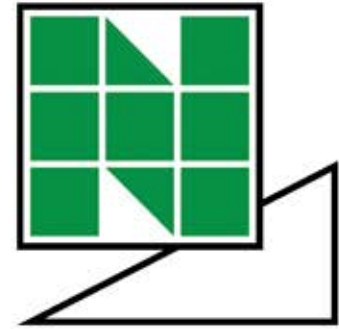


DR.-ING. FRITZ NAUBERT · Beratender Ingenieur für Bauwesen



STATIK

Am Ruhrstein 20
D-45133 Essen-Bredeney
Telefon (0201) 842 50-3
E-Mail info@naubert.de
Internet www.naubert.de

PROJ.-NR: **2177**

BAUVORHABEN: **BALKOPLAN:
Balkonbodenplatte nach DIN EN 13986
mit Allgemeiner Bauartgenehmigung für den
Einsatz in der Nutzungsklasse 3**

hier: Ermittlung der zulässigen Abstände
von Unterstützungen und Verankerungen
nach DIN EN 1995 für Lasten nach
Kat. Z (Balkone), T1 und T2 (Treppen)

AUFTRAGGEBER:

MEHLHOSE 
Elemente für Dachrand und Fassade
GmbH & Co. KG
Kiebitzstraße 36
32051 Herford

SEITEN: 1...19

Essen, den 22. November 2022

VORBEMERKUNGEN

Allgemeines:

Die vorliegende statische Berechnung enthält die Standsicherheitsnachweise für Balkonbodenplatten aus zementgebundenen Spanplatten, die den Anforderungen der *DIN EN 634-1*, *DIN EN 634-2*, *DIN EN 13986* und *DIN V 20000-1* entsprechen, darüber hinaus **zusätzlich** für den Einsatz in der Nutzungsklasse 3 über eine allgemeine Bauartgenehmigung verfügen und mit einer werksmäßig aufgetragene Beschichtung versehen sind, die alle Kanten, Stoß- und Schnittflächen umfasst und eine Feuchtigkeitsaufnahme verhindert.

Zulässige Unterstützungsabstände:

Es wird gezeigt, dass die Platten in Stärken von $t = 28$ mm und 32 mm als einachsig gespannte Einfeldplatten mit folgenden Unterstützungsabständen verlegt werden können:

Nutzlast	Plattendicke	Unterstützungsabstand (Achismaß der Unterstüzung)	Lichte Weite (gem. allg. Bauartge.)
5,00 kN/m ²	28 mm	650 mm *	600 mm
5,00 kN/m ²	32 mm	700 mm **	600 mm

* Bei minimaler Lagerbreite von 50 mm; ** Bei minimaler Lagerbreite von 100 mm

Hierbei werden die zulässigen Spannungen eingehalten. Die auftretenden Schubspannungen sind gering und werden für die Bemessung nicht maßgebend (vgl. hierzu die Pos. 2, 3).

Die Durchbiegung sollte entsprechend der Empfehlung der DIN EN 1995, Tab. 7.2 für w_{inst} auf 1/300 und w_{fin} auf 1/150 der Spannweite begrenzt werden.

Eine Überschreitung der empfohlenen Grenzwerte ist zulässig, wenn sie mit der Bauherrschaft verbindlich abgestimmt wird. Die Überschreitung ist sachlich begründet, da die absolute Durchbiegung gering ist und somit keine Gefährdung angrenzender Bauteile oder eine Störung des Erscheinungsbildes zu befürchten ist.

Für die bevorzugte Verlegungsweise als Mehrfeldplatten reduzieren sich die für die einachsig gespannte Einfeldplatte ermittelten Durchbiegungen deutlich.

Verankerung:

Für die Verankerung der zementgebundenen Spanplatten sind Linsenkopfschrauben aus nichtrostendem Stahl mit Innensechskant in Abhängigkeit von der Art der Unterkonstruktion vorzusehen.

- Holzschraube 8×100 mm, V2A (1.4567) nach DIN EN 14592 mit 100 mm Holzgewinde.
oder:
- Maschinenschraube M8×60, V4A (1.4401, 1.4404, 1.4578), Festigkeitsklasse ≥ 50 mit zugehöriger Mutter M8 und Unterlegscheibe $\varnothing 8,4$ mm in V4A, die den Anforderungen der Bezugsnormengruppe 4 der DIN EN 1993-1-8 entsprechen.

Für die Holzunterkonstruktionen wird mindestens Nadelholz der Festigkeitsklasse C24 mit einer Rohdichte $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ vorausgesetzt. Stahlkonstruktionen sind in der Regel nach DIN EN 1993 aus S235 auszuführen.

Für die vorgegebenen Schrauben sind die Zementgebundene Spanplatten mit einem Durchmesser von 10,0 mm vorzubohren.

Hierbei beträgt der Mindestrandabstand der Platte $a = 3 \times d$, wobei d den Nenn-durchmesser der Schraube bezeichnet.

Für die vorgenannten Schrauben ergibt sich somit: $a = 24 \text{ mm}$, jedoch Werksvorgabe $a \geq 30 \text{ mm}$ und am Plattenende (Ecke) $a \geq 80 \text{ mm}$.

