. Dabei wirken die einzelnen Dübel als "Schubbolzen" wie bei einem verdübelten Balken. Dabei gilt es zu beachten, dass die Module eine unterschiedliche Schubsteifigkeit längs oder quer zu den Lamellen aufweisen.

Gilt es grössere Einwirkungen abzutragen oder sind die berechneten Verformungen der Scheibe zu gross, kann das BRESTA®-Modul direkt mit einer herkömmlichen Beplankung (OSB-, Gipskarton-, Gipsfaserplatte, etc.) oder mit Nagelbändern zusätzlich ausgesteift werden. Dabei gelten für die Bemessung die entsprechenden Grundlagen der Hersteller oder Angaben in der Norm SIA 265 Ziff. 5.4.

### 3.1.7 Tragsicherheit

Für die Bemessung der Scheibe hinsichtlich der Tragsicherheit werden in der Regel die Verbindungsmittel massgebend, wobei auf die Herstellerangaben der Beplankungen zurückgegriffen werden kann.

Den Verankerungen der Wandscheiben in der Unterkonstruktion ist beim Tragsicherheitsnachweis immer besondere Beachtung zu schenken. Weit aus früher als die Verbindung versagt, können durch die auftretenden Verformungen Risse in der Beplankung auftreten, welche zu Diskussionen führen. Bei Verankerungen gilt es daher die Verformungen möglichst klein zu halten.

### 3.1.8 Gebrauchstauglichkeit

Bei Wohngebäuden wird empfohlen eine max. zulässige Verformung, durch Einwirkung Wind, von  $w \leq l/1000$  für Deckenscheiben und  $w \leq h/500$  für Wandscheiben bei der Bemessung zu berücksichtigen.

Bei andern Nutzungen können unter Umständen auch grössere Verformungen zugelassen werden.

### 3.1.9 Weiterführende Literatur

Siehe Kapitel 6.4.

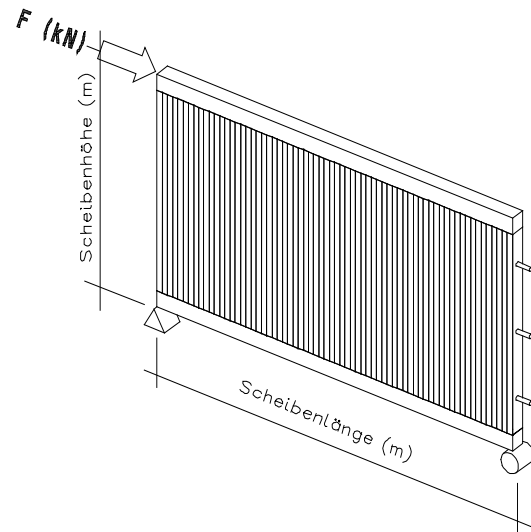
## 3.2 Wandscheiben

### Grundlagen

- Tabelle zur Vorbemessung
- basierend auf Grundlage von Versuchen
- Belastung **quer** zu Lamellen
- Bemessungslast der Gebrauchstauglichkeit
- Die Durchbiegung ist auf  $h/500$  begrenzt
- stirnseitiges angeschlossenes Gurtholz
- Gipskartonplatten Knauf von min. 1,2m Breite und min. 12.5mm Dicke

### Bemessung

- Befestigung Gipskartonplatten mit Klammern 1.6/50mm  $e=50$ mm
- Abminderung bei Plattenhöhen über 2.6m
- Lasteinleitung und Verankerung sind separat nachzuweisen



