

Stand sicherheitsnachweis

Stahlbauteile

Auftrag B4

- Bauvorhaben: Neubau eines Werkstattgebäudes
in Stahlbauweise
Irgendwodorf, Hauptstr. 17a, Grundstück Nr. 238/b
- Bauherr: K.F. Zmeister
Hauptstraße 17
D-PLZ Irgendwodorf
- Generalunternehmer und Auftraggeber des Standsicherheitsnachweises:
Studentenfirma Stahlbau
Baumgartner Str. 16, D-86161 Augsburg
Tel. +49(0) 821 – 5586 – 102, Fax – 110
fba-b@rz.fh-augsburg.de
- Planunterlagen: Baueingabepläne gemäß gesondertem Planverzeichnis
erstellt durch FHA – Studiengang Architektur
- Aufsteller des Standsicherheitsnachweises:
Heinrich Faust
Baumgartner Str. 16, D-86161 Augsburg
Tel. +49(0) 821 – 5586 – 102, Fax – 110
fba-b@rz.fh-augsburg.de
- Umfang: Seiten 1 bis 25
- Anhang: siehe Verzeichnis der Anhänge
- Ausgabedatum: 17. Mai 2007

Dieser Standsicherheitsnachweis ist urheberrechtlich geschützt. Der Empfänger darf die Berechnung nur zu dem Zweck benutzen, zu dem sie ihm anvertraut wurde (UrhG §1 Abs. 1 Nr. 7 und VOB/B § 3 Abs. 6)

0.1 Inhalt

0.1	Inhalt	2
0.2	Verzeichnis der Anhänge	3
1.	Allgemeines	4
2.	Verwendete Unterlagen	4
2.1	Normen und Regelwerke	4
2.2	Fachliteratur	5
2.3	Projektbezogene Unterlagen	5
3.	Baustoffe	6
3.1	Profilstahl	6
3.2	Trapezbleche	6
3.3	(Fundament-)Beton	6
4.	Statisches System und Aussteifungskonzept	7
5.	Lastfälle und deren Kombination	8
5.1	Eigengewicht	8
5.2	Schnee	8
5.3	Wind	8
5.4	Lastfallkombinationen	9
6.	Pos. TR Trapezbleche	11
6.1	Pos. TR1 Dachblech	11
7.	Pos. P Pfetten	12
7.1	Pos. P1 Mittelpfetten	12
7.2	Pos. P2 Randpfetten	14
7.3	Pos. P3 Pfetten im Verbandsbereich	14
8.	Pos. T Träger	15
8.1	Pos. T1 Mittelträger	15
8.2	Pos. T2 Giebelträger	18
9.	Pos. S Stützen	20
9.1	Pos. S1 Längswandstützen	20
9.2	Pos. S2 Giebelwandstützen	20
10.	Pos. V Verbände	21
10.1	Pos. V1 Dachverband	21
10.2	Pos. V2 Längswandverband	21
10.2.1	Allgemeines	21
10.2.2	Pos. V2-1 Verbandsriegel HEA 100 – S235	21
10.2.3	Pos. V2-2 Verbandsdiagonale L 60x40x5 – S 235	22
10.3	Pos. V3 Giebelwandverband	24
11.	Fundamentlasten	25
12.	Anhänge	25



0.2 Verzeichnis der Anhänge

- Grenzabscherkräfte von metrischen Schrauben (1 Seite)

1. Allgemeines

Gegenstand des vorliegenden Standsicherheitsnachweis ist der Neubau eines KFZ-Werkstattgebäudes in Stahlbauweise.

Die Halle hat die Abmessungen

- ca. 12 m Breite
- ca. 20 m Länge
- ca. 6 m Traufhöhe.
- ca. 6,24 m Firsthöhe

Das Dach ist als Pultdach ausgebildet mit einer Neigung von 2 %.

Der vorliegende Standsicherheitsnachweis wird im Sommersemester 2007 mit dem Semester B4 als „Musterstatik“ erarbeitet. Das Dokument wird jeweils um die Abschnitte ergänzt, die in der Vorlesung durchgesprochen werden.

