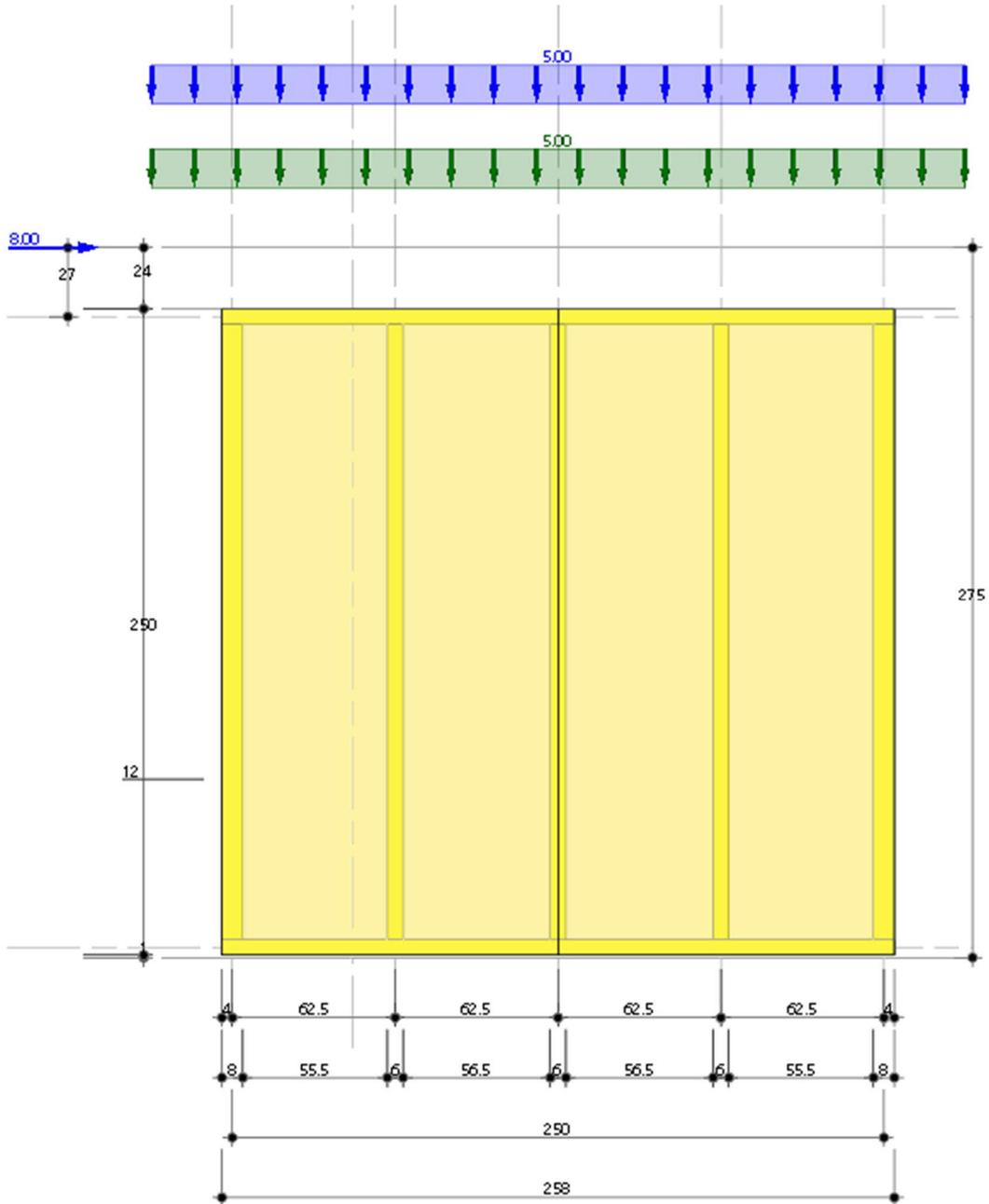


HTW – Beispiel 1: Holztafelwand mit zwei Platten pro Beplankungsseite nach DIN EN 1995:2013

