

Nachweis der Tragsicherheit einer 800er Wandkonsolen als Unterkonstruktion eines 800er Zustiegspodestes einer Notleiteranlage nach DIN 14094

— Stand August 2024 —

überarbeitet am 18.03.2025

aufgestellt von

Ing.-Büro Dr. Schiebl GmbH (IBS)

69168 Wiesloch, Friedrichstraße 18

Tel. 06222 / 380501 und Telefax 06222 / 380503

Auftraggeber Heuel und Söhne GmbH
 Am Lindhövel 3
 59846 Sundern-Hachen

Bauort Fassade

Inhalt

1	Grundlagen	3
2	Nachweis der Tragfähigkeit einer Alu-Konsole als Unterkonstruktion von Zustiegspodesten	3
2.1	Angaben zum Zustiegspodest	4
2.2	Skizze Alukonsole als Unterkonstruktion eines Zustiegspodests.....	5
2.3	statisches System	6
2.4	Belastung:	7
2.5	Lastkombinationen:	7
2.6	Material/Querschnitt	7
2.7	Schnittgrößen.....	8
2.7.1	Normalkräfte	8
2.7.2	Querkräfte	9
2.7.3	Biegemomente	10
2.7.4	Ergebnisverläufe Stab 1	11
2.7.5	Ergebnisverläufe Stab 2	12
2.7.6	Ergebnisverläufe Stab 3	13
2.8	Bemessung:.....	13
2.9	Nachweis Grenzzustand der Tragfähigkeit:	13
2.10	Nachweis Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit:	13
2.11	Auflagerkräfte	13
2.12	Nachweis der Schraubenverbindung an den Enden der Druckstrebe:	15
2.13	Nachweis der Schraubenverbindung am Kreuzungspunkt der vertikalen und horizontalen Stäbe: 17	
2.14	Nachweis der Schraubenverbindung zwischen vertikalem U-Profil 69x57x8mm und Flachmaterial 175x60x20mm	19
2.14.1	Auflager A1 (Zugkraftverankerung).....	19
2.14.2	Auflager A2 (Querkraftverankerung)	20
2.14.3	Variantenberechnung für Auflage 1 bei Verankerung von Zugkraft und Querkraft ...	21
2.15	Nachweis der Ankerplatte auf Biegung im Auflager A1 bei Beanspruchung von Zugkraft: 21	

1 Grundlagen

- | | | |
|-----|-------------------------|---|
| [1] | DIN EN 1990 | Grundlagen der Tragwerksplanung (12.10) |
| [2] | DIN EN 1991-1-1:2010-12 | Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau |
| [3] | DIN EN 1999-1-1:2014-03 | Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken
Allgemeine Bemessungsregeln |
| [4] | DIN EN 1999-1-3:2011-11 | Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken
Ermüdungsbeanspruchte Tragwerke |
| [5] | DIN EN 1090-3:2008-03 | Ausführung von Stahl- und Aluminiumtragwerken
Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken |
| [6] | DIN EN 14094-1 | Feuerwehrwesen – Notleiteranlagen
Teil 1: Ortsfeste Notsteigleitern mit Rückenschutz, Haltevorrichtung, Podeste |
| [7] | DIN EN 14094-2 | Feuerwehrwesen – Notleiteranlagen
Teil 2: Rettungswege auf flachen und geneigten Dächern |
| [8] | | Technische Mitteilung Nr. TM 01/005 „Lastannahmen für Flucht- und Rettungswege“ der vpi Nordrhein-Westfalen vom Oktober 2016, |

2 Nachweis der Tragfähigkeit einer Alu-Wandkonsole als

Unterkonstruktion eines 800er Zustiegspodestes

Die Alu-Wandkonsolen dienen als Unterkonstruktion zur Lagerung von Zustiegspodesten, die als bauaufsichtlich geschuldeten zweiten Rettungswege für Bestandsgebäude genutzt werden und mit Bezug auf die technische Mitteilung Nr. TM 01/005 der vpi Nordrhein-Westfalen vom Oktober 2016 auf der Grundlage der Lastannahmen nach DIN 14094-1 „Notleiter mit und ohne Rückenschutz,

Haltevorrichtungen, Podeste“ und DIN 14094-2 „Rettungswege auf flachen und geneigten Dächern“ bemessen werden. Die Aluminium-Konsolen kann u.a. an die Fassade eines bestehenden Gebäudes verankert werden. Der statische Nachweis der Verankerung der Alu-Unterkonstruktion an den Gebäudebestand ist bauseits zu erbringen und ist nicht Bestandteil dieses Dokuments.

2.1 Angaben zum Zustiegspodest

Zustiegspodestbreite: 800mm

Eigengewicht 0,125 kN/m

Verkehrslast 4,0 kN/m² min. 3,0 kN/m nach [6]

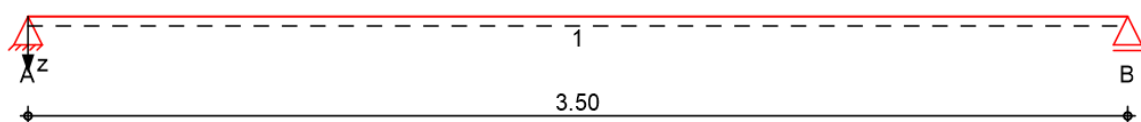
Der Gitterrost des Zustiegspodests wird auf zwei, parallel verlaufender Trägern (Alu-Kastenprofile) im Abstand von 800mm gelagert.

In den Auflagerbereichen der Alu-Kastenprofile sind die Auflagerkonsolen aus Alu vorzusehen. Die Bemessung der Auflagerkonsolen erfolgt für den ungünstigsten Lastfall aus den drei nachfolgenden Varianten zur Lagerung des Alu-Kastenprofils :

Varianten 1 + 2 für die Lagerung eines Zustiegspodests mit einer Breite von 800mm und einer Länge von max. 3500mm (Einfeldträger)

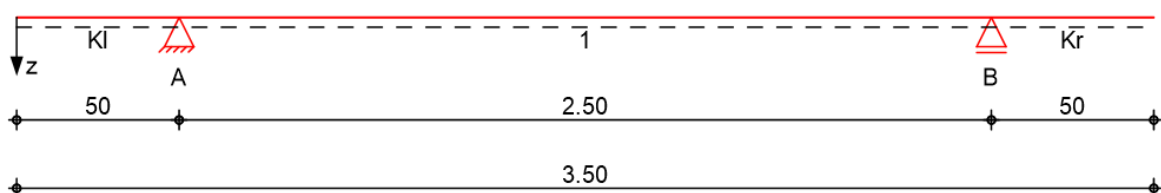
Variante 1 als Einfeldträger

System z-Richtung



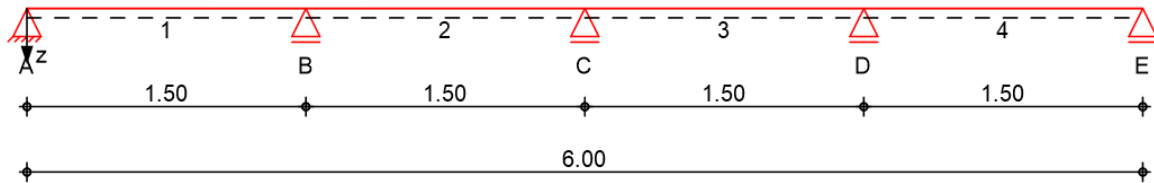
Variante 2 als Einfeldträger mit Kragarm