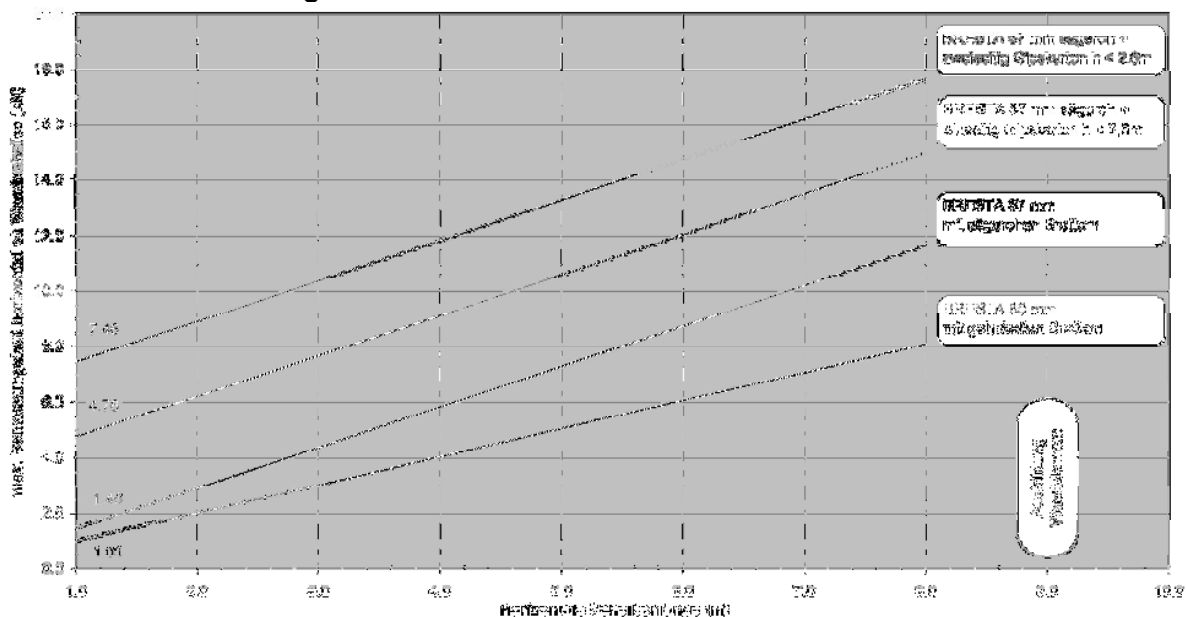
System Aussteifende Wandscheibe

### Beispiel

Wandelement mit sägerohren BRESTA®-Modulen und einseitiger, statisch aussteifender GKP-Beplankung  
Horizontale Beanspruchung durch Windlasten  
Scheibenlänge: 6.0m,

→ max. Punktlast, horizontal : 12kN  
(kontinuierliche Lasteinleitung in Einbinder)  
→ bei einer höheren Belastung müssen zusätzliche aussteifende Elemente eingebaut werden.  
→ Verankerungslast:  
 $(A_v) = (F) \times (\text{Scheibenhöhe}) / (\text{Scheibenlänge})$

### BRESTA®- Vorbemessung "Wandscheiben"



Werden BRESTA®-Module als statische Scheiben eingesetzt, ist dies bei der Bestellung zu vermerken!

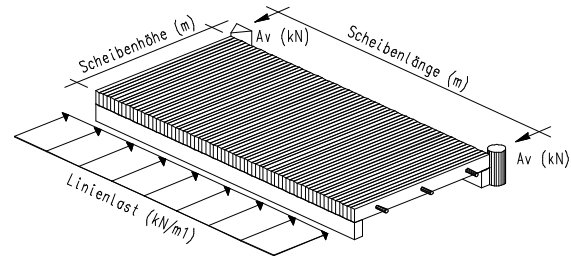


### 3.3 Deckenscheiben

#### 3.3.1 Deckenscheibe quer

##### Grundlagen

- Tabelle zur Vorbemessung, basierend auf Grundlage von Versuchen
- Belastung **quer** zum BRESTA®-Modul (in Lamellenachse)
- BRESTA® mit gehobelten oder rohen Brettern
- stirnseitiges angeschlossenes Gurtholz vorausgesetzt (z.B. Kopfholz der Wand)