Inhalt

System	2
Belastung	3
Berechnung der Wand	3
Schnittgrößen 1,0-fach	3
Nachweis Schwellpressung unten	4
Nachweis Beplankung	5
Nachweis der Verbindungsmittel	5
Nachweis OSB/3-Platten	5
Anmerkung zum Nachweis der Beplankung	7
Verformung der Wand	8
Ermittlung der charakteristischen 1,0-fachen Verformungsanteile	8
Ermittlung der einzelnen Federsteifigkeiten	8
Ermittlung der verschiedenen Anteile	9
Nachweise der Verformung	10
Gebrauchstauglichkeit, seltene Situation, elastisch	10
Gebrauchstauglichkeit, seltene Situation, elastisch mit Kriechen	10
Tragfähigkeit, elastisch mit Kriechen	11

System



Nachweis Schwellpressung unten

Wegen der relativ großen Horizontallast (Leiteinwirkung) aus Wind wird die rechte Endrippe maßgebend.

Druckkraft Endrippe

$$1,35 \cdot 3,50 + 1,5 \cdot 0,7(\psi_0) \cdot 3,12 + 1,5 \cdot 8,80 = 21,2 \text{ kN}$$

Zuzüglich Lotabweichung

$$(1,35 \cdot 3,50 + 1,5 \cdot 0,7(\psi_0) \cdot 3,12) \cdot \frac{1}{200} \cdot 5 \text{ Rippen} \cdot 2,75 \text{ m} / 2,50 \text{ m} = 0,22 \text{ kN}$$

$$N_d = 21,4 \text{ kN}$$

Nachweis nach EN 1995-1-1 Kap. 6.1.5.

Annahme: Unterhalb der Endrippe liegt die Fußrippe auf einem kreuzenden Deckenbalken. Nach EN 1995 entspricht dies einer auflagenahen Einzellast.

=> Beiwert $k_{c,90} = 1,00$

Erhöhungsfaktor Querdruckfestigkeit: $k = 1,0$

Nach deutschem NA: NCI Zu 9.2.4.2 (NA21) darf $k = 1,2$ angenommen werden

Modifikationsbeiwert nach Tabelle NA.1, KLED=kurz/sehr kurz(Wind): $k_{mod} = 1,0$

Die Fußrippe hat keinen Überstand. Daraus ergibt sich die effektive Kontaktfläche:

=> $A_{ef} = 120 \text{ mm (Breite)} \cdot (80 \text{ mm (Endrippe)} + 30 \text{ mm (Vergrößerung nach links)}) = 13200 \text{ mm}^2$

Pressung:

$$\sigma_d = \frac{21,4 \text{ kN} \cdot 1000}{13200} = 1,62 \text{ N/mm}^2$$

Festigkeit: $f_{cd} = \frac{f_{ck} \cdot k_{mod} \cdot k_{c,90} \cdot k}{\gamma_M}$

$$f_{cd} = \frac{2,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2}{1,3} = 2,31 \text{ N/mm}^2$$

Nachweis: $\eta = \frac{\sigma_d}{f_{cd}} = \frac{1,62}{2,31} = 0,70 < 1$

LK 10: Tragfähigkeit, ständig

Ri	$F_{c,90,d}$ [kN]	l_{ef} [cm]	b_{ef} [cm]	A_{ef} [cm ²]	$k_{c,90}$	k_{mod}	γ_M	$\sigma_{c,90,d}$ [kN/cm ²]	$f_{c,90,d}$ [kN/cm ²]	η
Rippe unten										
2	-8.4	12.0	12.0	144.0	1.00	1.00	1.30	-0.06	-0.23	0.25
3	-8.4	12.0	12.0	144.0	1.00	1.00	1.30	-0.06	-0.23	0.25
4	-8.4	12.0	12.0	144.0	1.00	1.00	1.30	-0.06	-0.23	0.25
5	-21.4	11.0	12.0	132.0	1.00	1.00	1.30	-0.16	-0.23	* 0.70

Nachweis Beplankung

Horizontalkraft	
1,5 * 8,00	= 12,0 kN
Zuzüglich Lotabweichung	
(1,35 * 3,50 + 1,5 * 0,7(ψ ₀) * 3,12) * 1/200 * 5 Rippen	= 0,2 kN
<hr/>	
F _{v,Ed} (H _d)	= 12,2 kN

Nachweis der Verbindungsmittel

Nageltragfähigkeit Na 27x60, glatt, rund, a=10cm, nach gesonderter Ermittlung:
 F_{f,Rd} = 0,537 kN => 5,37 kN/m (maßgebender k_{mod}=1,0 ; γ_M=1,3)

Zunächst wird die Tragfähigkeit einer Platte berechnet.