Der Randabstand für Bohrungen in Stahlprofilen bei einer stählernen Unterkonstruktion richtet sich nach der entsprechenden Norm und beträgt in der Regel mindestens $1,2 \times d_L$ (hier: 10,8 mm), bezogen auf den Rand des Stahlbauteils.

Zur Ermittlung der abhebenden Windlasten wird der Geschwindigkeitsdruck q für Bauwerke < 25,0 m Höhe nach Tab. NA.B.3, Anhang NA.B der DIN EN 1991-1-4 NA angesetzt. Die 22 verschiedenen Kombinationen werden auf 4 Bereiche A, B, C und D reduziert indem jeweils Obergrenzen für den Geschwindigkeitsdruck q festgelegt werden. Die Zuordnung der Windzonen erfolgt nach Bild NA.A.1, Anhang NA.A der DIN EN 1991-1-4 NA. Die Einordnung der Gebäudestandorte in die Bereiche A – D erfolgt mittels nachfolgender Tabelle:

Bereich	Geschwindigkeitsdruck q [kN/m²]	geografische Lage	Windzone	Gebäudehöhe h [m]
A	≤ 0,65	Binnenland	1	≤ 18,00 m
		Binnenland	2	≤ 10,00 m
B	≤ 0,85	Binnenland	1	≤ 25,00 m
		Binnenland	2	≤ 18,00 m
		Binnenland	3	≤ 10,00 m
		Küste und Inseln der Ostsee	2	≤ 10,00 m
C	≤ 1,20	Binnenland	2	≤ 25,00 m
		Binnenland	3	≤ 25,00 m
		Binnenland	4	≤ 18,00 m
		Küste und Inseln der Ostsee	2	≤ 25,00 m
		Küste und Inseln der Ostsee	3	≤ 18,00 m
D	≤ 1,55	Binnenland	4	≤ 25,00 m
		Küste und Inseln der Ostsee	3	≤ 25,00 m
		Küste Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	4	≤ 25,00 m
		Inseln der Nordsee	4	≤ 10,00 m

Für Bauwerke > 25,0 m Höhe ist eine gesonderte Untersuchung anzustellen.

Dr.-Ing. Fritz Naubert

Beratender Ingenieur für Bauwesen

Proj.-Nr. 2177

- 4 -

Vorbemerkungen

Im Folgenden wird tabellarisch angegeben, welche Flächen von den einzelnen Schraubentypen in Abhängigkeit vom Geschwindigkeitsdruck (Bereich A – D) gegen Abheben gesichert werden können. Die Bedingungen für die Tragfähigkeit der Platte unter Windsoglast müssen **gleichfalls** erfüllt sein (vgl. hierzu Pos. 5).

HOLZ- und MASCHINENSCHRAUBEN:

Bereich	m ² je Schraube	4 Schrauben	6 Schrauben	8 Schrauben	10 Schrauben
A	2,00*	8,00	12,00	16,00	20,00
B	1,99	7,96	11,94	15,92	19,90
C	1,31	5,24	7,86	10,48	13,10
D	0,98	3,92	5,88	7,84	9,80

* Die maximal zu sichernde Fläche wird auf 2,00 m² je Schraube begrenzt.

Bezogen auf die Spannrichtung der Balkonbodenplatten dürfen folgende Abstände nicht überschritten werden:

Bereich	d = 28 mm	d = 32 mm
A	2,00 m	2,40 m
B	1,70 m	2,00 m
C	1,40 m	1,60 m
D	1,20 m	1,40 m

Dies entspricht einer Befestigung auf ca. jeder 3., 2. bzw. 1. Auflagerung.

Balkonplatten, die in den Bereich von Sogspitzen fallen, sind mit der doppelten Anzahl von Schrauben sowie an jedem Auflager zu befestigen.

Im Einbauzustand müssen die Balkonbodenplatten ein Gefälle von 2,0% aufweisen.

Balkonbodenplatten die im Geltungsbereich der Nutzungsklasse 3 eingebaut werden unterliegen der allgemeinen Bauartgenehmigung. Die entsprechenden Anforderungen sind einzuhalten.

Dr.-Ing. Fritz Naubert

Beratender Ingenieur für Bauwesen

Proj.-Nr. 2177

- 5 -

Vorbemerkungen

Lastannahmen:

- allgemein nach DIN EN 1991-1
- Rechenwert der Eigenlast $g_k = 13,0 - 14,5 \text{ kN/m}^3$
- Nutzlast für Balkone Z nach DIN EN 1991-1-1/NA $q_k = 4,0 \text{ kN/m}^2$
- Nutzlast für Treppen T1 nach DIN EN 1991-1-1/NA $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$
- Nutzlast für Treppen T2 nach DIN EN 1991-1-1/NA $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$
- Nutzlast für Z, T1 und T2 nach DIN EN 1991-1-1/NA $Q_k = 2,0 \text{ kN}$
- Druckbeiwert für Windsogkräfte $c_p = -1,5^*$

* Der Druckbeiwert wird in Anlehnung an die in Tab. NA.V.1 der DIN EN 1991-1-4/NA gegebenen Werte für Vordächer gewählt. Objektbezogen kann auch ein günstigerer Wert maßgebend sein.