System z-Richtung



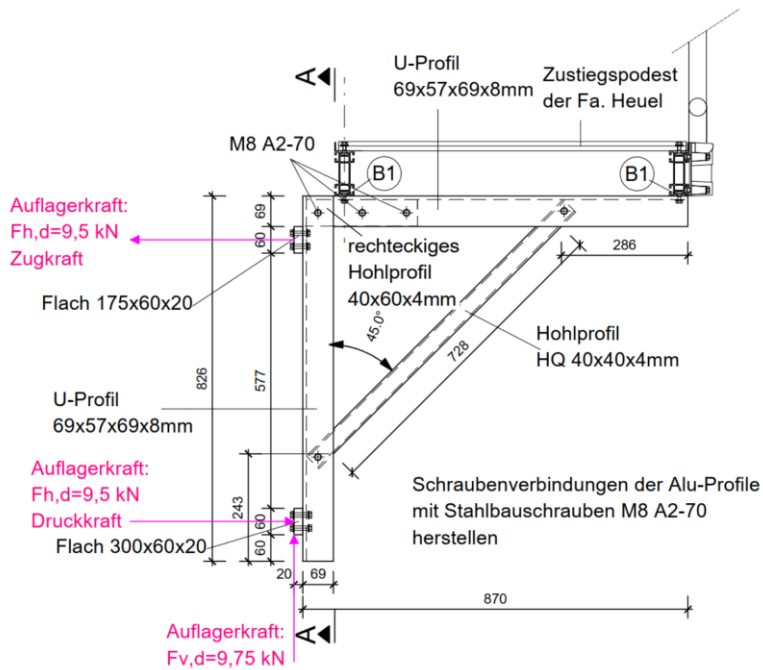
Varianten 3 für die Lagerung eines Zustiegspodests mit einer Breite von 800mm und einem durchlaufenden Konsolenabstand von max. 1500mm (Mehrfeldträger)

System z-Richtung

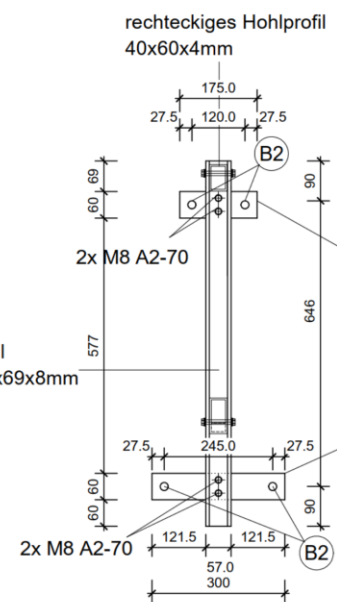


2.2 Skizze Alukonsole als Unterkonstruktion eines Zustiegspodests

Seitenansicht



Schnitt A-A

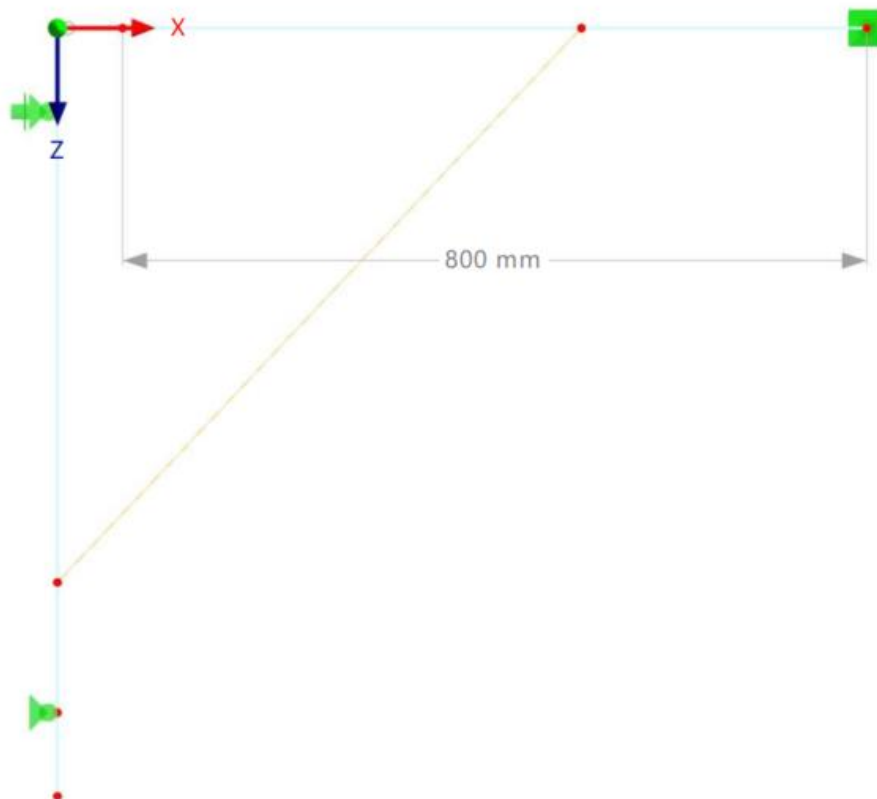


2.3 statisches System

$G_k = 0,24 \text{ kN}$
 $Q_k = 3,0 \text{ kN}$



$G_k = 0,24 \text{ kN}$
 $Q_k = 3,0 \text{ kN}$



2.4 Belastung:

Ermittlung der Auflagerkräfte aus dem statischen System der Variante 1 (Höchste Auflagerkraft aus den 3 Varianten). Der Gitterrost des Zustiegspodests wird auf zwei, parallel verlaufender Träger im Abstand von 80cm gelagert. Somit ergeben sich folgende Auflagerkräfte, die als Punktlasten auf die Unterkonstruktion aus Aluminiumkonsolen einwirken:

Ständige Einwirkung (EW):

$$G_k = 0,125 \text{ kN/m} \cdot 3,50 \text{ m} / 2 = 0,24 \text{ kN}$$

Veränderliche Einwirkung (EW):

$$q_k = 4,0 \text{ kN/m}^2$$

Zustiegspodestbreite $b = 80 \text{ cm}$

$$Q_k = 4,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,80 \text{ m} / 2 \cdot 3,5 \text{ m} / 2 = 3,0 \text{ kN}$$