System Deckenscheibe mit paralleler Belastung

##### Bemessung

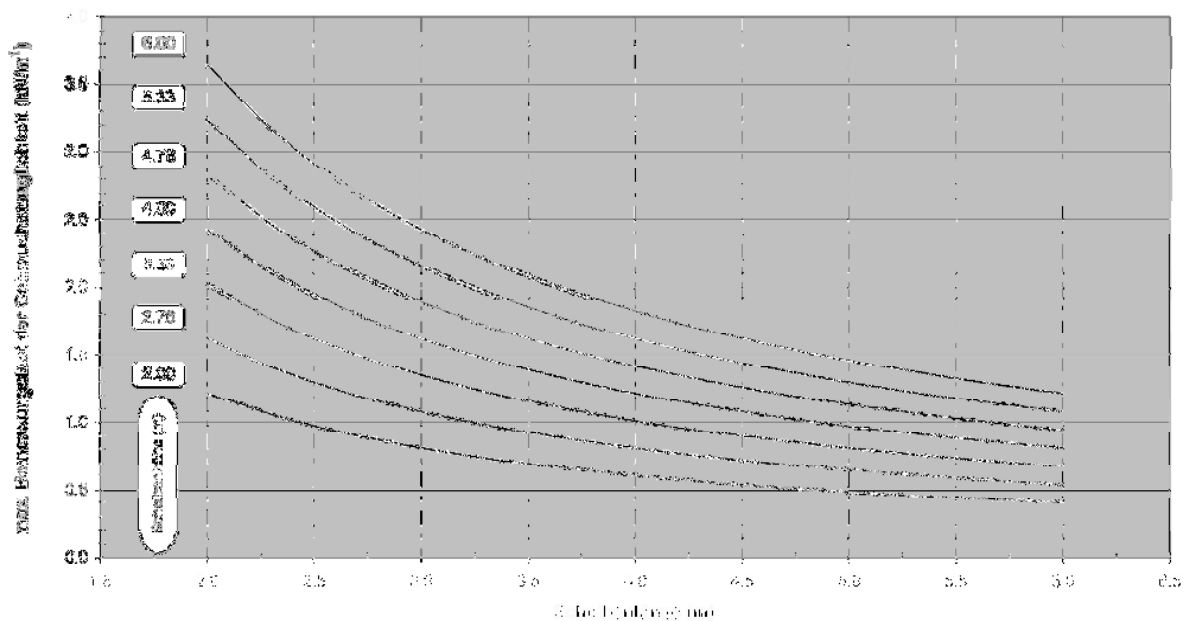
- maximale Bemessungslast der Gebrauchstauglichkeit in kN/m<sup>1</sup>
- Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden
- Empfehlung: Die Durchbiegung ist auf l/1000 zu begrenzen (nach DIN 1052)
- Scheiben mit Öffnungen > 600 x 600mm müssen speziell nachgewiesen werden
- Last für Befestigung des Gurtes im BRESTA®-Modul:  

$$(F) = (A_v) / (\text{Scheibenhöhe})$$

##### Beispiel

Deckenelement als statisch beanspruchte Scheibe mit einer Beanspruchung durch Windlast, parallel zu den Lamellen  
 Scheibenlänge: 4.0m, Scheibenhöhe: 3.3m,  
 → max. Linienlast durch Wind, ohne zusätzliche Beplankungen: 1.0kN/m<sup>1</sup>  
 → bei einer höheren Belastung müssen die Deckenelemente zusätzlich mit einer Holzwerkstoffplatte beplankt werden

#### BRESTA®- Vorbemessung "Deckenscheiben quer"



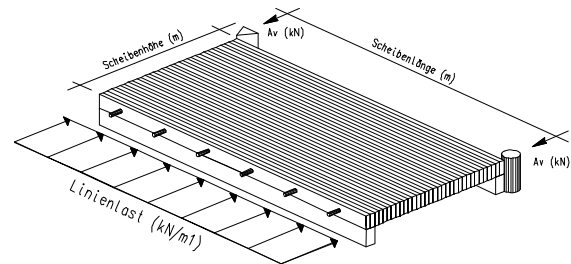
Werden BRESTA®-Module als statische Scheiben eingesetzt, ist dies bei der Bestellung zu vermerken!