2. Verwendete Unterlagen

2.1 Normen und Regelwerke

- [1] EN 1993 Eurocode 3 (EC3): Design of steel structures
 - EN 1993-1-1: General rules and rules for buildings. May 2005.
 - EN 1993-1-2:2004-06 General rules; structural fire design. Stage 49 draft.
 - EN 1993-1-3:2005-09 General rules; Supplementary rules for cold-formed members and sheeting. Final draft.
 - prEN 1993-1-4:2004-02 Supplementary Rules for Stainless Steels. Stage 34 draft.
 - prEN 1993-1-5:2005-09 Plated structural elements. Final draft.
 - prEN 1993-1-6:2005-05 Strength and Stability of Shell Structures. Stage 49 draft.
 - prEN 1993-1-7:2005-10 Supplementary rules for planar plated structural elements with transverse loading. Stage 34 draft.
 - prEN 1993-1-8:2003-05 Design of joints. Stage 49 draft.
 - EN 1993-1-9:2005-05 Fatigue.
 - EN 1993-1-10:2005-05 Material toughness and through-thickness properties.
 - prEN 1993-1-11:2005-09 Design of structures with tension components. Final draft.
 - prEN 1993-1-12:2004-09 Additional rules for the extension of EN 1993 up to steel grades S 700. Stage 34 draft.
- [2] DIN EN 10025: Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen.
Hot rolled products of structural steels.
Teil 1: Allgemeine technische Lieferbedingungen. Februar 2005.

- Part 1:2005-02 General technical delivery conditions; German version EN 10025-1:2004.
Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle. April 2005.
Part 2:2005-04 Technical delivery conditions for non-alloy structural steels; German version EN 10025-2:2004.
- [3] DIN 18800: Stahlbauten. Steel structures ... alternatively ... Structural steelwork
Teil 1: Bemessung und Konstruktion. November 1990.
Part 1: Design and construction. November 1990.
Teil 2: Stabilitätsfälle, Knicken von Stäben und Stabwerken. November 1990.
Part 2: Stability; buckling of bars and skeletal structures. November 1990.
Part 2: Analysis of safety against buckling of linear members and frames. November 1990.
Teil 3: Stabilitätsfälle, Plattenbeulen. November 1990.
Part 3: Stability; buckling of plates. November 1990.
Teil 4: Stabilitätsfälle, Schalenbeulen. November 1990.
Part 4: Stability; buckling of shells. November 1990.
DIN V 18800-5:2004-11: Verbundtragwerke aus Stahl und Beton – Bemessung und Konstruktion. November 2004.
Pre-Standard Part 5: Composite structures of steel and concrete – Design and construction. November 2004.
Teil 7: Ausführung und Herstellerqualifikation. September 2002.
Part 7: Execution and constructor's qualification. September 2002.

2.2 Fachliteratur

- [4] Knödel, P.: Lehrunterlagen Stahlbau an der Fachhochschule Augsburg, herunterladbar über <http://www.peterknoedel.de/lehre/lehre.htm>, laufend aktualisiert.
Tabelle Grenzabscherkräfte
- [5] Schneider, K.-J. (Hrsg.): Bautabellen für Ingenieure, 16. Aufl., Werner Verlag, Düsseldorf 2004.

2.3 Projektbezogene Unterlagen

(hier werden z.B. die Pläne der Baueingabe zitierfähig aufgeführt, ggfs. die Stahlbaupläne, das Bodengutachten)

3. Baustoffe

3.1 Profilstahl

Unlegierter Baustahl S235 nach DIN 18800-1 bzw. EC3.

S235 mit

$$f_{y,k} = 240 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 1,1$$

$$f_{y,d} = 240 \text{ N/mm}^2 / 1,1 = 218 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{d} = 218 \text{ N/mm}^2 / \sqrt{3} = 126 \text{ N/mm}^2$$

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$$

3.2 Trapezbleche

– wird noch ergänzt –

3.3 (Fundament-)Beton

C20/25 DIN 1045-1 mit Bewehrungsstahl B500

4. Statisches System und Aussteifungskonzept

Das Dachtrapezblech liegt auf den Pfetten und spannt als Vierfeldträger über je 3 m.

Die Pfetten liegen auf den Dachträgern und spannen als Durchlaufträger über 4 Felder je 5 m.

Die Dachträger hängen als Einfeldträger zwischen den Stützen. Sie sind 2 % geneigt.

Die Längswand- und Giebelwandstützen stehen über die Dachfläche und bilden die Attika.

Zur Aussteifung sind ein Horizontalverband im Dach sowie Vertikalverbände in den Längs- und Giebelwänden angeordnet. Die Verbände werden mit gekreuzten, biegeschlaffen Diagonalen ausgebildet.

5. Lastfälle und deren Kombination

5.1 Eigengewicht

Eigengewichte nach DIN 1055-1.