Plattenbreite	b _i = 1,25m (Abst. Nagelreihen ca. Abst. Rippenachsen)
Halbe Plattenhöhe	b _o = h / 2 = 2,44 / 2 = 1,22m
Beiwert	c _i = b _i / b _o = 1,25 / 1,22 jedoch kleiner 1,0 => c _i = 1,0
Nagelabstand	a _N = 0,10m
Erhöhungsfaktor	k _{sr} = 1,2 (Stiftförmige Verbindungsmittel ringsum, 9.2.4.2(5))

Tragfähigkeit einer Platte

$$F_{i,v,Rd} = \frac{F_{f,Rd} \cdot c_i \cdot b_i \cdot k_{sr}}{a_N}$$

$$= \frac{0,537 \text{ kN} \cdot 1,0 \cdot 1,25 \text{ m} \cdot 1,2}{0,10 \text{ m}} = 8,06 \text{ kN}$$

Für die zweite Platte ergibt sich durch die gleiche Geometrie die gleiche Tragfähigkeit. Die Tragfähigkeit der Wand ergibt sich zu:

$$F_{v,Rd} = \sum F_{i,v,Rd} = 2 \cdot 2 \cdot 8,06 \text{ kN} = 32,24 \text{ kN}$$

$$(\text{Schubfluss: } S_{v,0,d} = 12,20 / 2,50 = 4,88 \text{ kN/m ; } S_{v,0,Rd} = 32,24 / 2,50 = 12,90 \text{ kN/m})$$

Nachweis:

$$\eta = \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{12,20}{32,24} = 0,38 < 1$$

Nachweis OSB/3-Platten

k _{mod}	= 1,0 (Tab. NA.1)
γ _M	= 1,2 (Tab. 2.1)
f _{vk}	= 6,8 N/mm ²
t	= 20 mm
k _{da}	= 0,5 (EN 1995 kennt diese Abminderung nicht)

Schubbeulen

$$b_{net} = 560 \text{ mm lichter Rippenabstand (9.2.4.2(11))}$$

$$b_{net} / t = 560 / 20 = 28 < 100 \Rightarrow \text{Schubbeulen vernachlässigbar} \Rightarrow k_{sb} = 1,0$$

Nach deutschem NA:2010 (NCI Zu 9.2.4.2) ist die Bedingung $b_r / t < 35$ einzuhalten, wobei für b_r der Rippenachsabstand einzusetzen ist. Ggf. muss die Schubtragfähigkeit der Platten mit dem Faktor $k_{sb}=35 \cdot t / b_r$ reduziert werden. Bei beidseitigen Beplankungen ist die Tragfähigkeit zusätzlich mit einem Faktor $k_{da} = 0,5$ abzumindern (NCI Zu 9.2.4.2).

Schubfluss einer Beplankungsseite

$$s_{v,0,Rd} = \frac{f_{vk} \cdot k_{mod} \cdot t \cdot k_{sb} \cdot k_{da}}{\gamma_M}$$

$$= \frac{6,8 \text{ N/mm}^2 \cdot 1,0 \cdot 20 \text{ mm} \cdot 1,0 \cdot 0,5}{1,3}$$

$$= 52,31 \text{ N/mm} = 52,31 \text{ kN/m}$$

Tragfähigkeit beider Beplankungsseiten

$$F_{v,Rd} = 2 \cdot s_{v,0,Rd} \cdot Lx = 2 \cdot 52,31 \text{ kN/m} \cdot 2,5 = 261,5 \text{ kN} \gg 32,24 \text{ kN} = F_{v,Rd}(\text{Nägel})$$

=> Maßgebend sind hier eindeutig die Verbindungsmittel

LK 10: Tragfähigkeit, ständig

Verb.-M. Seite	Gl	$f_{h,1,k}$ [N/mm ²]	$f_{h,2,k}$ [N/mm ²]	M_{yk} [N*mm]	F_{Rk} [N]	ΔF_{Rk} [N]	K_{mod}	γ_M	F_{Rd} [N]	$S_{v,0,Rd}$ [kN/cm]
1	f	43.8	21.3	2381.3	698.1	0.0	1.00	1.30	537.0	5.37
2	f	43.8	21.3	2381.3	698.1	0.0	1.00	1.30	537.0	5.37