### 3.3.2 Deckenscheibe längs

#### Grundlagen

- Tabelle zur Vorbemessung, basierend auf Grundlage von Versuchen
- Belastung **längs** zum BRESTA®-Modul (senkrecht zu Lamellenachse)
- BRESTA® mit gehobelten oder rohen Brettern
- stirnseitiges angeschlossenes Gurtholz vorausgesetzt (z.B. Kopfholz der Wand)



System Deckenscheibe mit senkrechter Belastung

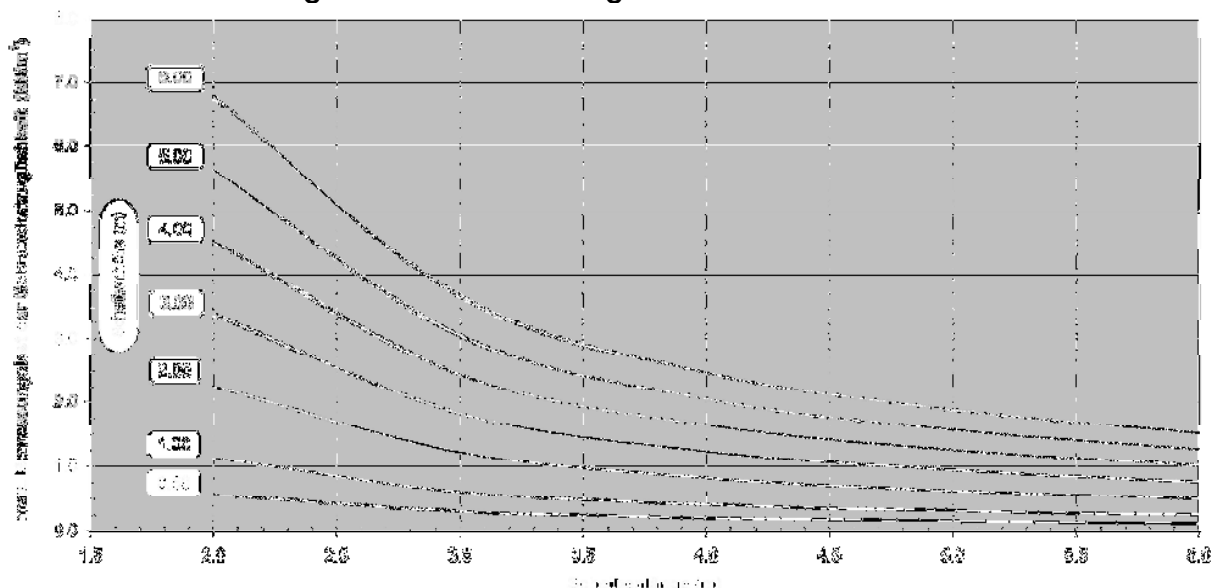
#### Bemessung

- maximale Bemessungslast der Gebrauchstauglichkeit in  $\text{kN/m}^1$
- Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden
- Empfehlung: Die Durchbiegung ist auf  $l/1000$  zu begrenzen (nach DIN 1052)
- Scheiben mit Öffnungen  $> 600 \times 600 \text{ mm}$  müssen speziell nachgewiesen werden
- Last für Befestigung des Gurtes im BRESTA®-Modul:  
 $(F) = (A_v) / (\text{Scheibenhöhe})$

#### Beispiel

Deckenelement als statisch beanspruchte Scheibe mit einer Beanspruchung durch Windlast, rechtwinklig zu den Lamellen  
 Scheibentlänge: 4.0m, Scheibenhöhe: 5.0m,  
 → max. Linienlast durch Wind, ohne zusätzliche Beplankungen:  $2.0 \text{ kN/m}^1$   
 → bei einer höheren Belastung müssen die Deckenelemente zusätzlich mit einer Holzwerkstoffplatte beplankt werden

#### BRESTA®- Vorbemessung "Deckenscheiben längs"



Werden BRESTA®-Module als statische Scheiben eingesetzt, ist dies bei der Bestellung zu vermerken!

### 3.4 Scheibensteifigkeit

#### 3.4.1 Schubsteifigkeit der Dübelverbindung

##### Allgemein

Die Büchendübel im BRESTA®-Modul wirken wie ein Holzstift einer Holz-Holzverbindung. Die Steifigkeit von BRESTA®-Module wirkt im Prinzip eines kontinuierlich verbundenen Trägers mit nachgiebigem Verbund.

Der Regelabstand für die Büchendübel ( $\varnothing 20\text{mm}$ ) beträgt 300mm. Auf speziellen Wunsch können die Dübelabstände angepasst werden.

