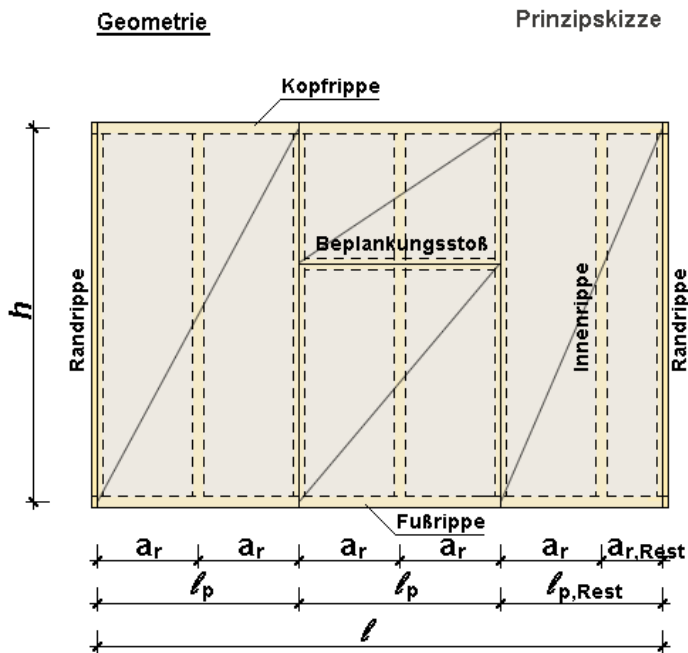


Position:

Bemessung von Wandtafeln nach EC5-1-1 (NA Deutschland)



Beispieltext in max. 3 Zeilen.

Schriftart Courier New zur Unterscheidung vom Programmtext und um eine einfache Tabellenform zu erstellen.

## 1. System

### 1.1 Abmessungen

Wandlänge  $l = 3,000$  m

Wandhöhe  $h = 2,500$  m

Abstand der Rippen  $a_r = 0,625$  m ( $a_{r,Rest} = 0,001$  m)

### 1.2 Querschnittswerte/Material Rippen

Holzfestigkeitsklasse = Nadelholz C24

Nutzungsstufe für Rippen: NKL 1

#### 1.2.1 Randrippen

$b/h = 8,0/16,0$  cm

$A = 128,000$  cm<sup>2</sup>

$W_y = 341,333$  cm<sup>3</sup>

#### 1.2.2 Innenrippen

$b/h = 8,0/16,0$  cm

$A = 128,000$  cm<sup>2</sup>

$W_y = 341,333$  cm<sup>3</sup>

#### 1.2.3 Kopf-/Fussrippen

$b/h = 16,0/16,0$  cm

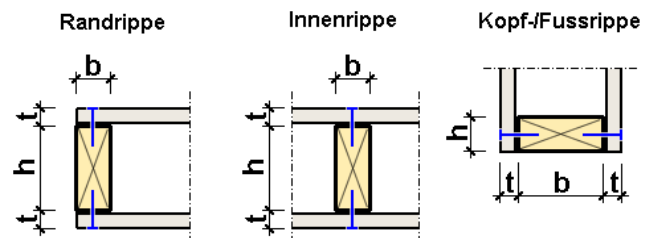
$A = 96,000$  cm<sup>2</sup>

Fussrippe links bündig (Überstand  $\ddot{u} = 3$ cm wird nur einseitig angesetzt für A,ef)

Fussrippe rechts bündig (Überstand  $\ddot{u} = 3$ cm wird nur einseitig angesetzt für A,ef)

### 1.3 Beplankung

Die Wandtafel ist zweiseitig beplankt!



### 1.3.1 Beplankung 1

Material = OSB/3

Nutzungsstufe für Beplankung 1: NKL 1

Plattendicke  $t = 15,0$  mm

Plattenbreite  $l_p = 1,250$  m

Die Beplankung ist horizontal einmal gestossen.

### 1.3.2 Beplankung 2

Material = Gipskartonplatte GKB

Nutzungsstufe für Beplankung 2: NKL 1

Plattendicke  $t = 15,0$  mm

Plattenbreite  $l_p = 1,250$  m

Die Beplankung ist horizontal nicht gestossen.