Nutzungs-klasse:

Die Balkonbodenplatten sind für den Einsatz in der Nutzungs-klasse 3, also Konstruktionen die der Witterung voll ausgesetzt sind, vorgesehen.

Der Einsatz zementgebundener Spanplatten ist für die Bedingungen der Nutzungs-klasse 3 nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 im Gegensatz zur DIN 1052: 2004-08 nicht mehr zulässig.

BALKOPLAN® Balkonbodenplatten verfügen für die Anwendung in der Nutzungs-klasse 3 über eine Allgemeine Bauartgenehmigung (Nr. Z-9.1-787).

Baustoffeigenschaften:

Gemäß DIN EN 1995-1-1/NA, Tab. NA.8 werden folgende Rechenwerte für die charakteristischen Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte für eine Plattenbeanspruchung angesetzt:

Biegung	$f_{m,k} = 9,0 \text{ N/mm}^2$
Druck	$f_{c,90,k} = 12,0 \text{ N/mm}^2$
Schub	$f_{v,k} = 2,0 \text{ N/mm}^2$
Elastizitätsmodul	$E_{mean} = 4500 \text{ N/mm}^2$

Kopfdurchziehparameter ($f_{2,k} = f_{head,k}$) von Schrauben laut Zulassung für:

Platten mit Nennstärke von 28 mm	$f_{2,k} = 30,0 \text{ N/mm}^2$
Platten mit Nennstärke von 32 mm	$f_{2,k} = 40,0 \text{ N/mm}^2$

Teilsicherheitsbeiwerte:

Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen:

Ständige Einwirkungen ungünstig $\gamma_{G,sup} = 1,35$

Ständige Einwirkungen günstig $\gamma_{G,inf} = 1,00$

Veränderliche Einwirkungen $\gamma_Q = 1,50$

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffeigenschaften:

zementgebundene Spanplatte $\gamma_M = 1,30$

Umrechnungsfaktor $\eta = \kappa_{mod}$

Modifikationsbeiwert Verkehr $\kappa_{mod,Q} = 0,55$

Modifikationsbeiwert Wind $\kappa_{mod,W} = 0,63$

Verformungsbeiwert $\kappa_{def} = 8,00$

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_M ist der Tab. NA.2 der Norm entnommen.

Dem Modifikationsbeiwert κ_{mod} liegt eine kurze Einwirkungsdauer (KLED) für die Verkehrslast und der Mittelwert aus kurz und sehr kurzer Einwirkungsdauer für Wind nach DIN EN 1995-4-4/NA, Tab. NA.1, zu Grunde. Er ist der Tabelle 2 der Allgemeinen Bauartgenehmigung für die Nutzungsklasse 3 entnommen.

Für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis ist der Verformungsbeiwert κ_{def} für die Nutzungsklasse 3 der Allgemeinen Bauartgenehmigung, Absatz 2.2.1, entnommen.

Für die Nutzungsklassen 1 und 2, z.B. Innentreppe, überdachte Laubengänge oder Balkone, kann auf die Anwendung der allgemeinen Bauartgenehmigung verzichtet werden und die Kennwerte können ausschließlich der Norm entnommen werden. Dies bietet die Möglichkeit größerer Verlegeabstände.

Kombinationsbeiwerte:

Kombinationsbeiwerte nach DIN EN 1990/NA, Tabelle NA.A.1.1

Einwirkung	Kombinationsbeiwert		
Nutzlasten für Hochbauten	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Kategorie A	0,7	0,5	0,3

Vorschriften:

- DIN EN 1990 Grundlagen der Tragwerksplanung
 - DIN EN 1991 Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-1, 1-4
 - DIN EN 1995 Bemessung und Konstruktion von Holzbauten
 - DIN EN 13986 Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen
 - DIN EN 1993 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten, Teil 1-1, 1-8
- sowie die dazugehörigen Nationalen Anhänge NA

Dr.-Ing. Fritz Naubert

Beratender Ingenieur für Bauwesen

Proj.-Nr. 2177

- 7 -

Vorbemerkungen

Allgemeine Bauartgenehmigungen:

Allgemeine Bauartgenehmigung **Nr. Z-9.1-787** vom 23. November 2020 (gültig bis 23.11.2025) des Deutschen Instituts für Bautechnik für Bauarten mit der mineralisch gebundenen Spanplatte „Balkoplan – Balkonbodenplatte“

Zertifizierungen:

Leistungserklärung Nr. 1/2020, BLKOPLAN, Zertifikat **Nr.: 1034-CPR-2534/1/2017** vom 15. Dezember 2017, notifiziert durch HFB Engineering GmbH, Zschortauer Straße 42, 04129 Leipzig

Prüfbericht **Nr.: 311002535/1/2017**, 1. Ausfertigung
über die Prüfungen zum Nachweis der Leistungseigenschaften gemäß Pkt. 5.14 und Pkt. 5.15 von EN 13986:2004+A1:2015 von Balkonbodenplatten „BALKOPLAN“, aufgestellt von der HFB Engineering GmbH, test and certification institute for construction products, Leipzig, im bauaufsichtlichen Bereich anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle entsprechend dem gültigen Verzeichnis des Deutschen Instituts für Bautechnik (Kenn-Nr. 1034), vom 25. September 2017, Seite 1 - 5 und 4 Anlagen mit insgesamt 9 Seiten.

