

STANDSICHERHEITSNACHWEIS

PROJEKT: **Albert Fahrbare Arbeitsbühnen Typ 2X00, 4X00, 5X00, 6X00, 7X00**

Nachweise gemäß DIN EN 1004

L=1,86 m, L=2,43 m und L=3,00 m / B=0,80 m und B=1,50 m

Teil 1: Grundlagen

AUFTRAGGEBER: Albert Gerüst- und Gerätetechnik GmbH
Ferdinand-Porsche-Straße 29

60386 Frankfurt

VERFASSER: Ingenieurbüro Mirow

Pfinztalstraße 85
76227 Karlsruhe

Tel.: 0721-94348-0

Fax: 0721-408286

web: www.ib-mirow.de

eMail: info@ib-mirow.de

Sachbearbeiter: Dipl.-Ing. Hub

27. Juli 2015

Dieses Dokument umfasst die Seiten 1-1 bis 1-91.

0 Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	3
2	Berechnungsgrundlagen	4
2.1	Literaturverzeichnis	4
2.2	Berechnungsmethoden	5
2.2.1	Allgemeines	5
2.2.2	Nachweise am Gesamtsystem	5
2.2.3	Nachweise der Einzelbauteile	6
2.2.4	Nachweis der Gleitsicherheit	6
2.2.5	Nachweis der Kippsicherheit	7
3	Werkstoffe	10
3.1	Profilkennwerte	10
3.2	Schweißverbindungen	11
4	Querschnittswerte	14
4.1	Vertikalrahmen	14
4.2	Belagbühne mit / ohne Durchstieg	17
4.3	Fahrbalken	20
4.3.1	L = 2,00 m	20
4.3.2	L = 2,50 m	26
4.4	Dreiecksausleger	28
4.5	Geländerrahmen	30
4.6	Diagonale	31
4.7	Längsriegel	33
4.8	Ballastträger	33
4.9	Bordbretter	34
4.10	Stützstrebe	35
4.11	Basisstrebe	36
4.12	Treppe	37
4.13	Treppengeländer	39
4.14	Fahrrolle	41
5	Zeichnungen	42

Anlage: Q01-Q21

1 Allgemeines

Die vorliegende Berechnung liefert auf der Grundlage [1] DIN EN 1004 die erforderlichen statischen Nachweise und die zur Gewährleistung der Standsicherheit notwendigen Ballastgewichte für die fahrbaren Arbeitsbühnen Typ 2X00, 4X00, 5X00 und 6X00 der Firma Albert in Frankfurt am Main mit den Längen $L_1 = 1,86$ m, $L_2 = 2,43$ m und $L_3 = 3,00$ m und Breiten $B_1 = 0,80$ m und $B_2 = 1,50$ m.

Folgende Konfigurationen (jeweils für alle Längen und Breiten) werden untersucht:

- Aufbau mittig auf Fahrbalken, ohne Ausleger, vertikaler Belagabstand $\Delta h = 2$ m
- Aufbau mittig auf Fahrbalken, mit vier Ausleger, vertikaler Belagabstand $\Delta h = 2$ m
- Aufbau einseitig auf Fahrbalken, ohne Ausleger, vertikaler Belagabstand $\Delta h = 2$ m
- Aufbau einseitig auf Fahrbalken, mit zwei Ausleger, vertikaler Belagabstand $\Delta h = 2$ m
- Aufbau ohne Fahrbalken, mit vier Ausleger, vertikaler Belagabstand $\Delta h = 2$ m

Folgende Konfigurationen (für die Längen $L_2 = 2,43$ m und $L_3 = 3,00$ m) werden untersucht:

- Aufbau ohne Fahrbalken, mit vier Ausleger, einläufiger Treppenlauf

Die Gerüste sind für Gerüstgruppe 3 ($p = 2,0$ kN/m²) gemäß [1] DIN EN 1004 zu bemessen, wobei sowohl der Einsatz außerhalb von Gebäuden (mit Wind) als auch innerhalb von Gebäuden (ohne Wind) zu untersuchen ist.

Bei dem hier zu untersuchenden System handelt es sich um ein im Wesentlichen aus Aluminiumprofilen in Serienfabrikation hergestellten Baukastensystem, das es erlaubt, fahrbare Arbeitsbühnen mit allen für die Praxis nutzbaren Höhen herzustellen. Die einzelnen Konstruktionselemente werden durch Schweißung zusammengefügt.

Die wichtigsten Bauteile des Systems sind:

- Vertikalrahmen
- Bühne mit/ohne Durchstieg
- Fahrbalken
- Dreiecksausleger
- Geländerrahmen
- Diagonale
- Längsriegel
- Ballastträger
- Bordbretter
- Stützstrebe
- Basisstrebe
- Treppe
- Treppengeländer
- Fahrrolle $\varnothing 200$ mm mit $f_{zul} = 10,0$ kN

sowie verschiedene Kleinteile zur Sicherung und Befestigungselemente.

Die Zeichnungen der einzelnen Bauteile sind in Abs. 5 zusammengefasst.

In der nachfolgenden Berechnung werden sowohl die erforderlichen statischen Nachweise geführt, als auch die zur Gewährleistung der Standsicherheit notwendigen Ballastgewichte ermittelt.