##### Bedingungen zu Bemessungswerten:

- Vor Witterung geschützte Bauteile, Feuchteklasse 1  $\rightarrow \eta_w=1.0$
- langfristige und kurzfristige Einwirkungen  $\rightarrow \eta_t=1.0$
- min. 3 Dübel in Kraftrichtung
- Dicke Lamellen  $\geq 30\text{mm}$

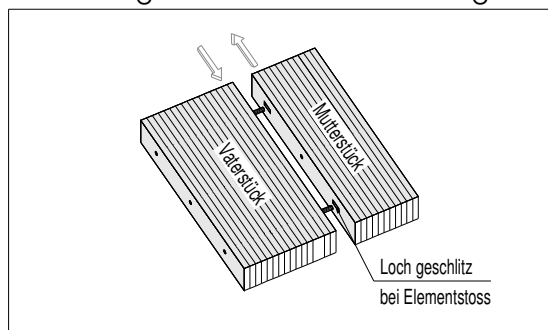
Empfehlung: Bemessungswerte für Buchendübelverbindung in BRESTA®	zur Faser	$\perp$ zur Faser
Bemessungswerte (Norm SIA 265)	<b><math>R_{0,d}=1.17\text{kN}</math></b>	<b><math>R_{90,d}=0.72\text{kN}</math></b>
Verschiebungsmodul je Dübel und Scherfuge gehobelter BRESTA® ca.	$K_{ser,0}=1500\text{N/mm}$	$K_{ser,90}=750\text{N/mm}$
Verschiebungsmodul je Dübel und Scherfuge roher BRESTA® ca.	$K_{ser,0}=1800\text{N/mm}$	$K_{ser,90}=900\text{N/mm}$

### 3.5 Montagestoss

#### 3.5.1 Zusammenbau auf Baustelle

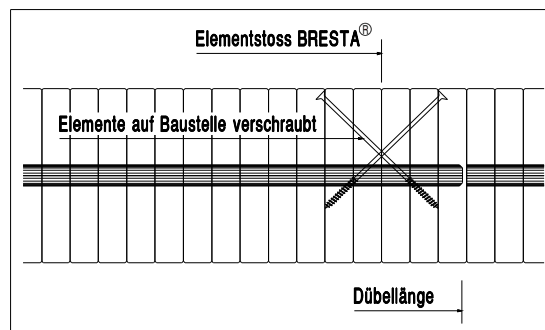
##### Allgemein

Zur benutzerfreundlichen Montage sind bei den Montagestössen Dübel und Schlitz vorgesehen. Diese helfen das Element in der Höhe zu richten. Sie haben jedoch keine Festigkeit für die Scheibensteifigkeit.



System Elementstoss

Um die Elemente steif miteinander zu verbinden sind Verschraubungen notwendig. Diese helfen gleichzeitig den Elementstoss zu verbinden. Dies garantiert eine Stossfreie Oberfläche auf der Sichtseite.



Verschraubung Elementstoss

## 3.6 Scheibenanschlüsse

### 3.6.1 Lasteinleitung

#### Allgemein

Beispielsweise werden Schublasten aus Deckenscheiben üblicherweise mit selbstschneidenden Holzschrauben (z. B. SPAX-S)  $\varnothing 6\text{mm}$  in die angrenzenden Wandscheiben eingeleitet.

Die Norm SIA 265 (A.4 Schraubenverbindungen, Tab. 43) verlangt jedoch einen Abstand von  $6d$  vom beanspruchten, resp. von  $4d$  vom unbeanspruchten Rand  $\perp$  zur Faser. Bei Lamellendicken von  $t=30\text{mm}$  können diese Abstände jedoch nicht eingehalten werden.

Scherversuche mit BRESTA®-Modulen an der Hochschule für Architektur Bau und Holz, HSB in Biel haben jedoch gezeigt, dass bei selbstschneidenden Schrauben mit  $\varnothing 6\text{mm}$  (mit oder ohne Vorbohrung) und  $30\text{mm}$  Lamellen, die Bemessungswerte auf Abscheren gemäss Norm SIA 265, A.4.2 unter entsprechenden Bedingungen genügend Sicherheit aufweisen und dabei noch immer ein duktiles Versagensbild (Versagen der Schraube) auftritt.