Dr.-Ing. Fritz Naubert
Beratender Ingenieur für Bauwesen

Proj.-Nr. 2177

- 8 -

Standsicherheitsnachweise

Pos. 1 Statische Werte zementgeb. Spanplatten

Eingangswerte

Biegung $f_{m,k}$ =	9,0 N/mm ²
Schub $f_{v,k}$ =	2,0 N/mm ²
E_{mean} =	4500,0 N/mm ²
Eigengewicht γ =	14,50 kN/m ³
γ_M =	1,30
κ_{mod} =	0,55

Allgemeine Materialkennwerte

Bemessungswert der Biegefestigkeit:

$$f_{m,y,d} = \frac{\kappa_{mod} * f_{m,k}}{\gamma_M} = 3,81 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungswert der Schubfestigkeit:

$$f_{v,d} = \frac{\kappa_{mod} * f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,85 \text{ N/mm}^2$$

$$E = \frac{E_{mean}}{\gamma_M} = 3462 \text{ N/mm}^2$$

Balkonbodenplatten t = 28 mm

Materialstärke t =	28,0 mm
Eigengewicht einschließlich Beschichtung	
$g_{28} = t * \gamma * 10^{-3}$	= 0,41 kN/m ²
$A_{28} = 100 * t * 10^{-1}$	= 280 cm ² /m
$W_{y,28} = \frac{100 * t^2}{6} * 10^{-2}$	= 131 cm ³ /m
$I_{y,28} = \frac{100 * t^3}{12} * 10^{-3}$	= 183 cm ⁴ /m

Balkonbodenplatten t = 32 mm

Materialstärke t =	32,0 mm
Eigengewicht einschließlich Beschichtung	
$g_{32} = t * \gamma * 10^{-3}$	= 0,46 kN/m ²
$A_{32} = 100 * t * 10^{-1}$	= 320 cm ² /m
$W_{y,32} = \frac{100 * t^2}{6} * 10^{-2}$	= 171 cm ³ /m
$I_{y,32} = \frac{100 * t^3}{12} * 10^{-3}$	= 273 cm ⁴ /m

Dr.-Ing. Fritz Naubert

Beratender Ingenieur für Bauwesen

Proj.-Nr. 2177

- 9 -

Standsicherheitsnachweise

Belastung aus Windsog

In Anlehnung an die technischen Baubestimmungen für Vordächer wird ein Sogbeiwert berücksichtigt von:

$$c_{p,net} = -1,50$$

Bereich A

$$q_A = 0,65 \text{ kN/m}^2$$

$$\min W_{s,A} = c_{p,net} * q_A = -0,97 \text{ kN/m}^2$$

Bereich B

$$q_B = 0,85 \text{ kN/m}^2$$

$$\min W_{s,B} = c_{p,net} * q_B = -1,27 \text{ kN/m}^2$$

Bereich C

$$q_C = 1,20 \text{ kN/m}^2$$

$$\min W_{s,C} = c_{p,net} * q_C = -1,80 \text{ kN/m}^2$$

Bereich D

$$q_D = 1,55 \text{ kN/m}^2$$

$$\min W_{s,D} = c_{p,net} * q_D = -2,33 \text{ kN/m}^2$$

mehlhose

Dr.-Ing. Fritz Naubert
Beratender Ingenieur für Bauwesen

Proj.-Nr. 2177

- 10 -

Standsicherheitsnachweise

Pos. 2 Plattenstärke t = 28 mm

Einfeldplatte:

$$\max l = 0,65 \text{ m}$$

Belastung:

$$g = 0,41 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

Schnittgrößen:

1-fache Lasten:

$$V_g = 0,625 * g * l = 0,17 \text{ kN/m}$$

$$V_q = 0,625 * q * l = 2,03 \text{ kN/m}$$

$$M_g = g * l^2 / 8 = 0,022 \text{ kNm/m}$$

$$M_q = q * l^2 / 8 = 0,264 \text{ kNm/m}$$

γ -fache Lasten:

$$\gamma_g = 1,35$$

$$\gamma_q = 1,50$$

$$V_d = \gamma_g * V_g + \gamma_q * V_q = 3,27 \text{ kN/m}$$

$$M_d = \gamma_g * M_g + \gamma_q * M_q = 0,426 \text{ kNm/m}$$

Bemessung:

Biegebemessung:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_d}{W_{y,28}} * 10^3 = 3,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,85 \leq 1,0$$

Schubbemessung:

$$\tau_{v,d} = 1,5 * V_d / A_{28} * 10 = 0,18 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = \tau_{v,d} / f_{v,d} = 0,21 \leq 1,0$$