2.5 Lastkombinationen:

ständig/vorübergehend: $1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_k$

2.6 Material/Querschnitt

Material: Aluminium AlMgSi0,5 F22 (6060 T66)

Streckgrenze $f_0 = 150 \text{ N/mm}^2$ nach [3]

Zugfestigkeit $f_u = 195 \text{ N/mm}^2$ nach [3]

$E = 70.000 \text{ N/mm}^2$

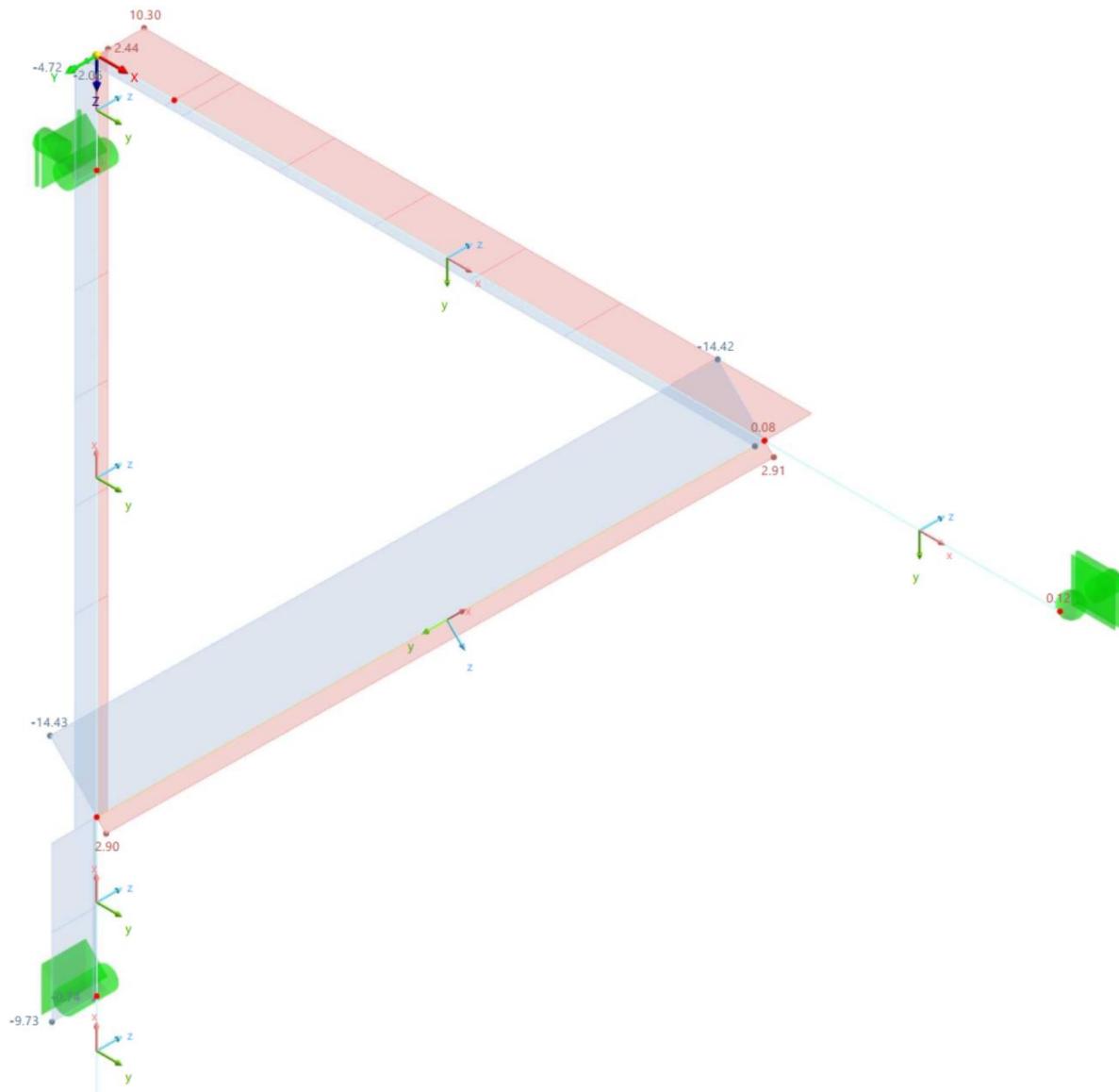
$\gamma_M = 1,1$

Querschnitt: -vertikaler und horizontaler Stab aus U-Profil 69x57x69x8mm

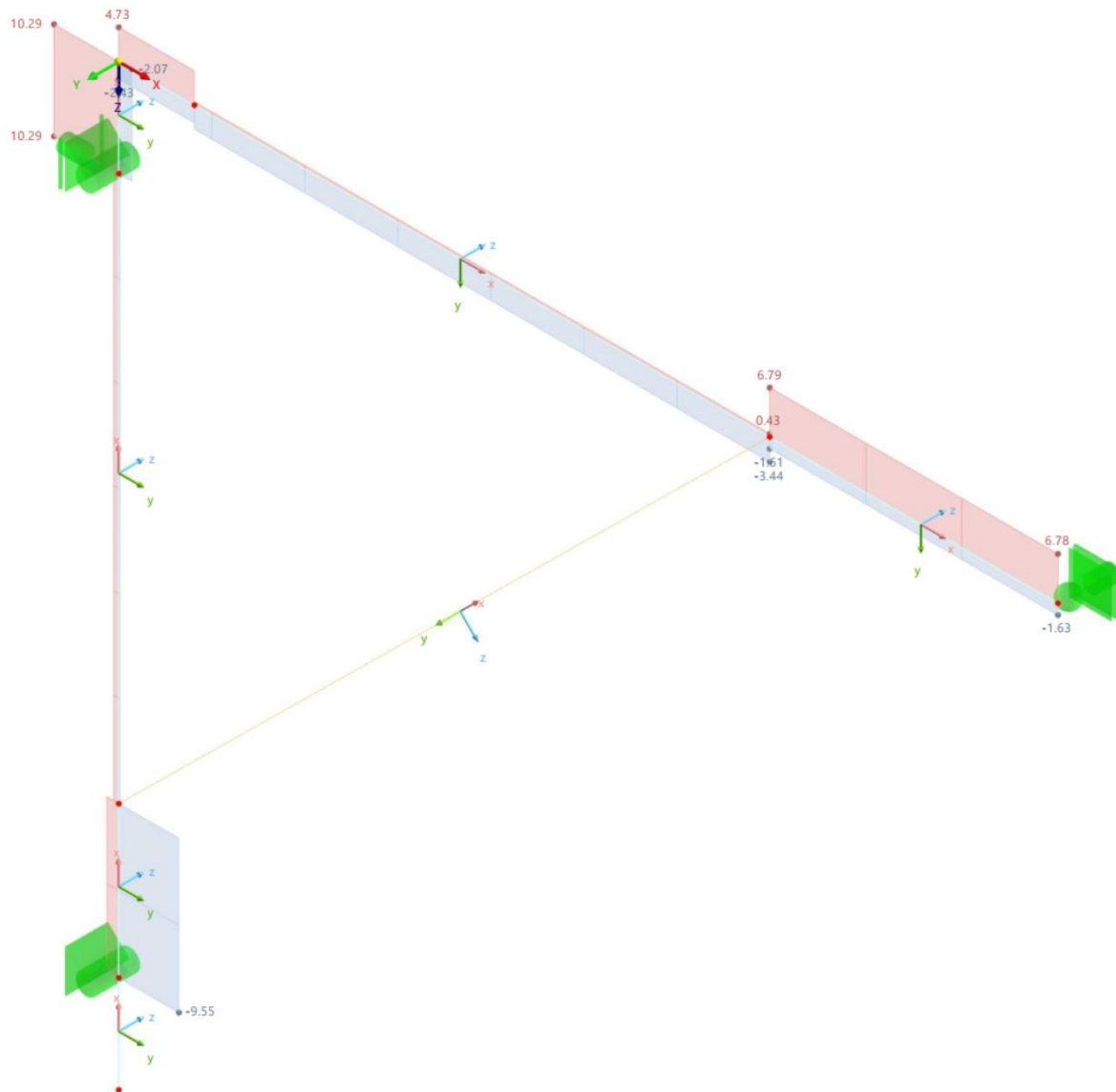
-diagonale Druckstreben quadratisches Hohlprofil 40x40x4mm