## 1.4 Verbindungsmittel VM

### 1.4.1 für Beplankung 1

VM = Klammern

Abstand  $a_v = 60$  mm

Nenn Durchmesser  $d = 1,83$  mm

Nennlänge  $l_n = 50,00$  mm

Zugfestigkeit  $f_{uk} = 800,0$  N/mm<sup>2</sup>

VM wird versenkt eingeschlagen / eingeschraubt

### 1.4.2 für Beplankung 2

VM = Schnellbauschrauben DIN 18182-2

Abstand  $a_v = 100$  mm

Nenn Durchmesser  $d = 4,00$  mm

Nennlänge  $l_n = 45,0$  mm

Zugfestigkeit  $f_{uk} = 400,0$  N/mm<sup>2</sup>

VM wird bündig eingeschlagen / eingeschraubt und nicht versenkt

## 2. Belastung

Schneelasten für Höhe  $NN \leq 1000$  m

Kategorie Nutzlast = A: Wohn-/Aufenthaltsräume

### 2.1 Horizontale Lasten

$F_{h,g,k} = 0,000$  kN (ständig)

$F_{h,q,k} = 19,800$  kN (veränderlich)

### 2.2 Vertikale Lasten

Eigengewicht Wand  $g_{k,Wand} = 1,305$  kN/m

$F_{c,g,k} = 0,000$  kN (Einzellasten auf die Rippen, ständig)

$F_{c,q,k} = 0,000$  kN (Einzellasten auf die Rippen, veränderlich, Verkehr)

$F_{c,s,k} = 0,000$  kN (Einzellasten auf die Rippen, veränderlich, Schnee)

$F_{c,w,k} = 0,000$  kN (Einzellasten auf die Rippen, veränderlich, Wind)

$g_{k,k} = 4,500$  kN/m (Gleichlast am Wandkopf, ständig)

$q_{k,k} = 2,500$  kN/m (Gleichlast am Wandkopf, veränderlich, Verkehr)

$s_{k,k} = 0,000$  kN/m (Gleichlast am Wandkopf, veränderlich, Schnee)

$w_{k,k} = 0,000$  kN/m (Gleichlast am Wandkopf, veränderlich, Wind)

$F_{v,g,k} = 14,000$  kN (ständig), bei  $x = 1,500$  m vom linken Wandende

$F_{v,q,k} = 8,000$  kN (veränderlich, Verkehr), bei  $x = 1,500$  m vom linken Wandende

$F_{v,s,k} = 3,000$  kN (veränderlich, Schnee), bei  $x = 1,500$  m vom linken Wandende

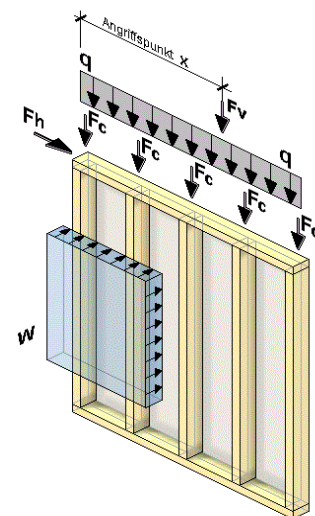
$F_{v,w,k} = 0,000$  kN (veränderlich, Wind), bei  $x = 1,500$  m vom linken Wandende

### 2.3 Wind quer auf Wandebene

Wind quer zur Wand  $w_{k,k} = -0,750$  kN/m<sup>2</sup>

### 2.4 Imperfektionen

Imperfektionen werden nicht angesetzt!



### **3. Bemessungsparameter / Festigkeiten etc.**

#### **3.1 Bemessungsparameter**

- > Keine Erhöhung von  $R_d$  für VM um 20% gemäß EC5-1-1, 9.2.4.2(5)
- > Erhöhung  $R_d$  infolge des Einhängeeffektes wird nicht angesetzt!
- > Verteilung der Vertikallasten vereinfacht nur über die Rippen angesetzt
- > Für Klammern wird der Winkel  $\beta$  zwischen Klammerrücken und Faserrichtung mit  $30,0^\circ$  angesetzt

#### **3.2 Festigkeiten**

##### **Rippen:**

$$k_{mod,Rippen} = 1,00 [-]$$

$$\text{Biegefestigkeit } f_{m,d} = 18,462 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Druckfestigkeit } f_{c0,d} = 16,154 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Druckfestigkeit } f_{c90,d} = 1,923 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Zugfestigkeit } f_{t0,d} = 10,769 \text{ N/mm}^2$$