Durchbiegung:

$$k_{def} = 8,0$$

$$\Psi_2 = 0,3$$

Elastische Anfangsdurchbiegung w_{inst}

$$w_{inst,G} = M_g * l^2 / (9,6 * E_{mean} * I_{y,28}) * 10^8 = 0,1 \text{ mm}$$

$$w_{inst,Q} = M_q * l^2 / (9,6 * E_{mean} * I_{y,28}) * 10^8 = 1,4 < 4,0 \text{ mm}$$

$$\text{Faktor} = l / (w_{inst,G} + w_{inst,Q}) * 10^3 = 433 > 300$$

Endverformung infolge der ständigen Einwirkung $w_{fin,G}$

$$w_{fin,G} = w_{inst,G} * (1 + k_{def}) = 0,9 \text{ mm}$$

Dr.-Ing. Fritz Naubert
Beratender Ingenieur für Bauwesen

Proj.-Nr. 2177

- 11 -

Standsicherheitsnachweise

Endverformung infolge veränderlicher Einwirkung $w_{fin,Q}$

für die quasi-ständige Bemessungssituation

$$\begin{aligned} w_{fin,Q} &= w_{inst,Q} \cdot (1 + \Psi_2 \cdot k_{def}) &= & 4,8 \text{ mm} \\ w_{fin} &= w_{fin,G} + w_{fin,Q} &= & 5,7 \text{ mm} \\ \text{Faktor} &= l / w_{fin} \cdot 10^3 &= & 114 < 150 \end{aligned}$$

für Mehrfeldträger:

$$\begin{aligned} w'_{fin,Q} &= w_{fin,Q} \cdot 0,55 &= & 2,6 \text{ mm} \\ w'_{fin} &= w_{fin} \cdot 0,55 &= & 3,1 \text{ mm} \\ \text{Faktor} &= l / w'_{fin} \cdot 10^3 &= & 110 > 150 \end{aligned}$$

Pos. 3 Plattenstärke $t = 32 \text{ mm}$

Einfeldplatte:
max $l =$



Belastung:

$$\begin{aligned} g &= 932 &= & 0,46 \text{ kN/m}^2 \\ q &= &= & 5,00 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Schnittgrößen:

1-fache Lasten:

$$\begin{aligned} V_g &= 0,625 \cdot g \cdot l &= & 0,20 \text{ kN/m} \\ V_q &= 0,625 \cdot q \cdot l &= & 2,19 \text{ kN/m} \\ M_g &= g \cdot l^2 / 8 &= & 0,028 \text{ kNm/m} \\ M_q &= q \cdot l^2 / 8 &= & 0,306 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

γ -fache Lasten:

$$\begin{aligned} \gamma_g &= 1,35 \\ \gamma_q &= 1,50 \\ V_d &= \gamma_g \cdot V_g + \gamma_q \cdot V_q &= & 3,56 \text{ kN/m} \\ M_d &= \gamma_g \cdot M_g + \gamma_q \cdot M_q &= & 0,497 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

Dr.-Ing. Fritz Naubert
Beratender Ingenieur für Bauwesen

Proj.-Nr. 2177

- 12 -

Standsicherheitsnachweise

Bemessung:

Biegebemessung:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_d}{W_{y,32}} * 10^3 = 2,91 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = 0,76 \leq 1,0$$

Schubbemessung:

$$\tau_{v,d} = 1,5 * V_d / A_{32} * 10 = 0,17 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = \frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} = 0,20 \leq 1,0$$

Durchbiegung:

$$k_{def} = 8,0$$

$$\Psi_2 = 0,3$$

Elastische Anfangsdurchbiegung w_{inst}

$$w_{inst,G} = M_g * l^2 / (9,6 * E_{mean} * I_{y,32}) * 10^8 = 0,1 \text{ mm}$$

$$w_{inst,Q} = M_q * l^2 / (9,6 * E_{mean} * I_{y,32}) * 10^8 = 1,3 < 4,0 \text{ mm}$$

$$\text{Faktor} = l / (w_{inst,G} + w_{inst,Q}) * 10^3 = 500 > 300$$

Endverformung infolge der ständigen Einwirkung $w_{fin,G}$

$$w_{fin,G} = w_{inst,G} * (1 + k_{def}) = 0,9 \text{ mm}$$

Endverformung infolge veränderlicher Einwirkung $w_{fin,Q}$

für die quasi-ständige Bemessungssituation

$$w_{fin,Q} = w_{inst,Q} * (1 + \Psi_2 * k_{def}) = 4,4 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = w_{fin,G} + w_{fin,Q} = 5,3 \text{ mm}$$

$$\text{Faktor} = l / w_{fin} * 10^3 = 132 < 150$$

für Mehrfeldträger:

$$w'_{fin,Q} = w_{fin,Q} * 0,55 =$$

$$w'_{fin} = w_{fin} * 0,55 = 2,9 \text{ mm}$$

$$\text{Faktor} = l / w'_{fin} * 10^3 = 241 > 150$$

Dr.-Ing. Fritz Naubert

Beratender Ingenieur für Bauwesen

Proj.-Nr. 2177

- 13 -

Stand sicherheitsnachweise

Pos. 4 Statische Werte der Schrauben

Für die Verankerung der zementgebundenen Spanplatten sind Linsenkopfschrauben aus nichtrostendem Stahl mit Innensechskant in Abhängigkeit von der Art der Unterkonstruktion vorzusehen.