2.7 Schnittgrößen

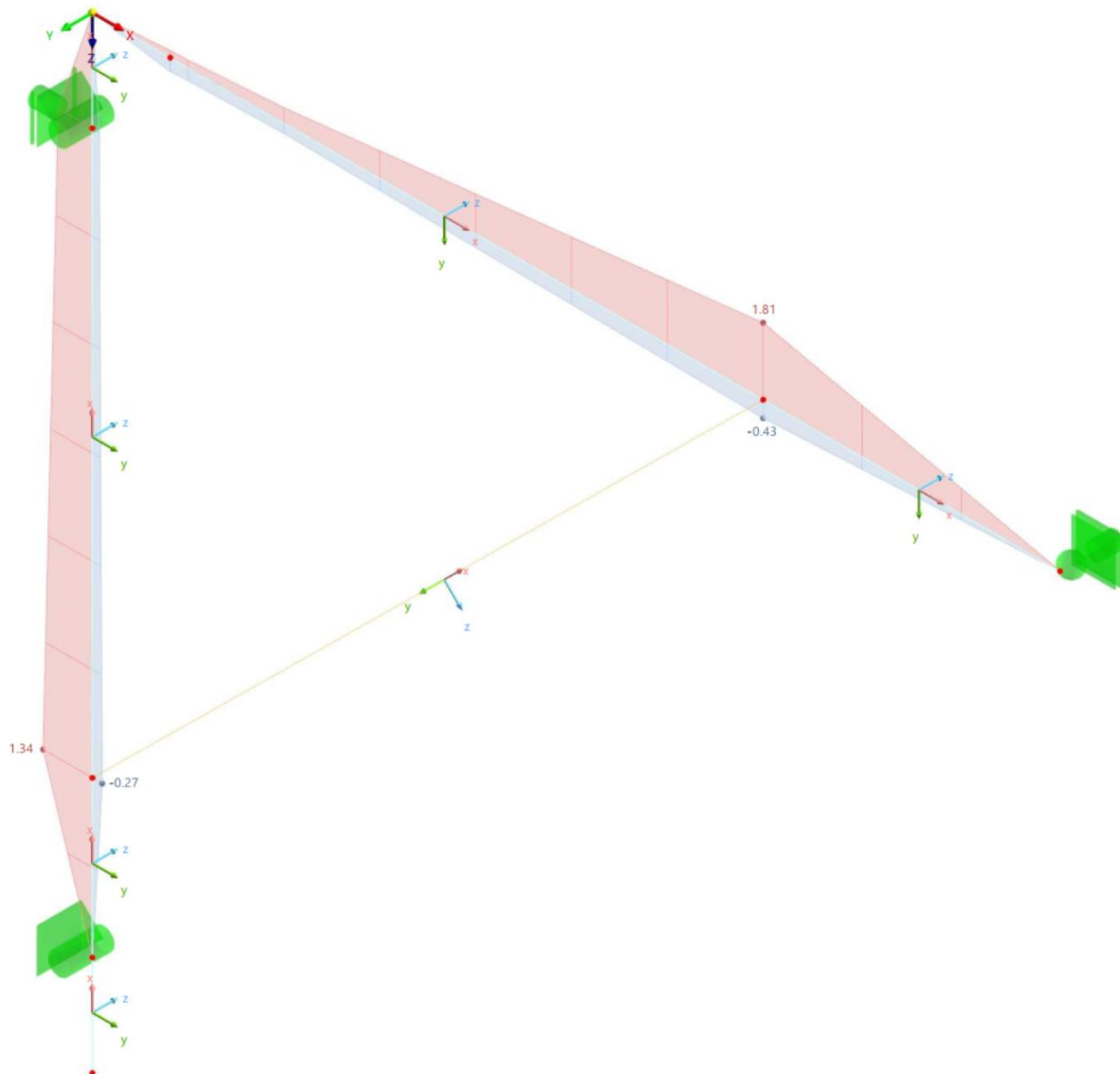
2.7.1 Normalkräfte



2.7.2 Querkräfte

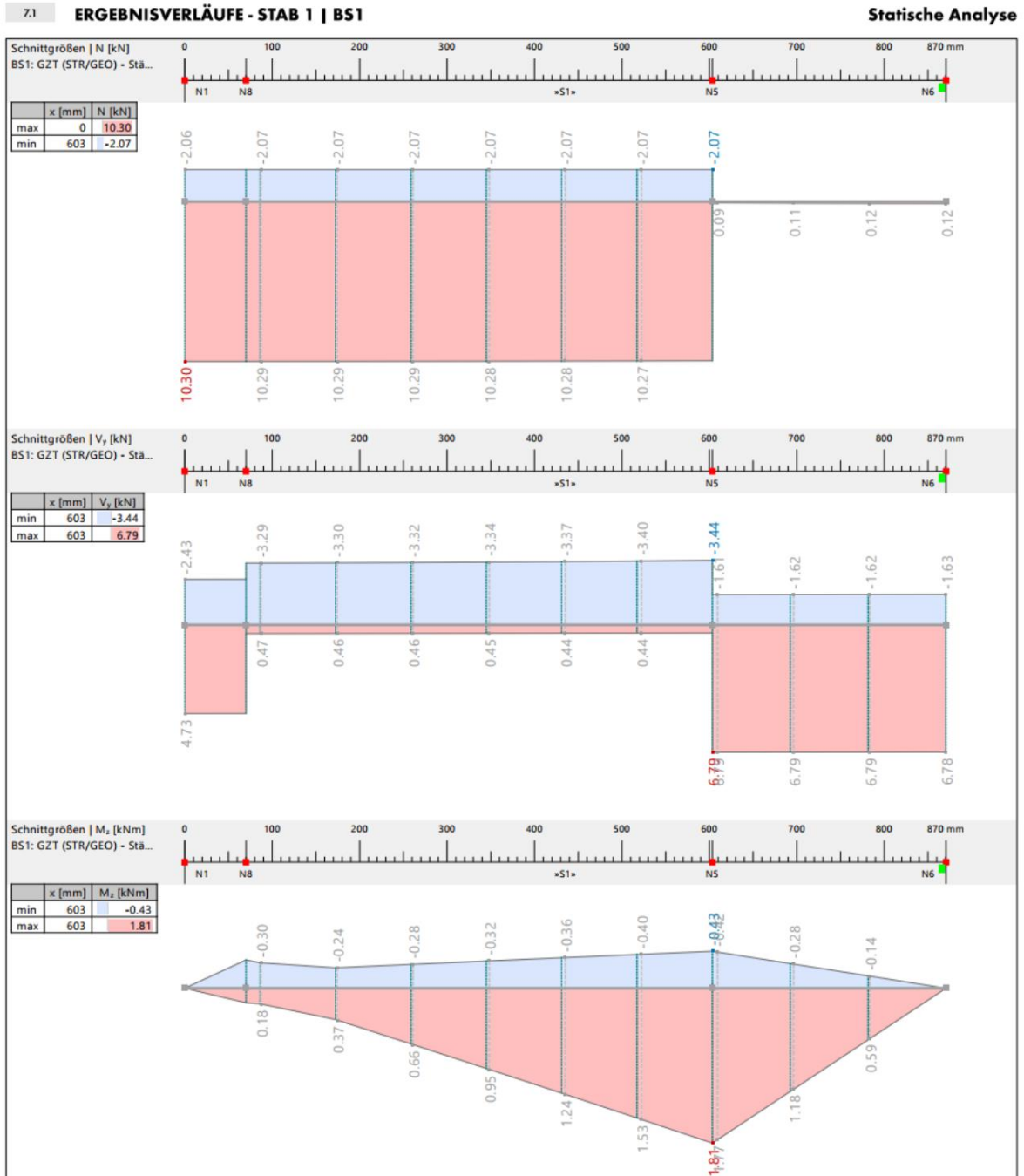


2.7.3 Biegemomente

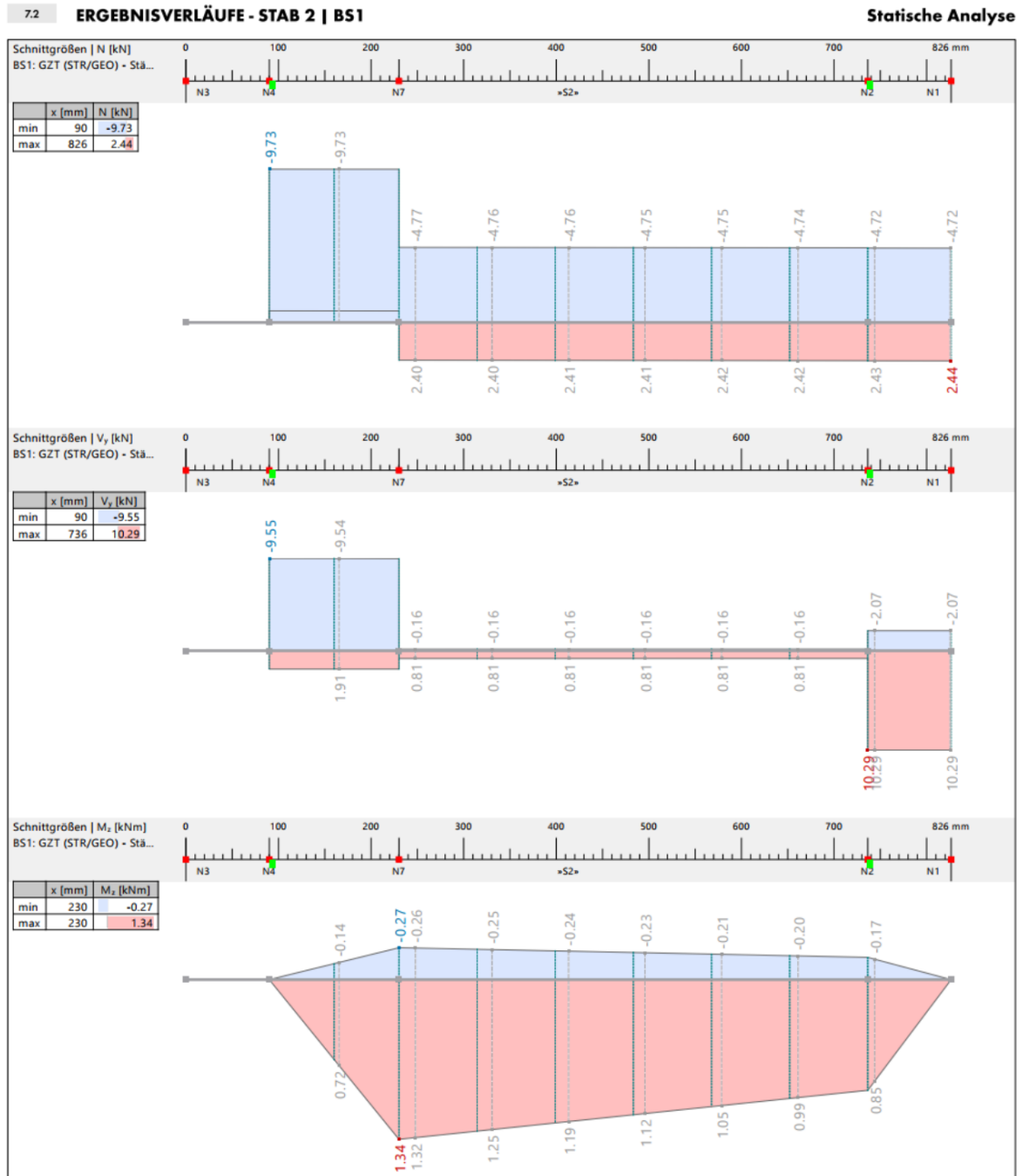


Programmbedingt werden einige Schnittgrößenverläufe senkrecht zur Bildschirmenebene dargestellt. Daher werden die vollständigen Verläufe nachfolgend einzeln abgebildet.