##### **Beplankung 1:**

$$k_{mod} = 1,00 [-]$$

$$k_{mod,VM} = 1,00 [-]$$

$$\text{Schubfestigkeit } f_{v,d} = 5,231 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Druckfestigkeit } f_{c,d} = 11,846 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Biegefestigkeit } f_{m,d} = 6,308 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{,mean} = 1080,000 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{,05} = 918,000 \text{ N/mm}^2$$

Festigkeiten/ $F_{i,v,Rd}$  um 1/6 abgemindert wg. horiz. gestoss. Bepl. und Plattenlänge < halbe Wandhöhe! (NA.20)

##### **Beplankung 2:**

$$k_{mod} = 0,95 [-]$$

$$k_{mod,VM} = 0,97 [-]$$

$$\text{Schubfestigkeit } f_{v,d} = 0,731 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Druckfestigkeit } f_{c,d} = 2,558 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Biegefestigkeit } f_{m,d} = 1,315 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{,mean} = 700,000 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{,05} = 630,000 \text{ N/mm}^2$$

#### **3.3 Tragfähigkeiten**

##### **Wandscheibentragfähigkeit $F_{i,v,Rd}$ :**

$$\text{Tragfähigkeit } F_{i,v,Rd} = 40,11 \text{ kN (gesamt)}$$

##### **Verbindungsmitel:**

$$\text{Abscherfestigkeit } R_d = 664,461 \text{ N (je VM, Beplankung 1)}$$

$$\text{Abscherfestigkeit } R_d = 305,991 \text{ N (je VM, Beplankung 2)}$$

##### **Beplankung:**

$$\text{Faktor Schubtragfähigkeit} = 0,50 [-]$$

$$f_{v,0,d,1} = 24,752 \text{ N/mm (längenbezogene Schubfestigkeit parallel zum Plattenrand, Beplankung 1)}$$

$$f_{v,0,d,2} = 3,453 \text{ N/mm (längenbezogene Schubfestigkeit parallel zum Plattenrand, Beplankung 2)}$$

-> Wird nur zu 75% angesetzt, da Beplankung 2 weniger tragfähig als Beplankung 1!

$$\mathbf{f_{v,0,d,gesamt} = 28,205 \text{ N/mm (längenbezogene Schubfestigkeit parallel zum Plattenrand, gesamt)}}$$

$$f_{v,0,d} = \min[\text{Faktor} \cdot f_{v,d} \cdot t; \text{Faktor} \cdot f_{v,d} \cdot 35 \cdot t^2 / a_r]$$