LK 10: Tragfähigkeit, ständig

Abstand	Seite	Rippe	untereinander(min) Platte	Rippe	vom Rand(min) Platte	Status
	1	23.0	23.0	13.5	8.1	ok
	2	23.0	23.0	13.5	8.1	ok

LK 10: Tragfähigkeit, ständig

Beplankung	Bauteil	$S_{v,0,Rd}$ [kN/cm]	k_{ci}	k_{sr}	k_{da}	k_{sb}	k_{hj}	Status	$S_{v,0,Rd}$ [kN/cm]	η
Beplankung Seite 1										
Verb.-M.		5.37	1.00	1.20	-	-	1.00	ok	6.44	-
Platten		104.62	-	-	0.50	1.00	1.00		52.31	-
Beplankung Seite 2										
Verb.-M.		5.37	1.00	1.20	-	-	1.00	ok	6.44	-
Platten		104.62	-	-	0.50	1.00	1.00		52.31	-
Ganze Wand: Anteile $S_{v,0,d}$: 0.500 / 0.500										
$S_{v,0,d} = 4.89 \quad S_{v,0,Rd} = 1.00 \cdot 6.44 + 1.00 \cdot 6.44 = 12.9$										
* 0.38										
Faktoren Beplankung										
k_{ci} : schmale Platten										
k_{sr} : stiftförmige Verbindungsmittel ringsum										
k_{da} : diskontinuierliche und zusätzliche Beanspruchungen										
k_{sb} : Schubbeulen										
k_{hj} : schmale Platten mit Horizontalstoß										

Anmerkung zum Nachweis der Beplankung

Bei Wandtafeln mit unterschiedlichen Beplankungen und Plattenlängen, horizontalen Stößen in den Platten und „schmalen Platten“ geht das Programm HTW folgendermaßen vor:

Jede Platte wird einzeln untersucht und der c_i - Wert errechnet. Aus allen Platten einer Beplankungsseite wird ein mittlerer c_i - Wert bestimmt, mit dem die Tragfähigkeit der betrachteten Beplankungsseite ermittelt wird.

Bei unterschiedlichem Rippenmaterial ist bei der Bemessung von Verbindungsmitteln in einer Beplankungsseite immer das schwächste Verbindungsmittel maßgebend, weil der Schubfluss an allen Plattenrändern gleich ist.

Wenn beide Beplankungsseiten unterschiedlich sind, muss die Tragfähigkeit (9.2.4.2(7)) der schwächeren Seite abgemindert werden.

HTW stellt die „Ähnlichkeit“ der beiden Beplankungen auf Basis der Verformungsberechnung über die Steifigkeiten fest. Beträgt die Steifigkeit der weicheren Seite mehr als 99% der steiferen Seite, sind beide Beplankungen „gleich“, zwischen 75% und 99% sind die Beplankungen „ähnlich“, darunter sind sie „verschieden“.

Nach deutschem NA:2010 (NCI Zu 9.2.4.2, NA.20) muss die Tragfähigkeit der Beplankung u. U. nochmals reduziert werden, wenn keine genauer Nachweis der Verformung geführt wird. HTW nimmt keine Abminderung vor, weil der Nachweis mit „ausreichend genau“ ermittelten Verformungen geführt wird.

Verformung der Wand

Ermittlung der charakteristischen 1,0-fachen Verformungsanteile

Horizontallast(Wind) gesamt:	H_w	= 8,00 kN
Pro Seite:	$H_w = 8,00 / 2$	= 4,00 kN
Pro Platte:	$H_w = 8,00 / 4$	= 2,00 kN

Ermittlung der einzelnen Federsteifigkeiten

Feder Zuganker

(entspricht ungefähr der Verbindungsmittelsteifigkeit.)