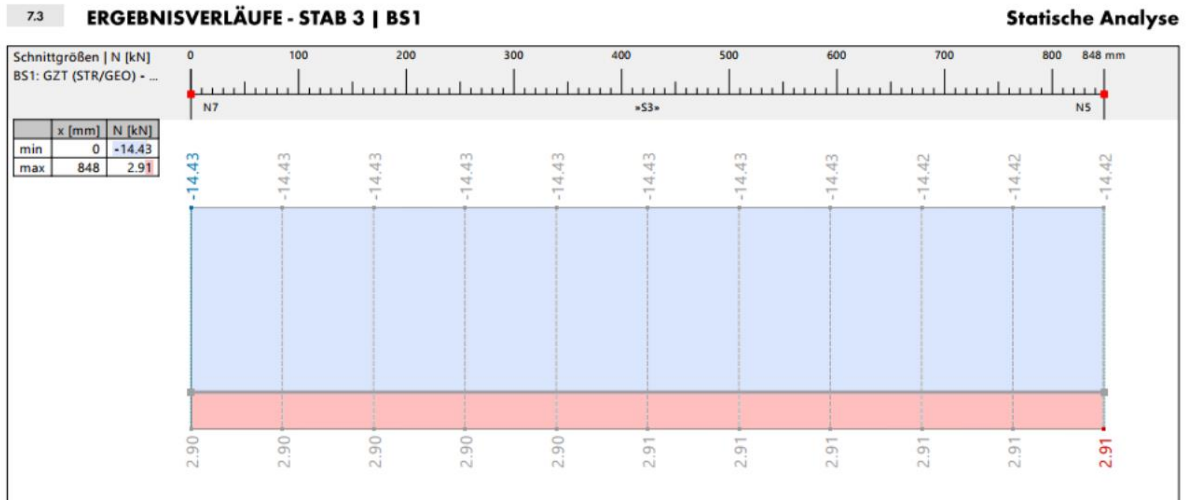
2.7.4 Ergebnisverläufe Stab 1



2.7.5 Ergebnisverläufe Stab 2



2.7.6 Ergebnisverläufe Stab 3



2.8 Bemessung:

Siehe Anlage 1

2.9 Nachweis Grenzzustand der Tragfähigkeit:

Siehe Anlage 1 Abschnitt 10.1

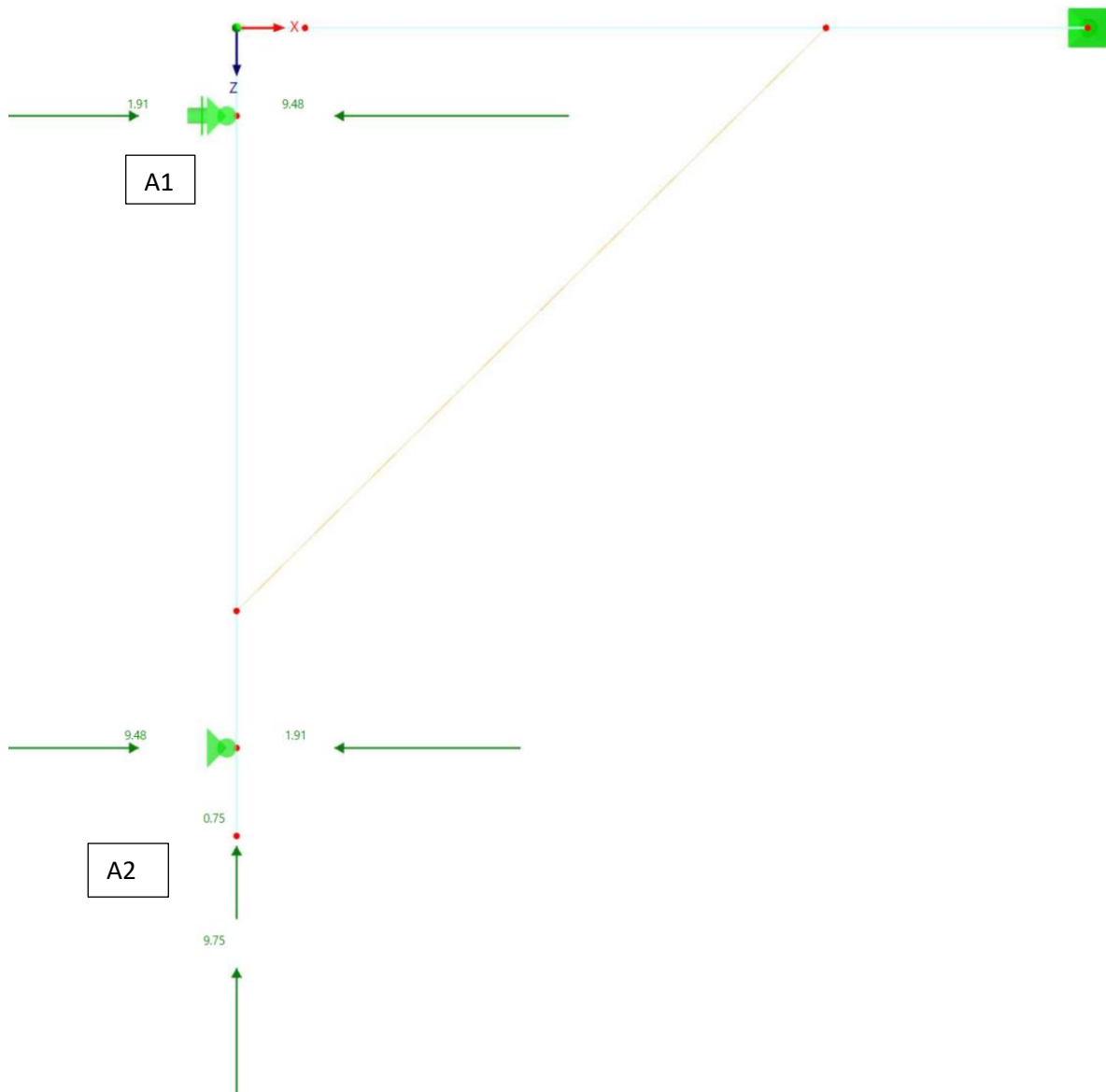
Max. Ausnutzung $0,91 < 1,00$ -> Tragsicherheit gewährleistet

2.10 Nachweis Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit:

Siehe Anlage 1 Abschnitt 10.1

Max. Ausnutzung $0,26 < 1,00$ -> Gebrauchstauglichkeit gewährleistet.