Verfasser: Ingenieurbüro Mirow, Pfinztalstraße 85, 76227 Karlsruhe Tel: 0721 / 943480 Fax: 0721 / 408286 Mail: info@ib-mirow.de	PROJEKT: A.2252.14-1
	SEITE: 1-4
Vorgang: Albert Fahrbare Arbeitsbühnen Typ 2X00, 4X00, 5X00, 6X00, 7X00:	DATUM: 27.07.2015

2 Berechnungsgrundlagen

2.1 Literaturverzeichnis

- [1] DIN EN 1004, Fahrbare Arbeitsbühnen aus vorgefertigten Bauteilen – Werkstoffe, Maße, Lastannahmen und sicherheitstechnische Anforderungen; Deutsche Fassung EN 1004:2004, März 2005.
- [2] DIBt Newsletter 02/2014; Deutsches Institut für Bautechnik; Berlin 16.04.2014.
- [3] DIN EN 12811-1, Temporäre Konstruktionen für Bauwerke - Teil 1: Arbeitsgerüste - Leistungsanforderungen, Entwurf, Konstruktion und Bemessung; Deutsche Fassung EN 12811-1:2003.
- [4] DIN EN 12811-2, Temporäre Konstruktionen für Bauwerke - Teil 2: Informationen zu den Werkstoffen; Deutsche Fassung EN 12811-2:2004; April 2004.
- [5] DIN EN 1090-3: Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 3: Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken; Deutsche Fassung EN 1090-3:2008, September 2008.
- [6] DIN EN 1991-1-4: Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen, Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010, Dezember 2010.
- [7] DIN EN 1991-1-4/NA: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten; Dezember 2010.
- [8] DIN EN 1993-1-1: Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009, Dezember 2010.
- [9] DIN EN 1993-1-1/NA: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Dezember 2010.
- [10] DIN EN 1995-1-1: Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008.
- [11] DIN EN 1995-1-1/NA: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau; August 2013.
- [12] DIN EN 1999-1-1: Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln; Deutsche Fassung EN 1999-1-1:2007 + A1:2009 + A2:2013, März 2014
- [13] DIN EN 1999-1-1/NA: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln, Mai 2013.

Verfasser: Ingenieurbüro Mirow, Pfinztalstraße 85, 76227 Karlsruhe Tel: 0721 / 943480 Fax: 0721 / 408286 Mail: info@ib-mirow.de	PROJEKT: A.2252.14-1
	SEITE: 1-5
Vorgang: Albert Fahrbare Arbeitsbühnen Typ 2X00, 4X00, 5X00, 6X00, 7X00:	DATUM: 27.07.2015

- [14] DIN EN 1999-1-1/NA/A1: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln, Änderung 1, Juni 2014.
- [15] DIN 1052-1: Holzbauwerke - Teil 1: Berechnung und Ausführung; April 1988.
- [16] DIN 68705-3: Sperrholz - Bau-Furniersperrholz; Dezember 1981.
- [17] DIN EN 636: Sperrholz – Anforderungen; Deutsche Fassung EN 636:2012.
- [18] Zulassungsbescheid Z-8.1-885: Albert; Gerüstsystem „ALBERT BLITZFIX 70“; Deutsches Institut für Bautechnik; Berlin, 03.04.2006, Änderungs- und Ergänzungsbescheid vom 17.06.2010; Verlängerungsbescheid vom 08.06.2011; Verlängerungsbescheid vom 23.04.2012.
- [19] DIN EN 338: Bauholz für tragende Zwecke - Festigkeitsklassen; Deutsche Fassung EN 338:2009; Februar 2010.

2.2 Berechnungsmethoden

2.2.1 Allgemeines

Für die fahrbaren Arbeitsbühnen mit Treppen sind jeweils für die beiden Einsatzmöglichkeiten

- außerhalb von Gebäuden (mit Windlast)
- innerhalb von Gebäuden (ohne Windlast)

die folgenden Nachweise zu erbringen:

a) Nachweise der Kippsicherheit

- zulässige Rollenbelastung → zulässige Höhe
- erforderliche Ballastierung

b) Nachweise der Gleitsicherheit

c) Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit der Einzelbauteile

d) Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit des Gesamtsystems

2.2.2 Nachweise am Gesamtsystem

Die Schnittgrößen und Verformungen am Gesamtsystem der fahrbaren Arbeitsbühnen werden mit Hilfe des räumlichen Stabwerksprogramms RSTAB der Firma Dlubal nach Theorie 2. Ordnung ermittelt. Es werden teilweise Nachweise mit den Zusatzmodulen des Programms geführt.

Beim Nachweis des Gesamtsystems wird das Nachweisverfahren elastisch - elastisch bzw. elastisch - plastisch angewendet, wobei gemäß [1] DIN EN 1004 folgende Teilsicherheitsbeiwerte einzuhalten sind:

Grenzzustand der Tragfähigkeit: $\gamma_F = 1,50$ (Einwirkungen) und $\gamma_M = 1,10$ (Widerstände)

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit: $\gamma_F = 1,00$ (Einwirkungen) und $\gamma_M = 1,00$ (Widerstände)

2.2.3 Nachweise der Einzelbauteile

Für die Schnittgrößen- und Verformungsermittlung und z. T. für die Nachweisführung wird das EDV-Programm STAB 2F verwendet, das auf dem allgemeinen Verschiebungsgrößen-Verfahren beruht.