- Holzschraube 8×100 mm, V2A (1.4567) nach DIN EN 14592 mit 100 mm Holzgewinde.
oder:
- Maschinenschraube M8×60, V4A (1.4401, 1.4404, 1.4578), Festigkeitsklasse ≥ 50 , mit zugehöriger Mutter M8 und Unterlegscheibe $\varnothing 8,4$ mm in V4A, die den Anforderungen der Bezugsnormengruppe 4 der DIN EN 1993-1-8 entsprechen.

Für eine Holzunterkonstruktionen wird mindestens Nadelholz der Festigkeitsklasse C24 (S10) mit einer Rohdichte $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ vorausgesetzt.

Zementgebundene Spanplatten sind stets vorzubohren. Der Durchmesser für die gewählten Schrauben liegt bei 10,0 mm. Es sind Dichtscheiben aus Weich-PVC vorzusehen.

Der Kopfdurchziehparameter liegt laut Allgemeiner Bauartgenehmigung für Platten mit der Nennstärke von:

$$28 \text{ mm} \Rightarrow f_{\text{head,k}} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$32 \text{ mm} \Rightarrow f_{\text{head,k}} = 40 \text{ N/mm}^2$$

Holzschrauben 8×100 mm mit Linsenkopf

Abmessungen:

$$\begin{aligned} d &= 8 \text{ mm} \\ d_h &= 17 \text{ mm} \\ l &= 100 \text{ mm} \\ l_{\text{ef}} &\geq 100 - 40 = 60 \text{ mm} \\ \min l_{\text{ef}} &\geq 6 \times d = 48 \text{ mm} \\ n_{\text{ef}} &= n = 1,0 \end{aligned}$$

Die zulässige Schraubenbelastung $F_{\text{ax,d}}$ beträgt für:

- Herausziehen der Schraube aus dem Holzteil (Nadelholz C24)

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

$$f_{\text{ax,k}} = 0,52 \times d^{-0,5} \times l_{\text{ef}}^{-0,1} \times \rho_k^{0,8} = 0,52 \times 8^{-0,5} \times 60^{-0,1} \times 350^{0,8} = 13,2 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{\text{ax,k}} = f_{\text{ax,k}} \times d \times l_{\text{ef}} = 13,2 \times 8 \times 60 \times 10^{-3} = 6,34 \text{ kN}$$

$$F_{\text{ax,d}} = K_{\text{mod,W}} \times F_{\text{ax,k}} / \gamma_M = 0,63 \times 6,34 / 1,30 = 3,07 \text{ kN}$$

Dr.-Ing. Fritz Naubert
Beratender Ingenieur für BauwesenProj.-Nr. **2177****- 14 -**

Stand sicherheitsnachweise

Durchziehen des Schraubenkopfs durch das Holzteil (zementgeb. Spanplatte)

Der Faktor zur Berücksichtigung der Rohdichte des Werkstoffs wird 1,0.

$$F_{ax,k} = f_{head,k} \times d_h^2 = 30 \times 17^2 \times 10^{-3} = 8,67 \text{ kN}$$

$$F_{ax,d} = k_{mod} \times F_{ax,k} / \gamma_M = 0,63 \times 8,67 / 1,30 = 4,20 \text{ kN}$$

- Versagen der Schraube

Der charakteristische Zugwiderstand der Schraube nach EN 14592 wird als Mindestwert vorausgesetzt.

$$F_{t,Rk} = f_{tens,k} = 10,00 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = F_{t,Rk} / \gamma_M = 10,00 / 1,30 = 7,69 \text{ kN}$$

Maschinenschrauben M8×60 mm mit Linsenkopf

Abmessungen:

$$d = 8 \text{ mm}$$

$$d_k = 17 \text{ mm}$$

$$l = 60 \text{ mm}$$

$$f_{ub} = 400 \text{ N/mm}^2 \text{ (als Mindestwert vorausgesetzt)}$$

$$A_s = 0,366 \text{ cm}^2$$

Die zulässige Grenzzugkraft $F_{t,Rd}$ der Schraube beträgt:

$$F_{t,Rd} = k_2 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{M2} = 0,9 \times 40 \times 0,366 / 1,25 = 10,50 \text{ kN} > 3,07 \text{ kN}$$

Maßgebend ist das Herausziehen der Schraube aus dem Holzteil.

hier: **$F_{ax,d} = 3,07 \text{ kN} / \text{Schraube}$**

Randabstand

Gemäß DIN EN 1995, Tab. 8.4 beträgt der Mindestrandabstand der Platte für vorgebohrte Schrauben $d > 6 \text{ mm}$:

$$a_{4,c} \geq 3 \times d = 3 \times 8 = 24 \text{ mm}$$

Der Geltungsbereich der Zulassung sieht einen Mindestabstand von 30 mm zum Rand und von 80 mm zu den Plattenecken vor.