Für den Dachaufbau wird angesetzt:

- 0,10 kN/m² Pfetten und Verbände
- 0,10 kN/m² Trapezblech
- 0,02 kN/m² Dampfsperre
- 0,05 kN/m² Wärmedämmung (trittfest)
- 0,05 kN/m² Mechanisch befestigte Folie

0,32 kN/m² EG Dach gesamt

0,05 kN/m² Elektro-Installationen, Beleuchtungskörper, usw.

5.2 Schnee

Schneelasten nach DIN 1055-5

Irgendwodorf liegt in Schneelastzone III in einer Höhe von 400 NN.

$$s_0 = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

5.3 Wind

Windlasten nach DIN 1055-4

Statt einer genauen Windlastberechnung nach DIN 1055-4 an dieser Stelle wird ohne weiteren Nachweis angenommen:

der effektive, gemittelte Staudruck auf alle Flächen der Halle beträgt

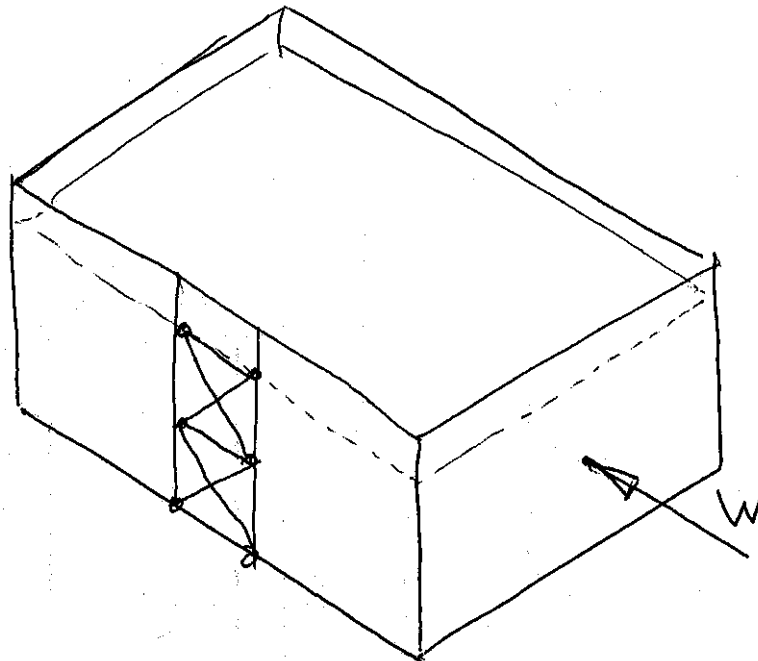
$$w = q_0 = 0,60 \text{ kN/m}^2$$

Stirnfläche Giebelwand.

$$A = 12,5 \text{ m} * 7,5 \text{ m} = 94 \text{ m}^2$$

Kraft- bzw. Druckbeiwert

$$c,f = c,p,druck + c,p,sog = 0,8 + 0,5 = 1,3$$



Wind auf die Giebelwand

Gesamte Windlast auf die Giebelseite:

$$W,k = c,f * q_0 * A$$

$$W,k = 1,3 * 0,6 \text{ kN/m}^2 * 94 \text{ m}^2 = 73 \text{ kN}$$

Windlast auf die Dachscheibe:

$$W,k = 73 \text{ kN} / 2 = 37 \text{ kN}$$

(genähert und etwas auf der unsicheren Seite, da die Dachscheibe unterhalb der Attika liegt)

Windlast auf einen Längsverband:

$$W,k = 37 \text{ kN} / 2 = 18 \text{ kN}$$

5.4 Lastfallkombinationen

Nach DIN 18800 Teil 1.

Grundkombination I (Elm 710, Gl. 13):

ständige Lasten und alle ungünstig wirkenden veränderlichen Lasten:

$$1,35 * 1,0 * G_k + 1,5 * 0,9 * \Sigma Q_{ik}$$

Grundkombinationen II (Elm 710, Gl. 14):

ständige Lasten und jeweils eine ungünstig wirkende veränderliche Last:

$$1,35 * 1,0 * G_k + 1,5 * 1,0 * Q_{ik}$$

Außergewöhnliche Kombinationen (Elm 714, Gl. 17):

ständige Last, alle ungünstig wirkenden veränderlichen und jeweils eine außergewöhnliche Last:

$$1,0 * 1,0 * G_k + 1,0 * 0,9 * Q_{ik} + 1,0 * 1,0 * F_{ik}$$

Erdbeben und Anprall (DIN 18800 Teil 1 Elm. 706) werden als außergewöhnliche Lastfälle betrachtet.