Beim Nachweis der Einzelbauteile wird i. A. das Nachweisverfahren elastisch - plastisch angewendet, wobei gemäß [1] DIN EN 1004 folgende Teilsicherheitsbeiwerte einzuhalten sind:

Grenzzustand der Tragfähigkeit: $\gamma_F = 1,50$ (Einwirkungen) und $\gamma_M = 1,10$ (Widerstände)

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit: $\gamma_F = 1,00$ (Einwirkungen) und $\gamma_M = 1,00$ (Widerstände)

2.2.4 Nachweis der Gleitsicherheit

Der Nachweis der Gleitsicherheit wird für die beiden Lastfälle gemäß [1] DIN EN 1004, Abs.11.4 geführt.

Zu untersuchen ist das System unter Windbelastung senkrecht und parallel zur Rahmenebene. Der Einsatz innerhalb von Gebäuden wird für den Nachweis nicht maßgebend, da hier nur geringe Horizontalkräfte auftreten.

Die Eigenlasten und Windlasten werden Teil 2 entnommen, wobei der Nachweis sowohl für Lastfall 1 als auch für Lastfall 2 zu führen ist.

Für die Übertragung der Horizontalkräfte auf den Untergrund wird für alle Auflager der **Reibbeiwert $\mu = 0,5$** (Kunststoff auf Beton) angesetzt.

Fahrbare Arbeitsbühnen sind nach Gebrauch an einen windgeschützten Ort zu verfahren oder durch konstruktive Maßnahmen gegen Umfallen zu sichern, so dass der Lastfall "maximaler Wind" nicht bei den Nachweisen berücksichtigt werden muss.

- Lastfall 1:

ΣV = Eigengewicht + vertikale Verkehrslast

$\Sigma H_{\text{parallel}}$ = max (horizon. Verkehrslast, Windlast (parallel zum Rahmen) + Windlast auf Person)

$\Sigma H_{\text{senkrecht}}$ = max (horizon. Verkehrslast, Windlast (senkrecht zum Rahmen) + Windlast auf Person)

$$\eta = \frac{1,5 * \Sigma H_{\text{parallel}}}{\mu * \Sigma V} \leq 1,0$$

$$\eta = \frac{1,5 * \Sigma H_{\text{senkrecht}}}{\mu * \Sigma V} \leq 1,0$$

- Lastfall 2:

ΣV = Eigengewicht

$\Sigma H_{\text{parallel}}$ = Windlast (parallel zum Rahmen)

$\Sigma H_{\text{senkrecht}}$ = Windlast (senkrecht zum Rahmen)

$$\eta = \frac{1,3 * \Sigma H_{\text{parallel}}}{\mu * \Sigma V} \leq 1,0$$

$$\eta = \frac{1,3 * \Sigma H_{\text{senkrecht}}}{\mu * \Sigma V} \leq 1,0$$

2.2.5 Nachweis der Kippsicherheit

Für den Nachweis der Kippsicherheit wurde ein EDV-Programm erstellt, mit dessen Hilfe einerseits aus der zulässigen Rollenbelastung die zulässige Höhe der fahrbaren Arbeitsbühnen ermittelt und andererseits die zur Erzielung der geforderten Sicherheit gegen Umkippen notwendige Ballastierung errechnet wird.

Die Schrägstellung des Gerüsts bzw. der Aufstellebene wird mit $\text{tg } \alpha = 0,01$ angesetzt. Der Abstand der vertikalen Einzellast P von der ungünstigsten Kante der obersten Belagfläche beträgt $e = 10$ cm, entsprechend einer durch die Einzellast belasteten Grundfläche von $0,20 \times 0,20$ m². Die Nachweise beruhen auf der Annahme, dass die Stiellasten Sc und Sd nach dem Hebelgesetz auf die nächstliegenden Rollen C und D verteilt werden können. Das Fußriegelgewicht wird zu gleichen Teilen auf alle vier Rollen verteilt (wenn vier Stück vorhanden sind).

Alle Nachweise werden zunächst mit einer Gerüstneigung und den Horizontallasten nach links wirkend geführt, die Lenkhebel der Fahrrollen sind dabei nach rechts gerichtet. Bei unsymmetrischen Gerüsten werden die Nachweise mit Ausrichtung nach der anderen Seite wiederholt.

Folgende Rechengänge werden ausgeführt:

1. Aus "Kippen um Lager A" mit der Last $P = 0,75$ kN ergibt sich mit der erforderlichen Mindestkippsicherheit 1,5 das erforderliche Ballastgewicht erf.Gb; falls dieses die zulässige Querkraft im Bereich Auflager B überschreitet, wird erf.Gd bestimmt. Danach erfolgt die Ermittlung der Stiellasten Sc1 und Sd1.
2. Für dieselbe Gerüstposition, jedoch mit der aus Eigengewicht resultierenden Flächenlast auf der Arbeitsbühne werden die Stiellasten Sc2 und Sd2 errechnet. Die Sicherheit gegen Umkippen wird geprüft, ggf. werden die Ballastgewichte erhöht.
3. Falls Ausleger vorhanden sind, wird jetzt überprüft, ob diese in der Lage sind, die notwendigen Rückstellmomente zu bewirken, um den Nachweis "Kippen um Lager A" zu rechtfertigen. Für die Nachweise werden die zulässigen Querkräfte in den Schwenkauslegern bzw. den Fahrbalken zQa bzw. zQb benötigt.
Die mögliche Rollenlast Ra beim Kippen nach links wird aus der Summe der Momente um den Rollenfußpunkt der Rolle C errechnet:

$$\text{erf.A} = (\text{Mkc} - \text{Mhc}) / \text{Bc}$$

Falls erf.A den Wert zul.Qa überschreitet, werden zunächst die Ballastgewichte GBb erhöht, notfalls bis auf zul.GBb, und dann, falls dies nicht ausreicht, die Ballastgewichte GBd soweit erhöht, bis erf.A den Wert zul.Qa nicht mehr überschreitet.

4. Bei umgekehrten Exzentrizitäten, Rollenlenkhebeln, Windlasten und Gerüstneigung erfolgt aus "Kippen um Lager B" mit der Einzellast P die Bestimmung der erforderlichen Ballastgewichte Ga und ggf. Gc sowie der Stiellasten Sc3 und Sd3.
5. In derselben Gerüstposition werden die Stiellasten Sc4 und Sd4 mit der aus dem Eigengewicht resultierenden Flächenlast ermittelt.

6. Damit sind alle möglichen Kombinationen der Stiellasten $Sc(1-4)$ und $Sd(1-4)$ und der zugehörigen Ballastgewichte GBa , GBb , GBc und GBd errechnet. Für die Bestimmung der maximalen Rollenlasten werden die einzelnen Lasten S bzw. GB vereinfachend nach dem Hebelgesetz auf die jeweils nächsten Rollen links und rechts verteilt. Z.B.:

$$GBa: \begin{aligned} Ra(GBa) &= GBa * (ba - eba) / ba \\ Rc(GBa) &= GBa * eba / ba \end{aligned}$$

$$\max.Sc: Rc(Sc) = \max.Sc * (bm + ef - ego) / bm$$

Die zugehörige Auflagerkraft an der Rolle A erf.A entlastet die Rolle Rc

$$Rc(erf.A) = - erf.A * bd / bm$$

Für den Lastfall "Kippen nach rechts" werden diese Nachweise analog geführt.

Nachweis der Kippsicherheit für fahrbare Arbeitsbühnen mit Ausleger FGKipp Vers.2008/6

Eingabe in kN/cm:

Eigengewichte: GO,GM1,GU,GR
Windangriffsflächen: AO,AM1,AU
Abmessungen: BG,EG,BA,BM,ES
BR,HU,EF,EFA,EV
EBa,EBb,EBc,EBd
zul.Q am Ausleger: ZQa, ZQb
zul.GB am Ausleger: ZBa, ZBb
Lasten: PH,V1,SV
Neigung der Aufstellfläche: TGA

$$H_{\text{grenz}} = 1240 \text{ cm (im Raum)} / H_{\text{grenz}} = 840 \text{ cm (im Freien)}$$