Annahme: Stahlblech mit 2*7=14 Na 4,0x40, unmittelbar an Endrippe C24 befestigt (EN 1995 7.1).

$$\rho_m = \rho_k * 1,13 = 350 \text{ kg/m}^3 * 1,13 = 395 \text{ kg/m}^3$$

$$K_{ser} = 395^{1,5} * 4,0^{0,8} / 30 = 793 \text{ N/mm}$$

$$k_A = 14 * 793 = 11000 * 2 \text{ (Stahlblech/Holz)} = 22000 \text{ N/mm}$$

abzgl. Lochspiel und Feder Stahlanker -> = 20000 N/mm

Annahme: Da das andere Ende des Ankers ist nicht steif, sondern mit den gleichen Nägeln im Holz verankert ist, muss der Wert k_A halbiert werden:

$$k_A = 10000 \text{ N/mm}$$

Feder Fußrippe (Druckfeder)

entspricht der quer gepressten Fußrippe am Ende.

$$E_{90,Mean} = 370 \text{ N/mm}^2 \text{ (C24)}$$

$$k_D = E * A / L = 370 * (80+30) \text{ mm} * 120 \text{ mm} / 60 \text{ mm} = 81400 \text{ N/mm}$$

(Wenn darunter eine Holztafelwand gleicher Konstruktion steht, sollte der Wert k halbiert werden.

Bei zusätzlich vorhandenen quer verlaufenden Deckenbalken kann auch ein geringerer Wert sinnvoll sein.)

Feder vertikale Endrippen

entspricht der Normalkraftfeder der senkrechten Endrippe.

$$E_{0,Mean} = 11000 \text{ N/mm}^2 \text{ (C24)}$$

$$k_R = E * A / L_z = 11000 \text{ N/mm}^2 * 80 \text{ mm} * 120 \text{ mm} / 2380 \text{ mm} = 44400 \text{ N/mm}$$

Nagel durch OSB/3-Platte in Holz C24

C24: $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$; OSB/3: $\rho_k = 550 \text{ kg/m}^3$; Na 2,7x60 / $a_N = 100 \text{ mm}$

$$\rho_m = (350 * 1,13 * 550 * 1,13)^{0,5} = 504 \text{ kg/m}^3$$

$$k_N = k_{ser} = 504^{1,5} * 2,7^{0,8} / 30 = 835 \text{ N/mm}^2$$

Der Faktor 1,13 dient zur Umrechnung von ρ_k in ρ_m und stammt aus der Fachliteratur.

Ermittlung der verschiedenen Anteile

Alle Anteile der Verschiebung oben werden zunächst 1,0-fach und getrennt nach Bauteilen ermittelt. Die Verformung „oben“ wird dabei auf die Geschoßhöhe bezogen.

Biegeverformung Beplankung

OSB/3: $E_{\text{Mean,Scheibe}} = 3000 \text{ N/mm}^2$

Eine Seite:

$$w1 = H_w * h^3 / (3 * E * I)$$

$$w1 = 4000\text{N} * 2500^3 / (3 * 3000 * 20 * 2580^3 / 12) = 0,24 \text{ mm}$$

Schubverformung Beplankung OSB/3

OSB/3: $G_{\text{Mean,Scheibe}} = 1080 \text{ N/mm}^2$

Eine Platte:

$$w2 = \text{Kappa} * H_w * h / (G * A)$$

$$w2 = 1,2 * 2000 * 2500 / (1080 * 20 * 1290) = 0,22 \text{ mm}$$

Schubverformung Beplankung Nägel

Eine Platte: Horizontale Nagelreihen

$$H_w * 2 \text{ Reihen} * a_N / (L_x * k_N)$$

$$2000 * 2 * 100 / (1220 * 835) = 0,39 \text{ mm}$$

Eine Platte: Vertikale Nagelreihen

$$H_w * 2 \text{ Reihen} * h * a_N / (L_x^2 * k_N) * h_{\text{Platte}} / a_{\text{Nagelreihen}}$$

$$2000 * 2 * 2440 * 100 / (1220^2 * 835) * 2,5/2,44 = 0,81 \text{ mm}$$

$$w3 = 1,20 \text{ mm}$$

Druck und Zugfeder der Verankerung

Ganze Wand:

Zuganker:

$$w = H_w * h^2 / (k_A * L_x^2)$$

$$\text{Zug: } 8000 * 2750^2 / (10000 * 2500^2) = 0,97 \text{ mm}$$

$$\text{Druck: } 8000 * 2750^2 / (81400 * 2500^2) = 0,12 \text{ mm}$$

$$w4 = 1,09 \text{ mm}$$

Vertikale Endrippen

Ganze Wand:

$$w = 2/3 * H_w * L_z\text{Rippe}^2 / (k_R * L_x^2) * h_{\text{Geschoss}} / h_{\text{Pfosten}}$$