#### Bemessungswerte

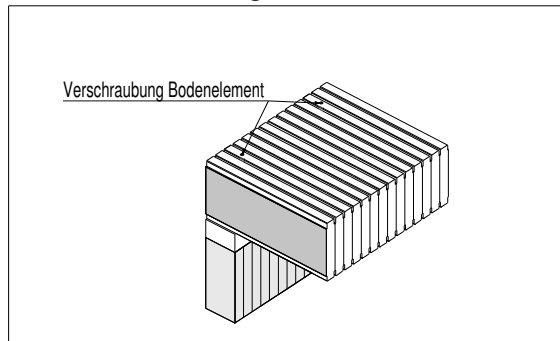
Die Werte basieren auf Versuchen, die an der HSB in Biel durchgeführt wurden.

#### Bedingungen zu Bemessungswerten:

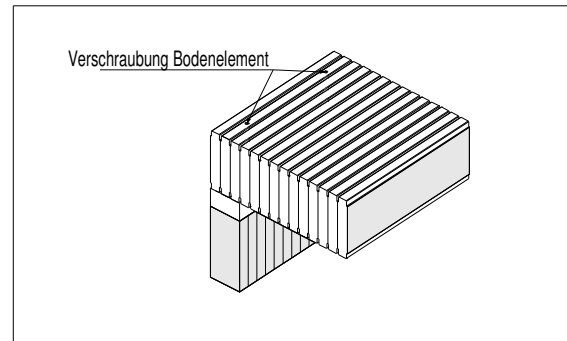
- Vor Witterung geschützte Bauteile, Feuchteklasse 1  $\rightarrow \eta_w=1.0$
- langfristige und kurzfristige Einwirkungen  $\rightarrow \eta_t=1.0$
- min. 4 Schrauben in Kraftrichtung
- kontinuierliche Lasteinleitung gemäss Norm SIA 265 Ziff. 5.4.1.5 ( $\rightarrow$ keine Reduktion bezüglich Anzahl Schrauben in Kraftrichtung erforderlich)
- Mindestzugfestigkeit Schraube  $f_u \geq 800\text{N/mm}$
- Dicke Lamellen  $\geq 30\text{mm}$
- Schraube in Lamellenmitte
- Schnittebene im Schraubenschaft, liegt die Schnittebene der Holzschrauben im Gewinde oder weniger als  $18\text{mm}$  vom Gewindebereich entfernt, sind die Werte auf  $\frac{3}{4}$  abzumindern

<b>Empfehlung:</b> <b>Selbstschneidende Torx-Schrauben <math>\varnothing 6\text{mm}</math></b> in BRESTA® auf Holzunterkonstruktion	II zur Faser	$\perp$ zur Faser
Bemessungswerte mit / ohne Vorbohrung (Norm SIA 265)	<b><math>R_{0,d}=1.26\text{kN}</math></b>	<b><math>R_{90,d}=1.05\text{kN}</math></b>
Verschiebungsmodul Schrauben ohne Vorbohrung	$K_{ser,0}=390\text{N/mm}$	$K_{ser,90}=290\text{N/mm}$
Verschiebungsmodul Schrauben mit Vorbohrung	$K_{ser,0}=320\text{N/mm}$	$K_{ser,90}=240\text{N/mm}$
Minimale Abstände II zu Lamelle und II und $\perp$ zur Faser im Anschlussbauteil		
Abstand von Schraube zu Schraube	42mm	24mm
Abstand vom beanspruchten Rand	60mm	36mm
Abstand vom unbeanspruchten Rand	42mm	24mm