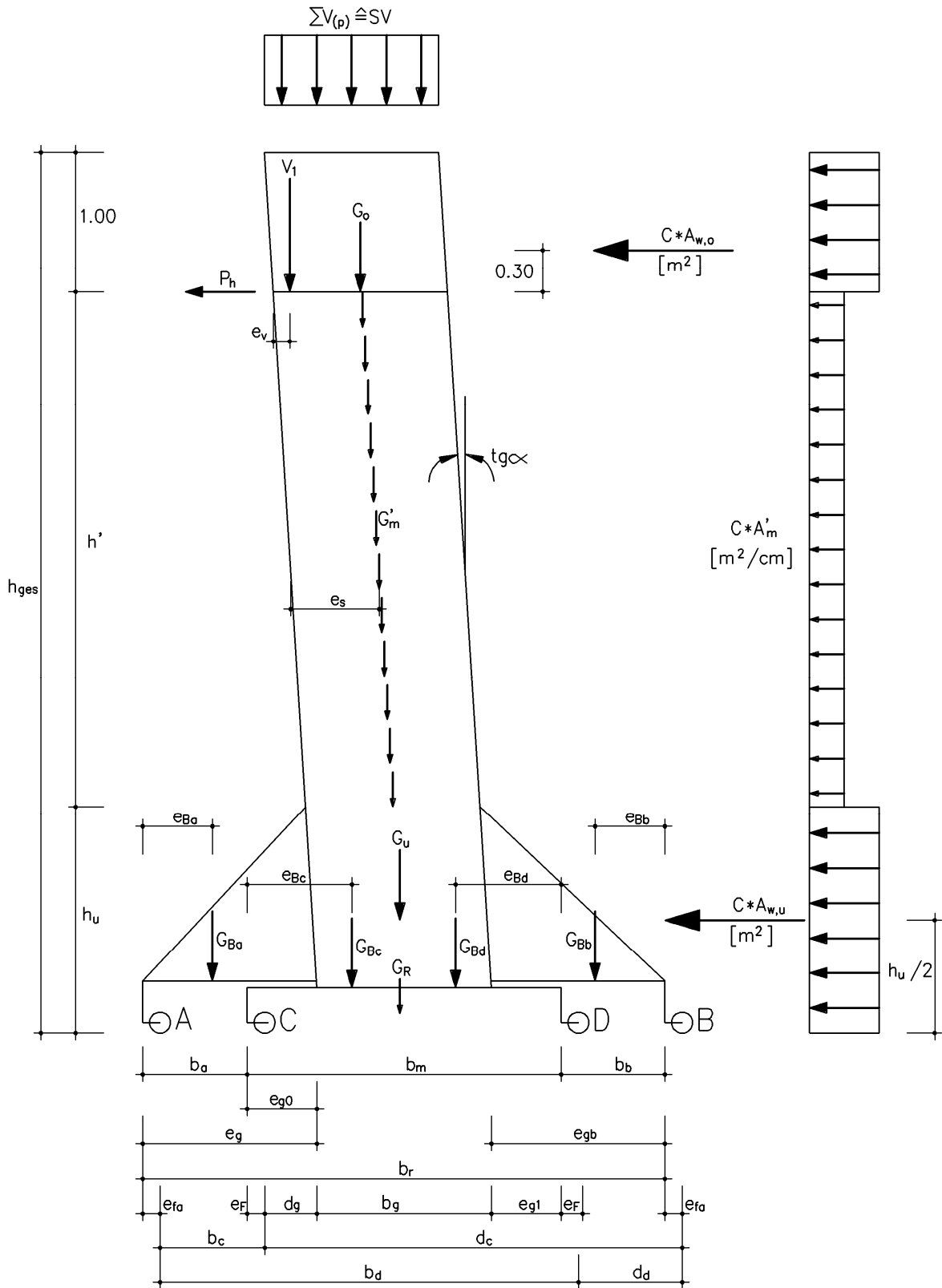
Schiefstellung für Standhöhen

$$H_s < H_{\text{grenz}}: tga = 0,01 / \text{Wind-Staudruck } q_w = 0.1 \text{ kN/m}^2$$

$$H_s \geq H_{\text{grenz}}: tga = 0,01 / \text{Staudruck gemäß ENV 1991-2-4}$$

Das Programm liefert für Höhensprünge von $\Delta H = 1,0$ m die erforderlichen Ballastgewichte und die zugehörigen Rollenlasten.

Systemskizze Nachweis der Kippsicherheit:



$e_s = b_g/2$ bei mittiger Schwerachse

3 Werkstoffe

3.1 Profilkennwerte

EN AW-6082 T5:

Zugfestigkeit in Abhängigkeit von t:

$$f_u = 27,0 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{für } t \leq 5 \text{ mm} \quad \text{gemäß [12] DIN EN 1999-1-1, Tab. 3.2b}$$

Zugfestigkeit in der WEZ in Abhängigkeit vom Schweißverfahren (hier: WIG):

$$f_{u,haz} = 0,8 * 18,5 = 14,8 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{gemäß [12] DIN EN 1999-1-1, Tab. 3.2b}$$

Streckgrenzen in Abhängigkeit von t:

$$f_o = 23,0 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{für } t \leq 5 \text{ mm} \quad \text{gemäß [12] DIN EN 1999-1-1, Tab. 3.2b}$$

Streckgrenze in der WEZ in Abhängigkeit vom Schweißverfahren (hier: WIG):

$$f_{o,haz} = 0,8 * 12,5 = 10,0 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{gemäß [12] DIN EN 1999-1-1, Tab. 3.2b}$$

EN AW-6063 T66:

Zugfestigkeit in Abhängigkeit von t:

$$f_u = 24,5 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{für } t \leq 10 \text{ mm} \quad \text{gemäß [12] DIN EN 1999-1-1, Tab. 3.2b}$$

Zugfestigkeit in der WEZ in Abhängigkeit vom Schweißverfahren (hier: WIG):

$$f_{u,haz} = 0,8 * 13,0 = 10,4 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{gemäß [12] DIN EN 1999-1-1, Tab. 3.2b}$$

Streckgrenzen in Abhängigkeit von t:

$$f_o = 20,0 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{für } t \leq 10 \text{ mm} \quad \text{gemäß [12] DIN EN 1999-1-1, Tab. 3.2b}$$

Streckgrenze in der WEZ in Abhängigkeit vom Schweißverfahren (hier: WIG):

$$f_{o,haz} = 0,8 * 7,50 = 6,00 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{gemäß [12] DIN EN 1999-1-1, Tab. 3.2b}$$

S235:

Zugfestigkeit in Abhängigkeit von t:

$$f_u = 36,0 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{gemäß [8] DIN EN 1993-1-1, Tab. 3.1}$$

Streckgrenze:

$$f_y = 23,5 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{gemäß [8] DIN EN 1993-1-1, Tab. 3.1}$$

Gerüstsperrholz BFU 100G

(gemäß [16] DIN 68705-3)

Biegefestigkeit mit $\sigma = 40,0 \text{ N/mm}^2$ (gemäß [16], Abs. 3.5) entspricht der