$$f_{v,0,d,1} = \min[34,000; 24,752] \text{ (Beplankung 1)}$$

$$f_{v,0,d,2} = \min[5,481; 4,604] \text{ (Beplankung 2)}$$

## 4. Beanspruchungen

### 4.1 Bemessungskraft $F_{i,v,Ed}$

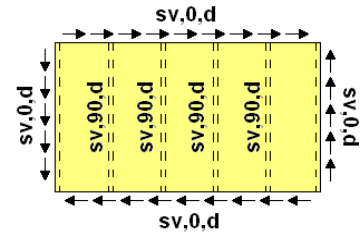
$F_{i,v,Ed} = 29,700 \text{ kN}$

### 4.2 Schubfluss parallel zu den Plattenrändern

$sv_{0,d} = 9,900 \text{ N/mm}$

### 4.3 längenbez. Druckbeanspruchung senkrecht zu den Plattenrändern:

$sv_{90,d} = 0,000 \text{ N/mm}$



### 4.4 Druckkräfte für Schwellenpressung

Randrippe links:  $F_{c,d} = 3,621 \text{ kN}$

Innenrippe 1:  $F_{c,d} = 11,488 \text{ kN}$

Innenrippe 2:  $F_{c,d} = 38,141 \text{ kN}$

Innenrippe 3:  $F_{c,d} = 11,488 \text{ kN}$

Innenrippe 4:  $F_{c,d} = 10,834 \text{ kN}$

Randrippe rechts:  $F_{c,d} = 19,198 \text{ kN}$

### 4.5 Druckkräfte für Stabilitätsnachweis

Randrippe links:  $F_{c,d} = 3,269 \text{ kN}$

Innenrippe 1:  $F_{c,d} = 11,488 \text{ kN}$

Innenrippe 2:  $F_{c,d} = 41,038 \text{ kN}$

Innenrippe 3:  $F_{c,d} = 11,488 \text{ kN}$

Innenrippe 4:  $F_{c,d} = 10,834 \text{ kN}$

Randrippe rechts:  $F_{c,d} = 27,365 \text{ kN}$

### 4.6 Zugkräfte für Nachweis Längszug Rippen

Randrippe links:  $F_{t,d} = 24,750 \text{ kN}$

Innenrippe 1:  $F_{t,d} = 0,000 \text{ kN}$

Innenrippe 2:  $F_{t,d} = 0,000 \text{ kN}$

Innenrippe 3:  $F_{t,d} = 0,000 \text{ kN}$

Innenrippe 4:  $F_{t,d} = 0,000 \text{ kN}$

Randrippe rechts:  $F_{t,d} = 0,000 \text{ kN}$

### 4.7 Momente aus Wind quer zur Plattenebene

Randrippe links:  $M_{y,d} = 0,275 \text{ kNm}$

Innenrippe 1:  $M_{y,d} = 0,549 \text{ kNm}$

Innenrippe 2:  $M_{y,d} = 0,549 \text{ kNm}$

Innenrippe 3:  $M_{y,d} = 0,549 \text{ kNm}$

Innenrippe 4:  $M_{y,d} = 0,494 \text{ kNm}$

Randrippe rechts:  $M_{y,d} = 0,220 \text{ kNm}$

## 5. Nachweise

### 5.1 Nachweis der Scheibenbeanspruchung

Ausnutzung Scheibentragfähigkeit:  $\eta = F_{i,v,Ed} / F_{i,v,Rd} = 0,74 \leq 1,00$   
 (LFK =  $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot w$ )

Ausnutzung Scheibenschub parallel zu Rändern:  $\eta = sv_{0,d} / fv_{0,d} = 0,35 \leq 1,00$

### 5.2 Nachweis der Schwellenpressung

$k_{c,90} = 1,25 [-]$

Randrippe links:  $\sigma_{c,90,d} = 0,206 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \eta = 0,089 \leq 1,00$

Innenrippe 1:  $\sigma_{c,90,d} = 0,513 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \eta = 0,178 \leq 1,00$

Innenrippe 2:  $\sigma_{c,90,d} = 1,703 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \eta = 0,738 \leq 1,00$

Innenrippe 3:  $\sigma_{c,90,d} = 0,513 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \eta = 0,178 \leq 1,00$

Innenrippe 4:  $\sigma_{c,90,d} = 0,484 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \eta = 0,168 \leq 1,00$

Randrippe rechts:  $\sigma_{c,90,d} = 1,091 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \eta = 0,378 \leq 1,00$

**max. Ausnutzung = 0,738  $\leq$  1,00**

### 5.3 Nachweis der Stabilität

Randrippe links:  $\eta = 0,065 \leq 1,00$

Innenrippe 1:  $\eta = 0,162 \leq 1,00$

Innenrippe 2:  $\eta = 0,353 \leq 1,00$

Innenrippe 3:  $\eta = 0,162 \leq 1,00$

Innenrippe 4:  $\eta = 0,149 \leq 1,00$

Randrippe rechts:  $\eta = 0,212 \leq 1,00$

**max. Ausnutzung = 0,353  $\leq$  1,00**

### 5.4 Nachweis der Rippen auf Zug

Randrippe links:  $\sigma_{t,0,d} = 1,934 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \eta = 0,180 \leq 1,00$

Innenrippe 1:  $\sigma_{t,0,d} = 0,000 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \eta = 0,000 \leq 1,00$

Innenrippe 2:  $\sigma_{t,0,d} = 0,000 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \eta = 0,000 \leq 1,00$

Innenrippe 3:  $\sigma_{t,0,d} = 0,000 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \eta = 0,000 \leq 1,00$

Innenrippe 4:  $\sigma_{t,0,d} = 0,000 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \eta = 0,000 \leq 1,00$

Randrippe rechts:  $\sigma_{t,0,d} = 0,000 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \eta = 0,000 \leq 1,00$