## Details zur Einleitung von Scheibenlasten



Verschraubung Querauflager

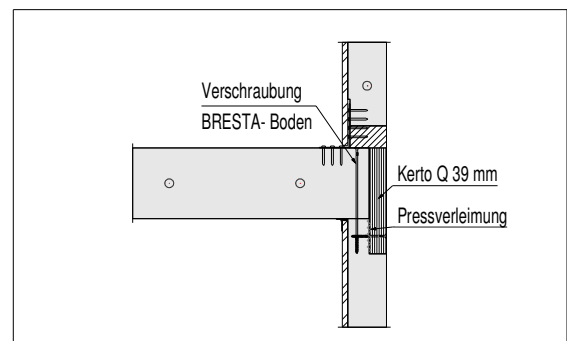


Verschraubung Längsauflager

### 3.6.2 Punktuelle Scheibenverankerung

#### Allgemein

Üblicherweise werden die aussteifenden Wandscheiben bei den Scheibenenden mit Blechwinkeln, Rillennägeln und selbstschneidenden Holzschrauben verankert. Dabei müssen die entsprechenden Mindestabstände und Mindesteindringtiefen der Verbindungsmittel eingehalten oder die Bemessungswerte abgemindert werden.

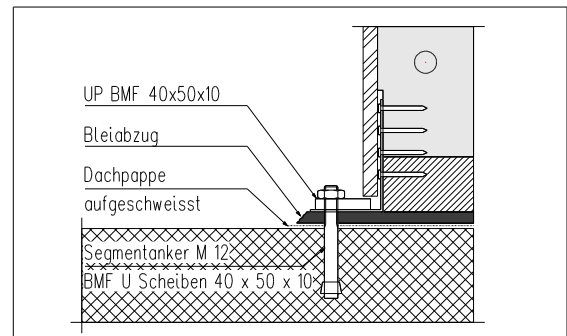


Übergang von zwei Wandscheiben

#### Verankerungen

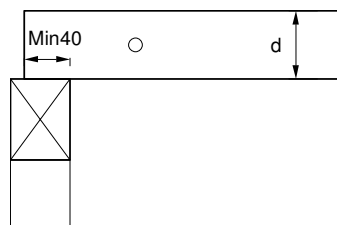
Die Verankerungslasten gilt es über die verschiedenen Bauteile bis in den tragenden Untergrund (Fundament) abzutragen.

Es wird empfohlen, die Verankerung mit möglichst steifen Verbindungsmitteln auszuführen. (z.B. Blechwinkel mit Kragen oder Rippen) Die Verformungen durch einwirkenden Lasten und damit die Rissanfälligkeit spröder Beplankungen kann so wesentlich reduziert werden.

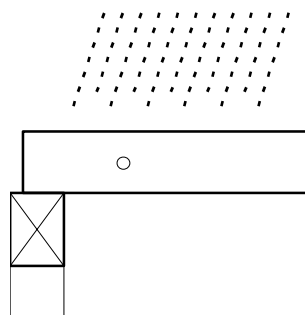


Scheibenverankerung im Massivbau

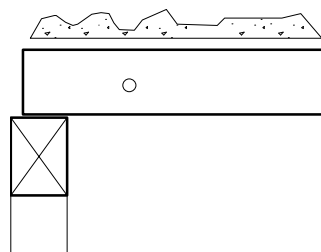
## 4 Montage



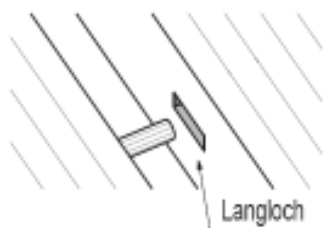
BRESTA®-Stärke ist aufgrund der statischen Rechnung bestimmt.



BRESTA®-Elemente dürfen nie feuchter Witterung ausgesetzt sein.



Sichtbarer BRESTA® ist vor Beschmutzung zu schützen.

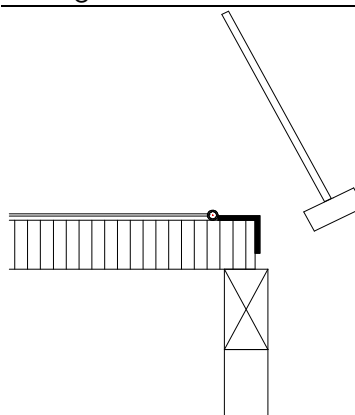


Montagestoss ist bauseits zu verstecken  
Torx  $\varnothing$  6 mm  
sichtbar  $a = 300$  mm  
industrie  $a = 500$  mm

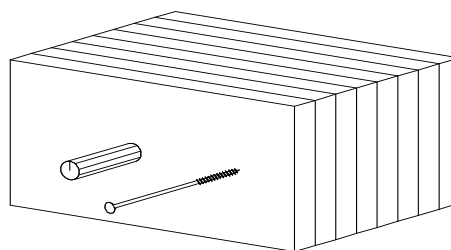
Verschraubung ohne besondere Anforderungen Torx  $\varnothing$  6mm  
 $a$  Längs = ca. 200mm  
 $a$  Quer = ca. 500mm



Sichtbare BRESTA®-Decken sind beim Auflager mit Korkstreifen zu versehen.