Erdbeben und Wind brauchen nicht gleichzeitig angesetzt zu werden (DIN 4149 Teil 1 Abs. 7.5).

Fundamentlasten für die Gründung werden 1,0-fach übergeben.

6. Pos. TR Trapezbleche

6.1 Pos. TR1 Dachblech

Flächenlast (siehe Abs. Eigengewicht, Schnee):

$$g = 0,37 \text{ kN/m}^2 \quad \text{ständig}$$

$$p = 1,00 \text{ kN/m}^2 \quad \text{veränderlich}$$

Gebrauchswert der Flächenlast:

$$q,k = 1,00 * 0,37 \text{ kN/m}^2 + 1,00 * 1,00 \text{ kN/m}^2 = 1,37 \text{ kN/m}^2$$

Bemessungswert der Flächenlast:

$$q,d = 1,35 * 0,37 \text{ kN/m}^2 + 1,50 * 1,00 \text{ kN/m}^2 = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

7. Pos. P Pfetten

7.1 Pos. P1 Mittelpfetten

System:

Durchlaufträger über 5 Felder je 5,0 m.

Pfettenabstand 3,0 m.

Vereinfachend werden die Schnittgrößen an einem unendlich langen Durchlaufträger ohne feldweise Lastanordnung bestimmt.

Lasten:

Aus Trapezblech Pos. TR1

Die Lasteinzugsbreite beträgt 3,0 m.

Aus der Flächenlast in Abs. TR wird bestimmt:

$$q,d = 2,0 \text{ kN/m}^2 * 3,0 \text{ m} = 6,0 \text{ kN/m}$$

Querschnitt:

Profil gewählt:

IPE 140 – S235

Schnittgrößen und Auflagerkräfte:

$$V,d = q * L / 2 = 6,0 \text{ kN/m} * 5,0 \text{ m} / 2 = 15 \text{ kN}$$

$$M,d = 2/3 * q * L^2 / 8 = 2/3 * 6,0 \text{ kN/m} * 5,0^2 \text{ m}^2 / 8 = 12,5 \text{ kNm}$$

$$W,erf = 12,5 \text{ kNm} / 218 \text{ N/mm}^2 = 57,3 \text{ cm}^3$$

gewählt:

IPE 140 mit 77 cm³ (siehe oben)

IPE 120 mit 53 cm³ reicht nicht, es fehlen 7,5 %

Nachweise / Spannungen:

Vorhandene Biegeendspannung:

$$\sigma_{d} = 12,5 \text{ kNm} / 77 \text{ cm}^3 = 162 \text{ N/mm}^2$$

Ausnutzungsgrad:

$$\eta = 162 \text{ N/mm}^2 / 218 \text{ N/mm}^2 = 0,74$$

Stabilität:

(8. Semester)

Gebrauchszustand:

Durchbiegung ca.

$$f_{,k} = 0,00268 * q_{,k} * L^4 / (E * I)$$

(Mittelfeld eines unendlich langen DLT)

$$f_{,k} = 0,00268 * 1,37 \text{ kN/m}^2 * 3,0 \text{ m} * 5,0^4 \text{ m}^4 / (2,1 * 10^5 \text{ N/mm}^2 * 869 \text{ cm}^4) = 3,8 \text{ mm}$$

Durchbiegung ca.

$$f_{,k} = 0,00669 * q_{,k} * L^4 / (E * I)$$

(Endfeld eines unendlich langen DLT)

$$f_{,k} = 3,8 \text{ mm} * 0,00669 / 0,00268 = 9,5 \text{ mm}$$

Empfohlener Grenzwert der Durchbiegung:

$$f_{,grenz} = L/300 = 5000 \text{ mm} / 300 = 17 \text{ mm}$$

Ausnutzungsgrad der Durchbiegung im Endfeld

$$\eta = 9,5 \text{ mm} / 17 \text{ mm} = 0,56$$

Anschlüsse:

Das Profil wird oben auf die Dachträger gelegt.

Je Auflager werden konstruktiv 2 M12 – 4.6 eingesetzt.

Achtung:

Der Dachschub aus 2 % Dachneigung muß noch gesondert betrachtet werden.



7.2 Pos. P2 Randpfetten

– wird noch ergänzt –

7.3 Pos. P3 Pfetten im Verbandsbereich

– wird noch ergänzt –

8. Pos. T Träger

8.1 Pos. T1 Mittelträger

System:

Einfeldträger über 12,0 m.