Der Randabstand bei einer Unterkonstruktion aus Stahl richtet sich nach der entsprechenden Norm und beträgt in der Regel mindestens $1,2 \times d_L$ (hier: 10,8 mm), bezogen auf den Rand des Stahlbauteils.

Dr.-Ing. Fritz Naubert
Beratender Ingenieur für Bauwesen

Proj.-Nr. 2177

- 15 -

Standsicherheitsnachweise

Pos. 5 Sicherung gegen abhebende Kräfte aus Wind

Eingangswerte

$\gamma_{g,inf} =$			1,0
$\gamma_q =$			1,50
$g =$	$0,028 \cdot 13,0$	$=$	$0,36 \text{ kN/m}^2$
$\Delta g =$	$(0,032 - 0,028) \cdot 13,0$	$=$	$0,05 \text{ kN/m}^2$
$w_{s,A} =$			$-0,97 \text{ kN/m}^2$
$w_{s,B} =$			$-1,27 \text{ kN/m}^2$
$w_{s,C} =$			$-1,80 \text{ kN/m}^2$
$w_{s,D} =$			$-2,33 \text{ kN/m}^2$
$F_{ax,Rd} =$			3,07 kN/Schraube
$W_{y,28} =$			$131 \text{ cm}^3/\text{m}$
$W_{y,32} =$			$171 \text{ cm}^3/\text{m}$

zulässige Biegespannung im Lastfall Wind

$f_{m,k} =$			$9,0 \text{ N/mm}^2$
$\gamma_M =$			1,30
$\kappa_{mod} =$	$(0,55 + 0,70) / 2$	$=$	0,63
$f_{m,y,d} =$	$\frac{\kappa_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M}$	$=$	$4,36 \text{ N/mm}^2$

Windsog

Bereich A

$$V_{A,d} = \gamma_{g,inf} \cdot g + \gamma_q \cdot w_{s,A} = -1,09 \text{ kN/m}^2$$

Bereich B

$$V_{B,d} = \gamma_{g,inf} \cdot g + \gamma_q \cdot w_{s,B} = -1,54 \text{ kN/m}^2$$

Bereich C

$$V_{C,d} = \gamma_{g,inf} \cdot g + \gamma_q \cdot w_{s,C} = -2,34 \text{ kN/m}^2$$

Bereich D

$$V_{D,d} = \gamma_{g,inf} \cdot g + \gamma_q \cdot w_{s,D} = -3,13 \text{ kN/m}^2$$

Schraubenzahl bezogen auf die Grundfläche

Bereich A

$$n_A = -F_{ax,Rd} / v_{A,d} = 2,82 \text{ m}^2/\text{Schraube}$$

Bereich B

$$n_B = -F_{ax,Rd} / v_{B,d} = 1,99 \text{ m}^2/\text{Schraube}$$

Bereich C

$$n_C = -F_{ax,Rd} / v_{C,d} = 1,31 \text{ m}^2/\text{Schraube}$$

Bereich D

$$n_D = -F_{ax,Rd} / v_{D,d} = 0,98 \text{ m}^2/\text{Schraube}$$

Schraubenabstand in Spannrichtung d = 28 mm

Bereich A

$$e = 2,00 \text{ m}$$

$$M_{A,d} = \frac{v_{A,d} * e^2}{8} = -0,55 \text{ kNm/m}$$

$$\sigma_A = -M_{A,d} / W_{y,28} * 10^3 = 4,20 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = \sigma_A / f_{m,y,d} = 0,96 \leq 1,0$$

Bereich B

$$e = 1,70 \text{ m}$$

$$M_{B,d} = \frac{v_{B,d} * e^2}{8} = -0,56 \text{ kNm/m}$$

$$\sigma_B = -M_{B,d} / W_{y,28} * 10^3 = 4,27 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = \sigma_B / f_{m,y,d} = 0,98 \leq 1,0$$

Bereich C

$$e = 1,40 \text{ m}$$

$$M_{C,d} = \frac{v_{C,d} * e^2}{8} = -0,57 \text{ kNm/m}$$

$$\sigma_C = -M_{C,d} / W_{y,28} * 10^3 = 4,35 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = \sigma_C / f_{m,y,d} = 1,00 \leq 1,0$$

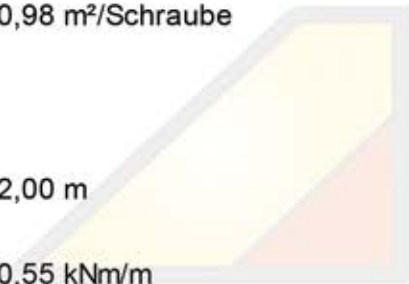
Bereich D

$$e = 1,20 \text{ m}$$

$$M_{D,d} = \frac{v_{D,d} * e^2}{8} = -0,56 \text{ kNm/m}$$

$$\sigma_D = -M_{D,d} / W_{y,28} * 10^3 = 4,27 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = \sigma_D / f_{m,y,d} = 0,98 \leq 1,0$$