2.11 Auflagerkräfte



Auflager A1 (oberes Auflager)

Bemessungslast $F_{h,d} = 9,48 \text{ kN}$

Auflager A2 (unteres Auflager)

Bemessungslast $F_{h,d} = 9,48 \text{ kN}$

Bemessungslast $F_{v,d} = 9,75 \text{ kN}$

Die Auflagerkräfte der Unterkonstruktion sind in den Gebäudebestand zu verankern. Der statische Nachweis hierfür ist bauseits zu erbringen.

Gewählt:

vertikaler und horizontaler Stab U-Profil 69x57x69x8mm, 6060 T66
Diagonale Druckstreben: HQ 40x40x4mm, 6060 T66

2.12 Nachweis der Schraubenverbindung an den Enden der Druckstrebe:

Material: Aluminium AlMgSi0,5 F22 (6060 T66)

Streckgrenze $f_0 = 150 \text{ N/mm}^2$ nach [3]

Zugfestigkeit $f_u = 195 \text{ N/mm}^2$ nach [3]

$E = 70.000 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_M = 1,1$

Querschnitt HQ 40x40x4mm

Schnittgrößen aus 2.1.6

$F_{Ed} = 14,43 \text{ kN}$

Nachweis der Tragfähigkeit der Schraubenverbindung

Verschraubung mit Edelstahlschrauben M8 A2-70

Zugfestigkeit $f_u = 700 \text{ N/mm}^2$

Streckgrenze $f_0 = 450 \text{ N/mm}^2$

Nachweis der Grenzabscherkräfte:

$$\begin{aligned} F_{v,Rd} &= \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2} \\ &= 0,6 \cdot 45 \text{ kN/cm}^2 \cdot 0,50 \text{ cm}^2 / 1,25 \\ &= 10,8 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$F_{Ed} / F_{v,Rd} = 14,43 \text{ kN} / (2 \cdot 10,80 \text{ kN}) = 0,66 < 1,0$$

Nachweis Grenzlochleibung:

$$\begin{aligned} F_{b,Rd} &= k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2} \\ &= 2,5 \cdot 0,74 \cdot 19,5 \text{ kN/cm}^2 \cdot 0,8 \text{ cm} \cdot 0,4 \text{ cm} / 1,25 \\ &= 9,23 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_1 &= 2,8 \cdot e_2 / d_0 - 1,7 = \\ &= 2,8 \cdot 20 / 9 - 1,7 = 4,5 \rightarrow 2,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_b &= e_1 / 3d_0 \\ &= 20 / (3 \cdot 9) = 0,74 \end{aligned}$$

$$F_{ed} / F_{b,Rd} = 14,43 \text{ kN} / (2 \cdot 9,23 \text{ kN}) = 0,78 < 1,0$$

gewählt: 2-schnitte Verbindung mit Stahlbauschraube M8 A2-70

2.13 Nachweis der Schraubenverbindung am Kreuzungspunkt der vertikalen und horizontalen Stäbe:

Material: Aluminium AlMgSi0,5 F22 (6060 T66)

Streckgrenze $f_0 = 150 \text{ N/mm}^2$ nach [3]

Zugfestigkeit $f_u = 195 \text{ N/mm}^2$ nach [3]

$E = 70.000 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_M = 1,1$

Querschnitt $T = 4 \text{ mm}$

Schnittgrößen aus 2.1.6:

$N_{Ed} = 10,30 \text{ kN}$

$V_{Ed} = 4,73 \text{ kN}$

$F_{Ed} = \sqrt{(10,30^2 + 4,73^2)} = 11,33 \text{ kN}$

Nachweis der Tragfähigkeit der Schraubenverbindung

Verschraubung mit Edelstahlschrauben M8 A2-70

Zugfestigkeit $f_u = 700 \text{ N/mm}^2$

Streckgrenze $f_0 = 450 \text{ N/mm}^2$

Nachweis der Grenzabscherkräfte:

$$\begin{aligned} F_{v,Rd} &= \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2} \\ &= 0,6 \cdot 45 \text{ kN/cm}^2 \cdot 0,50 \text{ cm}^2 / 1,25 \\ &= 10,8 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$F_{Ed} / F_{v,Rd} = 11,33 \text{ kN} / (2 \cdot 10,80 \text{ kN}) = 0,52 < 1,0$$

Nachweis Grenzlochleibung:

$$\begin{aligned} F_{b,Rd} &= k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2} \\ &= 2,5 \cdot 0,74 \cdot 19,5 \text{ kN/cm}^2 \cdot 0,8 \text{ cm} \cdot 0,4 \text{ cm} / 1,25 \\ &= 9,23 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_1 &= 2,8 \cdot e_2 / d_0 - 1,7 = \\ &= 2,8 \cdot 20 / 9 - 1,7 = 4,5 \rightarrow 2,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_b &= e_1 / 3d_0 \\ &= 20 / (3 \cdot 9) = 0,74 \end{aligned}$$

$$F_{ed} / F_{b,Rd} = 11,33 \text{ kN} / (2 \cdot 9,23 \text{ kN}) = 0,61 < 1,0$$

gewählt: 2-schnitte Verbindung mit Stahlbauschraube M8 A2 70

Nachweis der Biegenormalspannung U-Profil 40x60x4mm

$$N_d = 10,3 \text{ kN}$$

$$A = 6,08 \text{ cm}^2 - 2 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \text{ cm} = 5,36 \text{ cm}^2$$

$$f_{ed} = N_d / A = 10,3 \text{ kN} / 5,36 \text{ cm}^2 = 19,2 \text{ N/mm}^2$$

$$M_d = 4,73 \text{ kN} \cdot 0,1 \text{ m} = 0,473 \text{ kNm}$$

$$W_z = 6,22 \text{ cm}^3$$

$$f_{ed} = M_d / W_z = 0,473 \text{ kNm} / 6,22 \text{ cm}^3 = 76,05 \text{ N/mm}^2$$

Nachweis Grenzzustand der Tragfähigkeit:

$$f_{rd} = 150 \text{ N/mm}^2 / 1,1 = 136,36 \text{ N/mm}^2$$

$$(N_d / A + M_d / W_z) / 136,36 \text{ N/mm}^2 \leq 1,0$$

$$(19,2 \text{ N/mm}^2 + 76,05 \text{ N/mm}^2) / 136,36 \text{ N/mm}^2 = 0,70 < 1,0$$

Nachweis der Schubspannung U-Profil 40x60x4mm

$$V_d = 4,73 \text{ kN}$$

$$A_y = 4,23 \text{ cm}^2 \text{ (Schubfläche in y-Richtung)}$$

$$f_{ed} = 4,73 \text{ kN} / 4,23 \text{ cm}^2 = 11,18 \text{ N/mm}^2$$

Nachweis Grenzzustand der Tragfähigkeit:

$$11,18 \text{ N/mm}^2 / (150 \text{ N/mm}^2 / 1,1 / \sqrt{3}) = 0,14 < 1,0 \text{ bzw. } 0,14 < 0,5$$

-> Nachweis der Vergleichsspannung kann entfallen

gewählt: U-Profil 40x60x4mm, 6060 T66 zur Verbindung des horizontalen und vertikalen Stabes der Konsole.