Biegefestigkeitsklasse F 25 (gemäß [17], Tab. 1)

$$f_{m,k} = 2,50 \text{ kN/cm}^2 \quad (\text{gemäß [17] DIN EN 636, Tab. 1})$$

$$E_{m,k} = 550 \text{ kN/cm}^2 \quad (\text{gemäß [15] DIN 1052-1, Tab. 2})$$

Gemäß [2] DIBt-Newsletter 02/2014 Tabelle Seite 3ff. werden aus der Arbeit des Sachverständigenausschusses "Gerüste" folgende Kennwerte aus Nr. 6 angesetzt:

- Abminderung von 25 % infolge Feuchtigkeit
- $k_{\text{mod}} = 0,8$
- $k_{\text{def}} = 0,0$

$$\gamma_M = 1,3 \text{ gemäß [11] DIN EN 1995-1-1/NA, Tab. NA.2}$$

$$f_{m,d} = 0,75 * k_{\text{mod}} * f_{m,k} / \gamma_M = 0,75 * 0,8 * 2,5 / 1,3 = 1,15 \text{ kN/cm}^2$$

$$E_{m,d} = 0,75 * E_{m,k} / (1 + k_{\text{def}}) = 0,75 * 550 / (1 + 0,0) = 413 \text{ kN/cm}^2$$

3.2 Schweißverbindungen

Da kein Schweißzusatzwerkstoff angegeben ist, wird auf der sicheren Seite liegend der Schweißzusatzwerkstoff 4043A angenommen.

EN AW-6082 T5:

Schweißnahtkennwerte der Kehlnaht mit zerstörungsfreien Prüfungen:

Für die Festigkeit der Schweißnaht der Aluminiumlegierung EN AW-6082 ist gemäß DIN EN 1999-1-1, Tab. 8.8 mit $f_w = 19,0 \text{ kN/cm}^2$ anzusetzen.

Infolge der Ausführungsklasse EXC2 gemäß [5] DIN EN 1090-3, Tab. L.1 mit 5% zerstörungsfreien Prüfungen ist für f_w keine Abminderung erforderlich.

Schweißzusatzwerkstoff:

$$f_{w,d} = 19,0 / 1,25 = 15,2 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{mit } \gamma_{Mw} = 1,25$$

$$f_{v,w,d} = f_{w,d} / \sqrt{3} = 15,2 / \sqrt{3} = 8,78 \text{ kN/cm}^2$$

Schmelzlinie:

$$f_{u,haz} / \gamma_{Mw} = 14,8 / 1,25 = 11,8 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{v,haz} / \gamma_{Mw} = 14,8 / (\sqrt{3} * 1,25) = 6,84 \text{ kN/cm}^2$$

Schweißnahtkennwerte der Kehlnaht ohne zerstörungsfreie Prüfungen:

Für die Festigkeit der Schweißnaht der Aluminiumlegierung EN AW-6082 ist gemäß DIN EN 1999-1-1, Tab. 8.8 mit $f_w = 19,0 \text{ kN/cm}^2$ anzusetzen.

Da für die Ausführungsklasse EXC2 keine Zerstörungsfreien Prüfungen vorgesehen sind, wird die Ausnutzungsklasse UR2 in der Beanspruchungskategorie SC1 mit der Beanspruchungsart Zug und Biegung festgelegt. Gemäß [5] DIN EN 1090-3, Tab. L.1 ist der Ausnutungsgrad $U \leq 0,60$.

Schweißzusatzwerkstoff:

Ersatzweise wird die Schweißnahtfestigkeit reduziert.

$$f_{w,d} = 0,60 * 19,0 / 1,25 = 9,12 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{mit } \gamma_{Mw} = 1,25$$

$$f_{v,w,d} = f_{w,d} / \sqrt{3} = 9,12 / \sqrt{3} = 5,27 \text{ kN/cm}^2$$

Schmelzlinie:

$$U * f_{u,haz} / \gamma_{Mw} = 0,60 * 14,8 / 1,25 = 7,10 \text{ kN/cm}^2$$

$$U * f_{v,haz} / \gamma_{Mw} = 0,60 * 14,8 / (\sqrt{3} * 1,25) = 4,10 \text{ kN/cm}^2$$

EN AW-6063 T66:

Schweißnahtkennwerte der Kehlnaht ohne zerstörungsfreie Prüfungen:

Für die Festigkeit der Schweißnaht der Aluminiumlegierung EN AW-6063 ist gemäß DIN EN 1999-1-1, Tab. 8.8 der Wert für die Aluminiumlegierung EN AW-6060 mit $f_w = 15,0 \text{ kN/cm}^2$ anzusetzen.

Da für die Ausführungsklasse EXC2 keine Zerstörungsfreien Prüfungen vorgesehen sind, wird die Ausnutzungsklasse UR2 in der Beanspruchungskategorie SC1 mit der Beanspruchungsart Zug und Biegung festgelegt. Gemäß [5] DIN EN 1090-3, Tab. L.1 ist der Ausnutungsgrad $U \leq 0,60$.