Dr.-Ing. Fritz Naubert
Beratender Ingenieur für Bauwesen

Proj.-Nr. 2177

- 17 -

Stand sicherheitsnachweise

Schraubenabstand in Spannrichtung d = 32 mm

Bereich A

$$\begin{aligned}
 e &= && 2,40 \text{ m} \\
 M_{A,d} &= && (v_{A,d} + \Delta g) * e^2 / 8 = -0,75 \text{ kNm/m} \\
 \sigma_A &= && -M_{A,d} / W_{y,32} * 10^3 = 4,39 \text{ N/mm}^2 \\
 \eta &= && \sigma_A / f_{m,y,d} = 1,01 \leq 1,0
 \end{aligned}$$

Bereich B

$$\begin{aligned}
 e &= && 2,00 \text{ m} \\
 M_{B,d} &= && (v_{B,d} + \Delta g) * e^2 / 8 = -0,74 \text{ kNm/m} \\
 \sigma_B &= && -M_{B,d} / W_{y,32} * 10^3 = 4,33 \text{ N/mm}^2 \\
 \eta &= && \sigma_B / f_{m,y,d} = 0,99 \leq 1,0
 \end{aligned}$$

Bereich C

$$\begin{aligned}
 e &= && 1,60 \text{ m} \\
 M_{C,d} &= && (v_{C,d} + \Delta g) * e^2 / 8 = -0,73 \text{ kNm/m} \\
 \sigma_C &= && -M_{C,d} / W_{y,32} * 10^3 = 4,27 \text{ N/mm}^2 \\
 \eta &= && \sigma_C / f_{m,y,d} = 0,98 \leq 1,0
 \end{aligned}$$

Bereich D

$$\begin{aligned}
 e &= && 1,40 \text{ m} \\
 M_{D,d} &= && (v_{D,d} + \Delta g) * e^2 / 8 = -0,75 \text{ kNm/m} \\
 \sigma_D &= && -M_{D,d} / W_{y,32} * 10^3 = 4,39 \text{ N/mm}^2 \\
 \eta &= && \sigma_D / f_{m,y,d} = 1,01 \leq 1,0
 \end{aligned}$$



MEHLMASSE

Dr.-Ing. Fritz Naubert
Beratender Ingenieur für Bauwesen

Proj.-Nr. 2177

- 18 -

Stand sicherheitsnachweise

Pos. 6 Belastbarkeit unter einer Einzellast

Für den Nachweis unter Einzellast Q_k nach DIN EN 1991-1-1, wird die Tragfähigkeit der Platten anhand von Ergebnissen entsprechender Versuchsbelastungen belegt. Die Versuche wurden durch HFB Leipzig durchgeführt und zertifiziert. Sie sind im Prüfbericht Nr.: 311002535/1/2017 dokumentiert.

Für Unterstützungsabstände von 0,65 m für die Plattenstärke $t = 28,0$ mm und 0,75 m für die Plattenstärke $t = 32,0$ mm wurden jeweils 12 Belastungsversuche gemacht. Zum Einsatz kam jeweils eine Zweifeldplatte mit einer Breite von 1,25 m, die auf 50 mm breiten Kanthölzern gelagert wurde und mit je 2 Schrauben/Lager gesichert wurde.

Die Belastung erfolgte in Plattenmitte über einen Stempel mit den Abmessungen 50×50 mm² bis zum Bruch.

Für den charakteristischen 5- %-Quantilwert ergaben sich folgende Bruchlasten:

Plattenstärke 28,0 mm	$F_{28,max,k} =$	6960 N
Plattenstärke 32,0 mm	$F_{32,max,k} =$	9520 N

Beiwerte

$$k_{mod} = 0,55$$

$$\gamma_M = 1,30$$

Einwirkung

$$Q_k = 2000 \text{ N}$$

$$\gamma_q = 1,50$$

$$Q_{Ed} = \gamma_q * Q_k = 3000 \text{ N}$$

Plattenstärke t = 28 mm

Tragfähigkeit

$$F_{28,d} = \frac{k_{mod} * F_{28,max,k}}{\gamma_M} = 2945 \text{ N}$$

Ausnutzung

$$\eta_{28} = \frac{Q_{Ed}}{F_{28,d}} = 1,02 \leq 1,03$$

Plattenstärke t = 32 mm

Tragfähigkeit

$$F_{32,d} = \frac{k_{mod} * F_{32,max,k}}{\gamma_M} = 4028 \text{ N}$$

Ausnutzung

$$\eta_{32} = \frac{Q_{Ed}}{F_{32,d}} = 0,74 \leq 1,0$$

Dr.-Ing. Fritz Naubert
Beratender Ingenieur für Bauwesen

Proj.-Nr. 2177

- 19 -

Standsicherheitsnachweise

aufgestellt:

Essen, den 22. November 2022

i. A. C. Riße

(Dipl.-Ing. C. Riße)

DR.-ING. FRITZ NAUBERT

Beratender Ingenieur für Bauwesen

Staatlich anerkannter Sachverständiger für Schall-
und Wärmeschutz (Ingenieurkammer-Bau NRW)

Mitglied der Ingenieurkammer-Bau NRW Nr. 101041

Am Ruhrstein 20

D-45133 Essen-Bredeney

Telefon (0201) 842 50-3
E-Mail info@naubert.de
Internet www.naubert.de