**max. Ausnutzung = 0,180  $\leq$  1,00**

### 5.5 Nachweis der Beplankung 1 auf Biegung

max. Ausnutzung = 0,232  $\leq$  1,00 (max.  $\sigma = 1,465 \text{ N/mm}^2$ )

### 5.6 Nachweis der VM auf Herausziehen

max. Ausnutzung  $\eta = 0,207 \leq 1,00$

max.  $F_{ax,d} = 52,734 \text{ N}$

$R_{x,d} = 255,215 \text{ N}$

### 5.7 Nachweis der horizontalen Verformung

$u_{ges} = 12,772 \text{ mm} \leq u_{zul} = 25,000 \text{ mm}$  (Grenzzustand Gebrauchstauglichkeit)

### 5.8 Nachweis der Lagesicherheit / Verankerung

$\gamma_{F,d}$  für destabilisierende Einwirkungen = 1,50 [-]

$\gamma_{F,d}$  für stabilisierende Einwirkungen = 0,90 [-]

$F_{t,dst} = 10,614 \text{ kN}$  (zu verankernde Zugkraft)

gewählter Zuganker = 1xSIMPSON / Strong-Tie® Zuganker, HD340-M12G-B

CNA - Kammnägel 4.0x40

Anzahl Nägel = 16 Stück

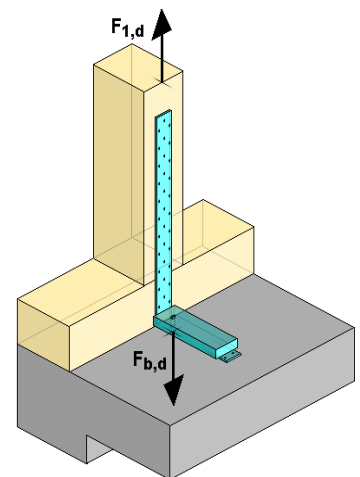
Federsteifigkeit eines Zugankers Summe  $k_{ser} = 100000,000 \text{ kN/mm}$

(Summe  $k_{ser} = 100000$  bedeutet starr)

Aufnehmbare Zugkraft  $R_d = 13,077 \text{ kN}$  je Anker

**$R_{d,ges} = 13,077 \text{ kN} \geq F_{t,dst} = 10,614 \text{ kN} \rightarrow$  ausreichend**

Durch Betonanker aufzunehmende Kraft  $F_{b,d}$  (je Anker) = 12,631 kN  
(der Ankerbolzen ist hierfür separat nachzuweisen!)



## 6. Zusammenfassung

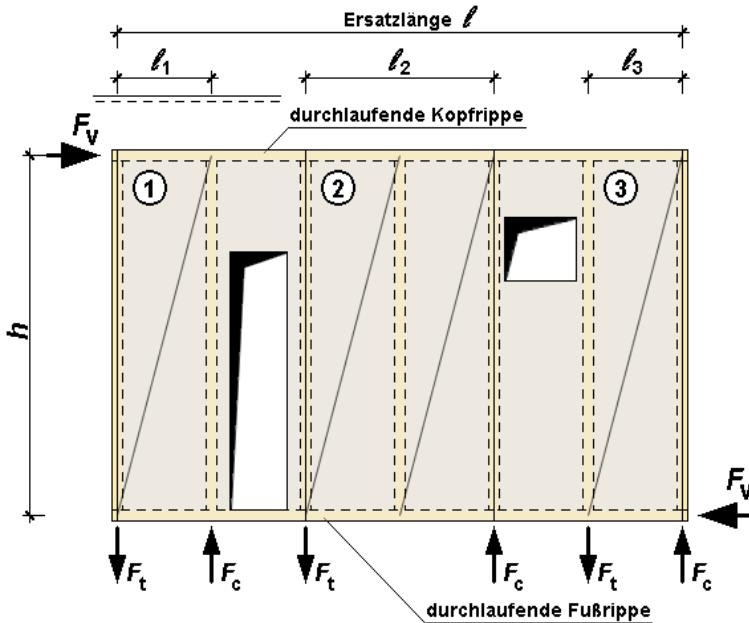
--> Alle Nachweise werden erfüllt!