Schweißzusatzwerkstoff:

Ersatzweise wird die Schweißnahtfestigkeit reduziert.

$$f_{w,d} = 0,60 * 15,0 / 1,25 = 7,20 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{mit } \gamma_{Mw} = 1,25$$

$$f_{v,w,d} = f_{w,d} / \sqrt{3} = 7,20 / \sqrt{3} = 4,16 \text{ kN/cm}^2$$

Schmelzlinie:

$$U * f_{u,haz} / \gamma_{Mw} = 0,60 * 10,4 / 1,25 = 4,99 \text{ kN/cm}^2$$

$$U * f_{v,haz} / \gamma_{Mw} = 0,60 * 10,4 / (\sqrt{3} * 1,25) = 2,88 \text{ kN/cm}^2$$

Schweißnahtkennwerte der Kehlnaht ohne zerstörungsfreie Prüfungen:

Für die Festigkeit der Schweißnaht (Stumpfnah) der Aluminiumlegierung EN AW-6063 ist gemäß [12] DIN EN 1999-1-1, Tab. 8.8 der Wert für die Aluminiumlegierung EN AW-6060 mit $f_w = 15,0 \text{ kN/cm}^2$ anzusetzen.

Da für die Ausführungsklasse EXC2 keine Zerstörungsfreien Prüfungen vorgesehen sind, wird die Ausnutzungsklasse UR1 in der Beanspruchungskategorie SC1 mit der Beanspruchungsart Zug und Biegung festgelegt. Gemäß [5] DIN EN 1090-3, Tab. L.1 ist der Ausnutungsgrad $U \leq 0,30$.

Schweißzusatzwerkstoff:

Ersatzweise wird die Schweißnahtfestigkeit reduziert.

Verfasser: Ingenieurbüro Mirow, Pfinztalstraße 85, 76227 Karlsruhe
Tel: 0721 / 943480 Fax: 0721 / 408286 Mail: info@ib-mirow.de

PROJEKT: A.2252.14-1

SEITE: 1-13

Vorgang: Albert Fahrbare Arbeitsbühnen Typ 2X00, 4X00, 5X00, 6X00, 7X00:

DATUM: 27.07.2015

$$f_{w,d} = 0,30 * 15,0 / 1,25 = 3,60 \text{ kN/cm}^2 \quad \text{mit } \gamma_{Mw} = 1,25$$

4 Querschnittswerte

Die Nachweise werden mit den in den Zeichnungen der Firma Albert angegebenen Querschnitten geführt. Die geforderten Mindestwanddicken für tragende Bauteile bleiben unberücksichtigt.

Die Ermittlung der Querschnittswerte erfolgt teilweise mit Hilfe des EDV-Programmes ALLQUER.

4.1 Vertikalrahmen

a) Ständerrohr

Ø 48,0 x 3,0 – EN AW - 6082 T5

Querschnittswerte (Brutto):

$$A = 4,24 \text{ cm}^2$$

$$I = 10,8 \text{ cm}^4$$

$$W = 4,49 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl} = 6,08 \text{ cm}^3$$

$$A_v = 2,13 \text{ cm}^2$$

$$A_{v,pl} = 2,70 \text{ cm}^2$$

$$W_T = 9,54 \text{ cm}^3$$

Am Anschluss der Sprossen ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

siehe Anlage Q01 (ALLQUER)

Querschnittswerte (WEZ):

(bezogen auf $f_o = 23,0 \text{ kN/cm}^2$)

$$A = 2,63 \text{ cm}^2$$

$$W_{pl,y} = 3,47 \text{ cm}^3 \quad W_{pl,z} = 3,56 \text{ cm}^3$$

$$A_{v,pl} = 1,17 \text{ cm}^2$$

$$W_T = 4,15 \text{ cm}^3$$

b) Sprosse (Riffelprofil)

Ø 40,0 x 2,0 - 2,75 – EN AW - 6082 T5

siehe Anlage Q02 (ALLQUER)

Beim Anschluss an das Stützrohr ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

$$A = 2,98 \text{ cm}^2$$

$$I = 5,16 \text{ cm}^4$$

$$W = 2,58 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl} = 3,53 \text{ cm}^3$$

$$A_v = 1,17 \text{ cm}^2$$

$$A_{v,pl} = 1,90 \text{ cm}^2$$

$$W_T = 4,36 \text{ cm}^3$$

c) Anschluss Sprosse - Ständerrohr und Sprosse - Sprosse

umlaufende Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

Querschnittswerte:

$$A_w = D * \pi * a_w = 4,00 * \pi * 0,300 = 3,77 \text{ cm}^2$$

$$W_w = (0,5 * D)^2 * \pi * a_w = (0,5 * 4,00)^2 * \pi * 0,300 = 3,77 \text{ cm}^3$$

$$W_{w,T} = 2 * A_m * a_w = 2 * (4,00 / 2)^2 * \pi * 0,300 = 7,54 \text{ cm}^3$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_{SL} = D * \pi * a_w * \sqrt{2} = 4,00 * \pi * 0,300 * \sqrt{2} = 5,33 \text{ cm}^2$$

$$W_{SL} = (0,5 * D)^2 * \pi * a_w * \sqrt{2} = (0,5 * 4,00)^2 * \pi * 0,300 * \sqrt{2} = 5,33 \text{ cm}^3$$

$$W_{SL,T} = 2 * A_m * a_w * \sqrt{2} = 2 * (4,00 / 2)^2 * \pi * 0,300 * \sqrt{2} = 10,7 \text{ cm}^3$$

d) Rohrverbinder (Riffelprofil)

Ø 36,0 x 3,0 - Ø 40,0 x 5,0 – EN AW - 6063 T66

siehe Anlage Q03 (ALLQUER)