$$w5 = 2/3 * 8000 * 2380^2 / (44400 * 2500^2) * 2,75/2,38 = 0,13 \text{ mm}$$

Zusammenstellung der einzelnen Anteile

Biegeverformung OSB/3	w1	= 0,24 mm
-----------------------	----	-----------

Schubverformung OSB/3	w2	= 0,22 mm
-----------------------	----	-----------

Nägel der Beplankung	w3	= 1,20 mm
----------------------	----	-----------

Verankerung	w4	= 1,09 mm
-------------	----	-----------

Vertikale Endrippen	w5	= 0,13 mm
---------------------	----	-----------

Horizontalverschiebung	w	= 2,88 mm
------------------------	---	-----------

Berücksichtigung der Lotabweichung

$$H_{\text{Lot}} = V / 200 = 34\text{kN} / 200 = 0,17 \text{ kN}$$

$$w_L = 2,78 * 0,17 / 8,00 = 0,06 \text{ mm}$$

Aufgeteilt in g und q:

$$w_{Lg} = 0,03 \text{ mm}$$

$$w_{Lq} = 0,03 \text{ mm}$$

Nachweise der Verformung

Gebrauchstauglichkeit, seltene Situation, elastisch

w_{inst}	=	$\gamma_F * w_g + \gamma_F * w_q$	
$w_{\text{inst,g,Lot}}$	=	$1,0 * 0,03$	= 0,03 mm
$w_{\text{inst,q,Lot}}$	=	$1,0 * 0,03$	= 0,03 mm
$w_{\text{inst,q,Wind}}$	=	$1,0 * 2,88$	= 2,88 mm
w_{inst}	=		= 2,94 mm

Aus EN 1995, Tabelle 7.2 wählt man den Grenzwert für auskragende Biegestäbe. Hier: L/200.

$$w_{\text{inst lim}} = 2750 / 200 = 13,75 \text{ mm}$$

Nachweis:

$$\eta = \frac{w_{\text{inst}}}{w_{\text{inst lim}}} = \frac{2,94}{13,75} = 0,21 < 1$$

Gebrauchstauglichkeit, seltene Situation, elastisch mit Kriechen

$$w_{\text{inst}} = 2,94 \text{ mm}$$

Der Kriechanteil beträgt immer:

$$w_{\text{creep}} = w_{\text{inst}} * \psi_2 * k_{\text{def}}$$

	ψ_2 , ständig	ψ_2 ,Wohn	ψ_2 ,Wind	k_{def}
C24	1,00	0,30	0,00	0,60
Ankernägeln	1,00	0,30	0,00	0,60
OSB/3	1,00	0,30	0,00	1,50
Nägeln Beplankung	1,00	0,30	0,00	1,90 (EN 1995 2.3.2.2(4))

Allgemein müssten alle berechneten elastischen Verformungsanteile nochmals nach Einwirkungsgruppen und dem jeweils beteiligten Materialien aufgeteilt werden, um anteilig die richtigen ψ_2 - und k_{def} - Werte anzuwenden. In diesem Fall bietet sich folgende Vereinfachung an.

Die planmäßige Horizontallast besteht nur aus Wind. Weil $\psi_2 = 0$ ist, gibt es daraus keine Kriechverformung. Es muss also nur der Anteil der Lotabweichung behandelt werden. Die größten Anteile der Verformungen resultieren aus den Nägeln im Anker und in der Beplankung (ca. 3/4 der Gesamtverformung). Die Horizontallast aus Lotabweichung ist sehr klein. Daraus ergibt sich der mittlere k_{def} - Wert zu:

$$k_{\text{def}} = 1,90 * 0,75 + 0,60 * 0,25 = 1,57$$

Anteil		$w_{\text{inst}} * \psi_2 * k_{\text{def}}$	= w_{creep}
Lotabweichung	w_{Lg}	= $0,03 * 1,00 * 1,57$	= 0,047 mm
Lotabweichung	w_{Lq}	= $0,03 * 0,30 * 1,57$	= 0,014 mm
Kriechverformung	w_{creep}	=	= 0,061 mm
Endverformung	$w_{\text{net,fin}}$	= $w_{\text{inst}} + w_{\text{creep}}$	= 2,94 + 0,061 = 3,00 mm

Aus EN 1995, Tabelle 7.2 wählt man den Grenzwert für auskragende Biegestäbe. Hier: L/150.

$$\text{Grenzwert Endverformung } W_{\text{net,fin,lim}} = 2750 / 150 = 18,33 \text{ mm}$$

Nachweis:

$$\eta = \frac{W_{\text{inst,fin}}}{W_{\text{inst,fin,lim}}} = \frac{3,00}{18,33} = 0,16 < 1$$

Tragfähigkeit, elastisch mit Kriechen

Dieser Nachweis ist nicht im EN 1995 enthalten.