Trägerabstand 5,0 m.

Lasten:

Aus Pfetten Pos. P1, P2, P3

Die Lasteinzugsbreite beträgt 5,0 m.

Aus der Flächenlast in Abs. TR wird bestimmt:

$$q,k = 1,37 \text{ kN/m}^2 * 5,0 \text{ m} = 6,9 \text{ kN/m}$$

$$q,d = 2,0 \text{ kN/m}^2 * 5,0 \text{ m} = 10,0 \text{ kN/m}$$

Für das Eigengewicht des Dachträgers wird geschätzt:

IPE 400 mit 0,663 kN/m

Dachlast einschließlich Eigengewicht des Dachträgers:

$$q,k = 6,9 \text{ kN/m} + 0,663 \text{ kN/m} = 7,6 \text{ kN/m}$$

$$q,d = 10 \text{ kN/m} + 1,35 * 0,663 \text{ kN/m} = 10,9 \text{ kN/m}$$

Querschnitt:

Profil gewählt:

IPE 360 – S235

Schnittgrößen und Auflagerkräfte:

$$V,d = q * L / 2 = 10,9 \text{ kN/m} * 12,0 \text{ m} / 2 = 65,4 \text{ kN}$$

$$M,d = q * L^2 / 8 = 10,9 \text{ kN/m} * 12,0^2 \text{ m}^2 / 8 = 196 \text{ kNm}$$

$$W_{\text{erf}} = 196 \text{ kNm} / 218 \text{ N/mm}^2 = 900 \text{ cm}^3$$

gewählt:

IPE 360 mit 904 cm^3 (siehe oben)

Nachweise / Spannungen:

Vorhandene Biegeandspannung:

$$\sigma_{\text{d}} = 196 \text{ kNm} / 904 \text{ cm}^3 = 217 \text{ N/mm}^2$$

Ausnutzungsgrad:

$$\eta = 217 \text{ N/mm}^2 / 218 \text{ N/mm}^2 = 0,99$$

Vorhandene Schubspannung am Auflager, näherungsweise nur mit der Stegfläche ermittelt:

$$A_{\text{steg}} = 360 \text{ mm} * 8 \text{ mm} = 2880 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{\text{d}} = 65,4 \text{ kN} / 2880 \text{ mm}^2 = 22,7 \text{ N/mm}^2$$

Ausnutzungsgrad:

$$\eta = 22,7 \text{ N/mm}^2 / 126 \text{ N/mm}^2 = 0,18$$

Interaktion / Vergleichsspannung:

Nachweis ist nicht erforderlich, da die maximale Biegeandspannung in Feldmitte auftritt, die maximale Schubspannung am Auflager.

Stabilität:

(8. Semester)

Gebrauchszustand:

Durchbiegung

$$f_{\text{k}} = 5/384 * q_{\text{k}} * L^4 / (E * I)$$

$$f_{\text{k}} = 5/384 * 7,6 \text{ kN/m} * 12,0^4 \text{ m}^4 / (2,1 * 10^5 \text{ N/mm}^2 * 16270 \text{ cm}^4) = 60 \text{ mm}$$

Empfohlener Grenzwert der Durchbiegung:

$$f_{\text{grenz}} = L/300 = 12000 \text{ mm} / 300 = 40 \text{ mm}$$

Ausnutzungsgrad der Durchbiegung

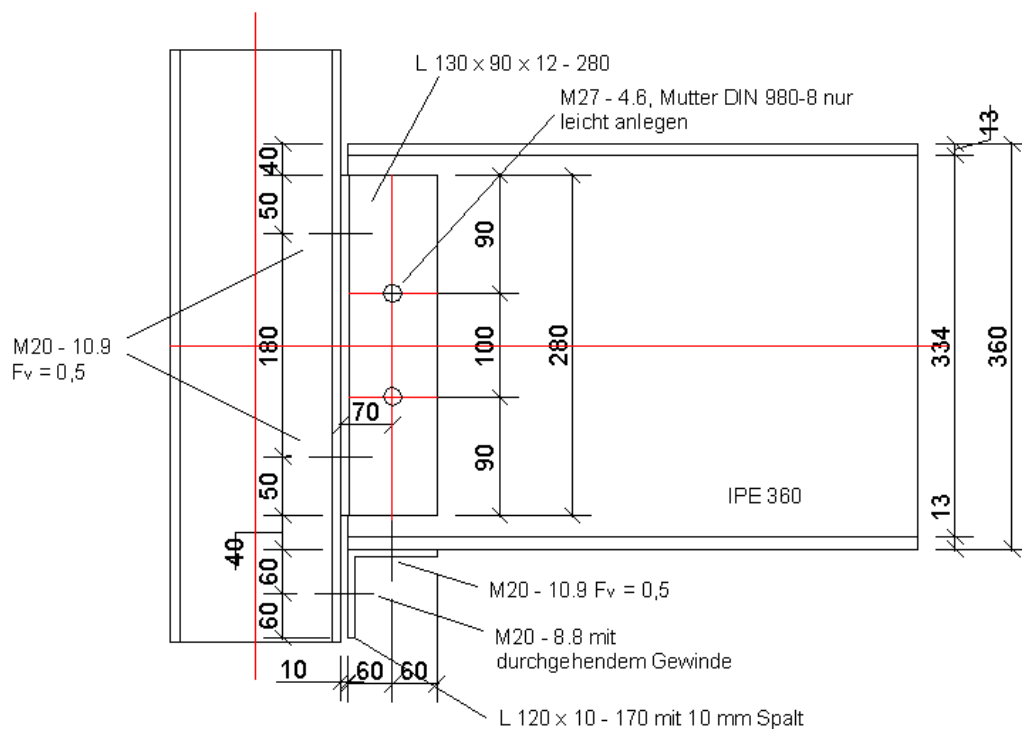
$$\eta = 60 \text{ mm} / 40 \text{ mm} = 1,50$$

Die vorhandene Durchbiegung entspricht

$$60 \text{ mm} / 12000 \text{ mm} = L/200$$

Anschlüsse:

Anschluß des Trägers an die Stütze als (gelenkiger) Querkraftanschluß.



Skizze als Beispiel eines Anschlusses,
die tatsächlich gewählten Maße stehen im nachfolgenden Text

Die angreifende Querkraft wird in die Ebene der Schrauben am IPE 360 gelegt. Die beiden Schrauben erhalten dann nur eine vertikale Komponente aus der halben Anschlußquerkraft:

Abscherkraft je Schraube – zweischnittige Verbindung:

$$V_d = 65,4 \text{ kN} / 2 / 2 = 16,4 \text{ kN}$$

Gewählt:

M12 – 4.6 – Gewinde in der Scherfuge möglich

Tragfähigkeit der Schraube auf Abscheren siehe Tabelle im Anhang

Ausnutzungsgrad:

$$\eta = 16,4 \text{ kN} / 18,4 \text{ kN} = 0,89$$

Lochleibungsnachweis im Bauteil

– wird noch ergänzt –

Die Schrauben zum Stützenflansch müssen ein Versatzmoment tragen:

$$M_{,d} = 65 \text{ kN} * 0,070 \text{ m} = 4,6 \text{ kNm}$$

Zugkraft in einer der oberen Schrauben:

als Druckpunkt wird die Unterkante des Winkels gewählt

$$Z_{,d} = 0,5 * 4,6 \text{ kNm} / 0,23 \text{ m} = 10 \text{ kN}$$

gewählt:

M12 – 4.6 – Gewindeschraube möglich

Tragfähigkeit der Schraube auf Zug siehe Tabelle im Anhang

Ausnutzungsgrad:

$$\eta = 10 \text{ kN} / 16,7 \text{ kN} = 0,60$$

Die Querkraft wird den beiden unteren Schrauben zugewiesen:

Kraft je Schraube:

$$V_{,d} = 65 \text{ kN} / 2 = 33 \text{ kN}$$

gewählt:

M16 – 4.6 – Gewindeschraube möglich

Tragfähigkeit der Schraube auf Abscheren siehe Tabelle im Anhang

Ausnutzungsgrad:

$$\eta = 33 \text{ kN} / 34,3 \text{ kN} = 0,96$$

8.2 Pos. T2 Giebelträger

– wird noch ergänzt –





9. Pos. S Stützen

9.1 Pos. S1 Längswandstützen

– wird noch ergänzt –

9.2 Pos. S2 Giebelwandstützen

– wird noch ergänzt –

10. Pos. V Verbände

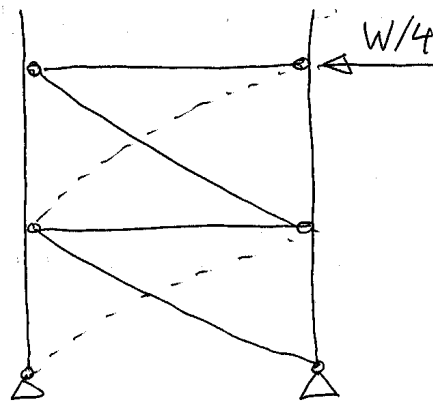
10.1 Pos. V1 Dachverband

– wird noch ergänzt –

10.2 Pos. V2 Längswandverband

10.2.1 Allgemeines

Längswandverband mit gekreuzten, biegeschlaffen Diagonalen.