2.14 Nachweis der Schraubenverbindung zwischen vertikalem U-Profil 69x57x8mm und Flachmaterial 175x60x20mm

Material: Aluminium AlMgSi0,5 F22 (6060 T66)

Streckgrenze $f_0 = 150 \text{ N/mm}^2$ nach [3]

Zugfestigkeit $f_u = 195 \text{ N/mm}^2$ nach [3]

$E = 70.000 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_M = 1,1$

Querschnitt $T = 8 \text{ mm}$

2.14.1 Auflager A1 (Zugkraftverankerung)

Bemessungslast $F_{h,d} = 9,48 \text{ kN}$

$F_{t,Ed} = F_{h,d} = 9,48 \text{ kN}$

Nachweis der Tragfähigkeit der Schraubenverbindung

Verschraubung mit Edelstahlschrauben M8 A2-70

Zugfestigkeit $f_u = 700 \text{ N/mm}^2$

Streckgrenze $f_0 = 450 \text{ N/mm}^2$

Nachweis der Grenzzugkräfte:

$$F_{t,Rd} = k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2}$$

$$= 0,63 \cdot 70 \cdot 0,5 / 1,25$$

$$= 17,64 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} / F_{t,Rd} = 9,48 \text{ kN} / (2 \cdot 17,64 \text{ kN}) = 0,27 < 1,0$$

Nachweis der Grenzdurchstanzkräfte

$$B_{p,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

$$= 0,6 \cdot 3,14 \cdot 1,3 \text{ cm} \cdot 0,8 \text{ cm} \cdot 19,5 \text{ kN/cm}^2 / 1,25$$

$$= 30,56 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} / B_{p,Rd} = 9,48 \text{ kN} / (2 \cdot 30,56 \text{ kN}) = 0,16 < 1,0$$

gewählt: zwei einschnittige Verbindungen mit Stahlbauschraube M8 A2

2.14.2 Auflager A2 (Querkraftverankerung)

Bemessungslast $F_{h,d} = 9,48 \text{ kN}$ (Druckkraft wird über die Kontaktfläche übertragen)

Bemessungslast $F_{v,d} = 9,75 \text{ kN}$

$$F_{v,ed} = F_{v,d} = 9,75 \text{ kN}$$

Nachweis der Tragfähigkeit der Schraubenverbindung

Verschraubung mit Edelstahlschrauben M8 A2-70

Zugfestigkeit $f_u = 700 \text{ N/mm}^2$

Streckgrenze $f_o = 450 \text{ N/mm}^2$

Nachweis der Grenzabscherkräfte:

$$\begin{aligned} F_{v,Rd} &= \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2} \\ &= 0,6 \cdot 45 \text{ kN/cm}^2 \cdot 0,50 \text{ cm}^2 / 1,25 \\ &= 10,8 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$F_{v,ed} / F_{v,Rd} = 9,75 \text{ kN} / (2 \cdot 10,80 \text{ kN}) = 0,45 < 1,0$$

Nachweis Grenzlochleibung, einschnittige Verbindung:

$$\begin{aligned} F_{b,Rd} &= 1,5 \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2} \\ &= 1,5 \cdot 19,5 \text{ kN/cm}^2 \cdot 0,8 \text{ cm} \cdot 0,8 \text{ cm} / 1,25 \\ &= 14,98 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$F_{v,ed} / F_{b,Rd} = 9,75 \text{ kN} / (2 \cdot 14,98 \text{ kN}) = 0,33 < 1,0$$

gewählt: zwei einschnittige Verbindungen mit Stahlbauschraube M8 A2

2.14.3 Variantenberechnung für Auflage 1 bei Verankerung von Zugkraft und Querkraft

Beanspruchung der Schrauben aus Zug und Abscheren

$$\begin{aligned} &F_{v,ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1,4 \cdot F_{t,Rd}) \\ &= 9,75 \text{ kN} / (2 \cdot 10,80 \text{ kN}) + 7,07 \text{ kN} / (1,4 \cdot 2 \cdot 17,64 \text{ kN}) = 0,45 + 0,14 = 0,59 < 1,0 \end{aligned}$$

gewählt: zwei einschnittige Verbindungen mit Stahlbauschraube M8 A2

2.15 Nachweis der Ankerplatte auf Biegung im Auflager A1 bei Beanspruchung von Zugkraft:

Material: Aluminium AlMgSi0,5 F22 (6060 T66)

Streckgrenze $f_0 = 150 \text{ N/mm}^2$ nach [3]

Zugfestigkeit $f_u = 195 \text{ N/mm}^2$ nach [3]

$E = 70.000 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_M = 1,1$

Querschnitt Flachmaterial 300x60x20mm

Bemessungslast $F_{h,d} = 9,45 \text{ kN}$

Bemessungslast $F_{v,d} = 9,75 \text{ kN}$

Bemessung bei Biegung um die schwache Achse:

$M_d = F_{h,d} / 2 * 12 \text{ cm} / 2 = 9,45 \text{ kN} / 2 * 12 \text{ cm} / 2 = 28,35 \text{ kNcm}$

$W = bh^2 / 6 = (6 - 1,8) \text{ cm} * 2^2 \text{ cm} / 6 = 2,8 \text{ cm}^3$

$f_{ed} = M_d / W = 28,35 \text{ kNcm} / 2,8 \text{ cm}^3 = 10,125 \text{ kN/cm}^2$

Nachweis Grenzzustand der Tragfähigkeit um die schwache Achse:

$10,125 \text{ N/mm}^2 / (150 \text{ N/mm}^2 / 1,1) = 0,74 < 1,0$

Den Nachweis der Verankerung der Konsole an den Gebäudebestand ist bauseits zu erbringen.

Wiesloch, 17.03.2025

gez. Dr.-Ing. Hans Schiebl

Anlage 1: Bemessung der Unterkonstruktion, Alukonsole Typ 800

Anlage 2: Konstruktionsskizze Alukonsole Typ 800

	Projekt: Nachweis Tragsicherheit 800er Alukonsole der Fa.Heuel	Seite 23 Datum 29.08.2024 18.03.2025
---	---	--

Anlage 3: Widerstandsmoment U-Profil 40x60x4mm

•