Nach deutschem NA(NCI Zu 9.2.4.2 NA17) ist er jedoch erforderlich. Die Begrenzung der Verformung ist dort auf $h/100$ festgelegt.

Alle Steifigkeiten werden in Tragfähigkeitskombinationen durch den Materialsicherheitsbeiwert geteilt (EN 1995 2.4.1(2)). Er liegt hier zwischen 1,2(OSB/3) und 1,3 (sonstige Bauteile). Dabei ist der Anteil der OSB-Platten an der Gesamtverformung kleiner als 1/5. Für das Zusammenwirken der verschiedenen Bauteile wird vereinfachend angesetzt:

$$\gamma_M = 0,80 * 1,3 + 0,20 * 1,2 = 1,28$$

Bei Verbindungsmitteln ist zusätzlich die Abminderung $K_u = 2/3 * k_{\text{ser}}$ anzuwenden (EN 1995 2.2.2(2)).

In der betrachteten Kombination ist γ_F für Wind 1,5.

Verformung

$$W_{\text{inst(STR)}} = \gamma_F * W_{\text{inst}} * \gamma_M * (3/2 * \text{Anteil VM} + 1,0 * \text{Anteil Bauteile})$$

$$W_{\text{inst(STR)}} = 1,5 * 3,00 * 1,28 * (3/2 * 0,75 + 1,0 * 0,25) = 7,92 \text{ mm}$$

$$W_{\text{creep(STR)}} = \gamma_F * W_{\text{creep}} * \gamma_M * (3/2 * \text{Anteil VM} + 1,0 * \text{Anteil Bauteile})$$

$$W_{\text{creep(STR)}} = 1,5 * 0,061 * 1,28 * (3/2 * 0,75 + 1,0 * 0,25) = 0,16 \text{ mm}$$

$$W_{\text{net,fin(STR)}} = 8,08 \text{ mm}$$

$$W_{\text{net,fin,lim(STR)}} = 2750 / 100 = 27,5 \text{ mm}$$

Nachweis:

$$\eta = \frac{W_{\text{inst,fin(STR)}}}{W_{\text{inst,fin,lim(STR)}}} = \frac{8,08}{27,50} < 1$$

Maßgebende Verformungen (Bemessung)							
LK	Grenzzusta.	Situation	Nachweis	w_x [mm]	$w_{x, \text{lim}}$	$w_{x, \text{lim}}$ [mm]	η
25	Gebrauch.	selten/c.	inst	2.92	h/ 200	13.75	0.21
25	Gebrauch.	selten/c.	net,fin	2.97	h/ 150	18.33	0.16
10	Tragfähi.	ständig	net,fin	7.88	h/ 100	27.50	0.29

Anmerkung zu den Nachweisen der Verformung

Bei Wandtafeln mit unterschiedlichen Beplankungen und Plattenlängen, horizontalen Stößen in den Platten, „schmalen Platten“ und verschiedenen Rippenmaterialien geht das Programm HTW folgendermaßen vor:

Unterschiedliche Plattenbreiten b_i und horizontale Stöße

Zunächst werden die Verformungen aller einzelnen Platten und daraus eine Feder, ggf. für beide Beplankungsseiten getrennt, berechnet. Dabei wird bei Platten mit horizontalen Stößen die Verschiebung aus beiden Teilen ermittelt und addiert.

Unterschiedliche Materialien

Alle Steifigkeits(bei)werte bzw. an der Ermittlung der Steifigkeit beteiligten Werte der Bauteile und Verbindungsmittel werden entsprechend den jeweils beteiligten Längen gewichtet.

$S(\text{Mittelwert}) = \text{Summe}(S(i) * \text{Länge}(i)) / \text{Summe}(\text{Länge}(i))$

Hinweis

Diese Vorgehensweise garantiert keine 100% exakten Ergebnisse. Die ausgegebenen Verformungen können jedoch als brauchbare und ausreichend genaue Näherung verwendet werden.