Längswandverband

Die gesamte charakteristische Windlast auf einen Verband beträgt 18 kN (siehe Abs. Windlasten).

Der Verband besteht aus zwei Geschossen mit einer Höhe von je 3 m bei einem Stützenabstand von 5 m.

Neigung der Verbandsdiagonale gegen die Horizontale:

$$\alpha = \arctan(3 \text{ m} / 5 \text{ m}) = 31^\circ$$

10.2.2 Pos. V2-1 Verbandsriegel HEA 100 – S235

Der Verbandsriegel muß im ungünstigsten Fall als Druckstab die gesamte Verbandslast aufnehmen.

Bemessungswert der Normalkraft:

$$N,d = 1,5 * 18 \text{ kN} = 27 \text{ kN}$$

Knickwiderstand aus Schneider Bautabellen:

$$N,R,d = 80,6 \text{ kN}$$

Ausnutzungsgrad:

$$\eta = 27 \text{ kN} / 80,6 \text{ kN} = 0,34$$

10.2.3 Pos. V2-2 Verbandsdiagonale L 60x40x5 – S 235

Die Bemessungs-Normalkraft in der Verbandsdiagonalen beträgt:

$$N,d = 1,5 * 18 \text{ kN} / \cos 31^\circ = 31,5 \text{ kN}$$

Die Diagonale wird mit dem längeren Schenkel an das Knotenblech angeschlossen:

Lochabzug für eine Schraube M12:

$$d,L = 14 \text{ mm}$$

Als Netto-Querschnitt wird nur der anliegende Schenkel angesetzt:

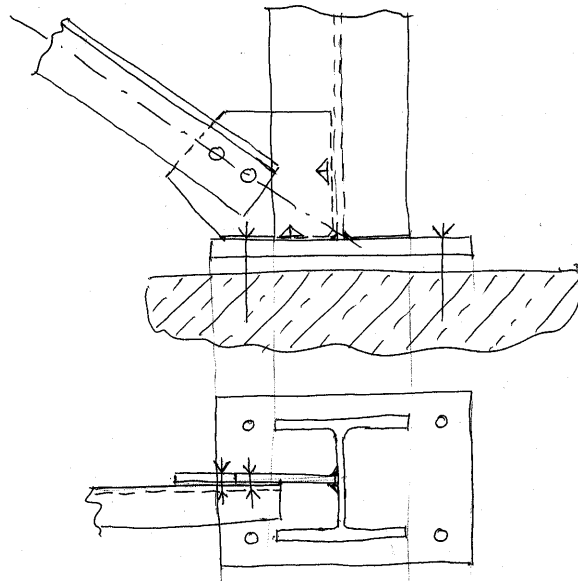
$$A,\text{netto} = (60 \text{ mm} - 14 \text{ mm}) * 5 \text{ mm} = 230 \text{ mm}^2$$

Tragfähigkeit im Netto-Querschnitt

$$N,R,d = 230 \text{ mm}^2 * 218 \text{ N/mm}^2 = 50,1 \text{ kN}$$

Ausnutzungsgrad:

$$\eta = 31,5 \text{ kN} / 50,1 \text{ kN} = 0,69$$



Anschluß der Diagonale am Stützenfuß

Schraubenschluß – gewählt: 2 M12 – 4.6

Randabstand in Krafrichtung 30 mm

Zwischenabstand in Krafrichtung 50 mm

einschnittige, gestützte Verbindung

Die Kraft je Schraube beträgt:

$$V_{,d} = 31,5 \text{ kN} / 2 = 16 \text{ kN}$$

Abscherlast einer Schraube (siehe Tabelle im Anhang)

$$V_{,a,d} = 18,4 \text{ kN (bei Gewinde in der Scherfuge)}$$

Ausnutzungsgrad:

$$\eta = 16 \text{ kN} / 18,4 \text{ kN} = 0,87$$

Lochleibung – Tragfähigkeit nach EC3-1-8

Für die Endschraube:

$$\text{in Krafrichtung: } \alpha = e_1 / 3 d_0 = 30 \text{ mm} / (3 \cdot 14 \text{ mm}) = 0,71$$

$$\text{quer zur Krafrichtung } k_1 = 2,8 \cdot e_2 / d_0 - 1,7 = 2,8 \cdot 30 \text{ mm} / 14 \text{ mm} - 1,7 = 4,3$$

maßgebend wird 2,5

$$F_{b,R,d} = k_1 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$$

$$F_{b,R,d} = 2,5 \cdot 0,71 \cdot 360 \text{ N/mm}^2 \cdot 12 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm} / 1,25 = 30,7 \text{ kN}$$