Vorschlaghammer nur mit Beihilfe von Spanngerät anwenden.



Um Randlamellen zu befestigen, können Schrauben im Element vorhanden sein.



Bei sichtbaren Böden wird von der Firma Tschopp ein paar "Zimmerlifte" zur Verfügung gestellt. Handhabung gemäss separatem Merkblatt

## 5 Brandschutz

Mit BRESTA®-Elementen sind in der Schweiz Konstruktionen realisierbar welche maximal der Anforderung REI 60 entsprechen. Die Bauteile und Anschlüsse sind gemäss SIA DOK 83 auszubilden und statisch für den Brandfall zu bemessen. In den nachstehend aufgeführten Lignum-Dokumentationen Brandschutz (Lignatec) sind Aufbauten mit vereinfachtem Nachweis aufgeführt. Nachweisverfahren für Holz-Beton-Verbunddecken sind in einem spezifischen Lignum Merkblatt zusammengefasst.

Generell wird empfohlen bereits in der Vorprojektphase ein Brandschutzkonzept zu erstellen oder einen Spezialisten für Brandschutz im Holzbau beizuziehen.

## 6 Literatur

### 6.1 Normen

- Norm SIA 260: 2003 Grundlagen der Projektierung
- Norm SIA 261: 2003 Einwirkungen auf Tragwerke
- Norm SIA 265: 2003 Holzbau
- DOK SIA D181: Einführung in die Normen SIA 260 und 261
- DOK SIA D185: Einführung in die Norm SIA 265
- DOK SIA D195: Bemessungsbeispiele zur Norm SIA 265
- DOK SIA 83: 1997 Brandschutz im Holzbau (Neuerscheinung Voraussichtlich 2007)

### 6.2 Forschungsberichte

- Semesterarbeit HSB, Biel: 2003 Verbindungen für Brettstapelelemente, Nr. F/4/S/402/03/0
- Ingenieurholzbau Karlsruher Tage, Forschung für die Praxis, 9. / 10. Okt. 2003  
Bruderverlag Karlsruhe D

### 6.3 Bemessungshilfsmittel

- Lignum, Zürich: Lignatec Brandschutz, Bauteile in Holz – Feuerwiderstandsdauer 30 und 60 Minuten; Ausgabe 2005
- Lignum, Zürich: Merkblatt Brandschutz, Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken bis 60 Minuten Feuerwiderstands; Ausgabe 2001
- Lignum, Zürich: Holzbautabellen HBT 1, Handbuch für die Bemessung, Ausgabe 2005;

### 6.4 Weitere Literatur

#### Allgemein

- Informationsdienst Holz:
- Tschopp Holzbau AG: Planungsordner BRESTA®

#### Aussteifende Scheiben

- Brunner, M.: Hochbau, Betonbau. Script zu Vorlesung, Hochschule für Architektur Bau und Holz, Biel. 1998
- Informationsdienst Holz: Brettstapelbauweise. Holzbauhandbuch, Reihe 1, Teil 17, Folge 1. [www.infoholz.de](http://www.infoholz.de)
- Kramel, H. E.: Holzrahmenbau. Impulsprogramm Holz, Bundesamt für Konjunkturfragen, Bern. 1989
- Norm SIA 265: Holzbau: sia, Zürich. 2003. SN 505 265
- SIA DOK D 0195: Holzbau: Bemessungsbeispiele zur Norm SIA 265. sia, Zürich. 2003. ISBN 3-908483-68-9

*Dieses Dokument wurde mit Unterstützung des Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung erstellt.*

*Änderungen sind vorbehalten!*