## 7. Randbedingungen

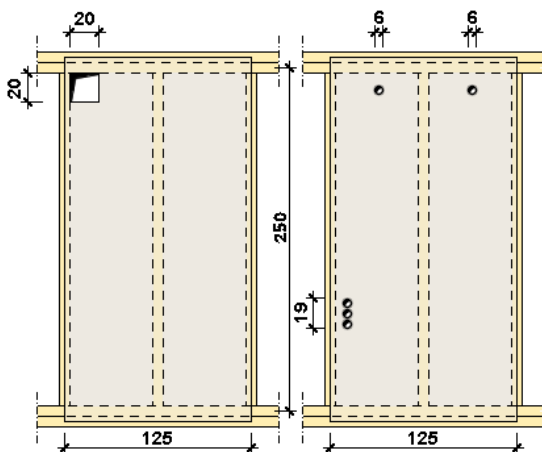
### Konstruktive Randbedingungen für Gruppen von Wandtafeln

Die Tragfähigkeiten von Wandbereichen mit Tür- oder Fensteröffnungen dürfen unter horizontaler Scheibenbeanspruchung vernachlässigt werden. Die ungestörten Bereiche sind als einzelne Tafeln zu betrachten und jede Tafel ist für sich zu verankern.

Ist bei einer Gruppe von Wandtafelementen eine durchgehende Kopf- und Fußrippe vorhanden, so kann der Nachweis vereinfacht mit der Ersatzlänge  $l$ , die sich aus der Summe der Einzellängen der Tafelelemente ergibt, geführt werden.



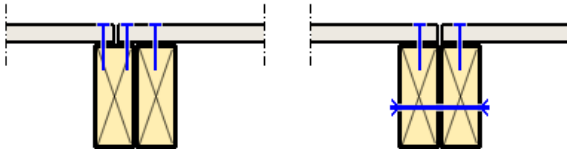
### Konstruktive Randbedingungen für Öffnungen



- Keine Aussparungen in den Rippen!
- Einzelöffnungen bis maximal 20/20 cm.
- Maximale Öffnung: 10% der Höhe, 10% der Breite.
- Bei mehreren Öffnungen muss die Summe kleiner 10% der Höhe bzw. 10% der Breite sein.

## Konstruktive Randbedingungen für Elementstöße

Wenn Tafeln aus mehreren einzelnen Elementen zusammengesetzt werden, dann müssen die Elemente so verbunden werden, dass der Schubfluss von den angrenzenden Plattenrändern von Element zu Element übertragen werden kann. Das Bild zeigt zwei Möglichkeiten, für die Ausbildung eines solchen Elementstoßes.



Um das vereinfachte Nachweisverfahren A für Wandtafeln nach EC5-1-1, 9.2.4.2, welches die Grundlage dieses Programms darstellt, anwenden zu können, müssen folgende konstruktive Randbedingungen eingehalten werden:

Die Randrippen dürfen nicht gestoßen sein, außer, die Stöße werden verformungsarm ausgeführt. Stöße gelten als verformungsarm, wenn die Tragfähigkeit des Stoßes größer als der 1,5-fache Wert der Beanspruchung ist.

Wenn Tafeln aus mehreren einzelnen Elementen zusammengesetzt werden, dann müssen die Elemente so verbunden werden, dass der Schubfluss der angrenzenden Plattenränder von Element zu Element übertragen werden kann.

Die Fußrippe muss horizontal und vertikal gelagert sein!

Die ein- oder zweiseitige Beplankung muss aus über die volle Tafelhöhe durchgehenden Platten bestehen. Diese dürfen auf vertikalen Rippen gestoßen werden. Die Mindestbreite der Platten  $l_p$  beträgt  $h/4$ , also ein Viertel der Tafelhöhe.

Die Tragfähigkeiten von Wandbereichen mit Tür- oder Fensteröffnungen dürfen unter horizontaler Scheibenbeanspruchung vernachlässigt werden. Die ungestörten Bereiche sind als einzelne Tafeln zu betrachten und jede Tafel ist für sich zu verankern. Ist bei einer Gruppe von Wandtafelementen eine durchgehende Kopf- und Fußrippe vorhanden, so kann der Nachweis vereinfacht mit der Ersatzlänge  $l$ , die sich aus der Summe der Einzellängen der Tafelelemente ergibt, geführt werden.

Bohrungen, Schlitze und Aussparungen in den Pfosten, Fuß- und Kopfripen sind rechnerisch nachzuweisen.