Für die Innenschraube:

in Krafrichtung: $\alpha = p_1 / 3 d_0 = 50 \text{ mm} / (3 \cdot 14 \text{ mm}) - 0,25 = 0,94$

quer zur Krafrichtung $k_1 = 1,4 \cdot p_2 / d_0 - 1,7 = 1,4 \cdot 50 \text{ mm} / 14 \text{ mm} - 1,7 = 3,3$
maßgebend wird 2,5

$$F_{b,R,d} = k_1 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$$

$$F_{b,R,d} = 2,5 \cdot 0,94 \cdot 360 \text{ N/mm}^2 \cdot 12 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm} / 1,25 = 40,6 \text{ kN}$$

Tragfähigkeit beider Schrauben:

$$F_{b,R,d,\text{gesamt}} = 30,7 \text{ kN} + 40,6 \text{ kN} = 71,3 \text{ kN}$$

Ausnutzungsgrad:

$$\eta = 31,5 \text{ kN} / 71,3 \text{ kN} = 0,44$$

Das Knotenblech wird dicker als 5 mm gewählt mit einem Randabstand in Krafrichtung von mindestens 30 mm, daher wird der Lochleibungsnachweis für das Knotenblech nicht maßgebend.

10.3 Pos. V3 Giebelwandverband

– wird noch ergänzt –



11. Fundamentlasten

– wird noch ergänzt –

12. Anhänge

Siehe Verzeichnis der Anhänge auf Seite 3 nach dem Inhaltsverzeichnis.

Metrische Schrauben ISO - Grenzabscherkräfte [kN] nach DIN 18800 Teil 1

Formular Grenzabscherkräfte_05-10-02.xls

Spannungsquerschnitte aus Tabellenbuch Metallbautechnik

Festigkeits- klasse	Abminde- rungsfaktor alpha,a nach Gl. 47	Zugfestig- keit fu,b,k [N/mm ²]
4.6	0,60	400
5.6	0,60	500
8.8	0,60	800
10.9	0,55	1000

$A_{sch} \cdot \alpha_{a} \cdot f_{u,b,k} / \gamma_M$
 bei Gewinde in der Scherfuge A_{sp} verwenden

Nennweite M [mm]	Schaft- querschnitt A_{sch} [mm ²]	Spannungs- querschnitt A_{sp} [mm ²]	A_{sp}/A_{sch}	Schaft in der Scherfuge				Gewinde in der Scherfuge			
				4.6	5.6	8.8	10.9	4.6	5.6	8.8	10.9
				4	12,6	8,8	69,9%	2,74	3,43	5,48	6,28
5	19,6	14,2	72,3%	4,28	5,35	8,57	9,82	3,10	3,87	6,20	7,10
6	28,3	20,1	71,1%	6,17	7,71	12,3	14,1	4,39	5,48	8,77	10,1
8	50,3	36,6	72,8%	11,0	13,7	21,9	25,1	7,99	9,98	16,0	18,3
10	78,5	58,0	73,8%	17,1	21,4	34,3	39,3	12,7	15,8	25,3	29,0
12	113	84,3	74,5%	24,7	30,8	49,4	56,5	18,4	23,0	36,8	42,2
16	201	157	78,1%	43,9	54,8	87,7	101	34,3	42,8	68,5	78,5
20	314	245	78,0%	68,5	85,7	137	157	53,5	66,8	107	123
22	380	303	79,7%	82,9	104	166	190	66,1	82,6	132	152
24	452	353	78,0%	98,7	123	197	226	77,0	96,3	154	177
27	573	459	80,2%	125	156	250	286	100	125	200	230
30	707	561	79,4%	154	193	308	353	122	153	245	281
36	1018	817	80,3%	222	278	444	509	178	223	357	409
42	1385	1121	80,9%	302	378	605	693	245	306	489	561
48	1810	1473	81,4%	395	494	790	905	321	402	643	737