Querschnittswerte (Brutto):

$$A = 4,37 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 6,51 \text{ cm}^4$$

$$W = 3,26 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl} = 4,79 \text{ cm}^3$$

$$A_v = 1,63 \text{ cm}^2$$

Am Anschluss für die Aushebesicherung ist der Nettoquerschnitt zu berücksichtigen.

siehe Anlage Q04 (ALLQUER)

Querschnittswerte (Netto):

$$A = 3,32 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 6,38 \text{ cm}^4 \quad I_z = 3,55 \text{ cm}^4$$

$$W_y = 3,19 \text{ cm}^3 \quad W_z = 1,99 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,y} = 4,46 \text{ cm}^3 \quad W_{pl,z} = 3,03 \text{ cm}^3$$

e) Pfosten

40,0 x 20,0 x 2,0 – EN AW - 6063 T66

Bei den Anschlüssen an die Sprossen ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

$$A = 2,24 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 1,44 \text{ cm}^4 \quad I_z = 4,45 \text{ cm}^4$$

$$W_y = 1,44 \text{ cm}^3 \quad W_z = 2,23 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,y} = 1,70 \text{ cm}^3 \quad W_{pl,z} = 2,82 \text{ cm}^3$$

$$A_{v,z} = 0,678 \text{ cm}^2 \quad A_{v,y} = 1,26 \text{ cm}^2$$

$$A_{v,pl,z} = 0,720 \text{ cm}^2 \quad A_{v,pl,y} = 1,52 \text{ cm}^2$$

$$W_T = 2,74 \text{ cm}^3$$

f) Anschluss Pfosten - Sprosse

umlaufende Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

Querschnittswerte:

$$A_w = 2 * (H + B) * a_w = 2 * (2,00 + 4,00) * 0,30 = 3,60 \text{ cm}^2$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_{SL} = 2 * (H + B) * a_w * \sqrt{2} = 2 * (2,00 + 4,00) * 0,30 * \sqrt{2} = 5,09 \text{ cm}^2$$

4.2 Belagbühne mit / ohne Durchstieg

a) Holmprofil

78,0 x 35,0 x 1,8 – EN AW - 6063 T66

siehe Anlage Q05 (ALLQUER)

Querschnittswerte (Brutto):

$$I_y = 28,7 \text{ cm}^4$$

$$A_{v,z} = 2,08 \text{ cm}^2$$

Am Anschluss des Rechteckrohres (mittig) ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

siehe Anlage Q06 (ALLQUER)

Querschnittswerte (WEZ):

(bezogen auf $f_o = 20,0 \text{ kN/cm}^2$)

$$W_{pl,y} = 8,61 \text{ cm}^3$$

Am Anschluss des Rechteckrohres (Klaue) ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

siehe Anlage Q07 (ALLQUER)

Querschnittswerte (WEZ):

(bezogen auf $f_o = 20,0 \text{ kN/cm}^2$)

$$W_{pl,y} = 7,49 \text{ cm}^3$$

b) Rechteckrohr (mittig)

40,0 x 20,0 x 2,0 – EN AW - 6063 T66

Beim Anschluss an das Belagprofil ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

$$A = 2,24 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 1,44 \text{ cm}^4$$

$$W_y = 1,44 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,y} = 1,70 \text{ cm}^3$$

$$A_{v,z} = 0,678 \text{ cm}^2$$

$$A_{v,pl,z} = 0,720 \text{ cm}^2$$

c) Anschluss Rechteckrohr (mittig) - Belagprofil

umlaufende Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

Querschnittswerte:

$$A_w = 2 * (H + B) * a_w = 2 * (2,00 + 4,00) * 0,30 = 3,60 \text{ cm}^2$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_{SL} = 2 * (H + B) * a_w \sqrt{2} = 2 * (2,00 + 4,00) * 0,30 * \sqrt{2} = 5,09 \text{ cm}^2$$

d) Rechteckrohr (Klaue)

50,0 x 45,0 x 3,0 – EN AW - 6063 T66

Beim Anschluss an das Belagprofil ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

$$A = 5,34 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 16,2 \text{ cm}^4$$

$$W_y = 7,20 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,y} = 8,58 \text{ cm}^3$$

$$A_{v,z} = 2,27 \text{ cm}^2$$

$$A_{v,pl,z} = 2,52 \text{ cm}^2$$

Am Anschluss der Auflagerklaue ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

siehe Anlage Q08 (ALLQUER)

Querschnittswerte (WEZ):

(bezogen auf $f_o = 20,0 \text{ kN/cm}^2$)

$$A = 3,86 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 11,5 \text{ cm}^4$$

$$W_y = 5,11 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,y} = 6,12 \text{ cm}^3$$

$$A_{v,z} = 0,681 \text{ cm}^2$$

e) Anschluss Rechteckrohr (Klaue) - Belagprofil

umlaufende Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

Querschnittswerte:

$$A_w = 2 * (H + B) * a_w = 2 * (4,50 + 5,00) * 0,30 = 5,70 \text{ cm}^2$$

$$W_{w,T} = 2 * H * B * a_w = 2 * 5,00 * 4,50 * 0,30 = 13,5 \text{ cm}^3$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_{SL} = 2 * (H + B) * a_w * \sqrt{2} = 2 * (4,50 + 5,00) * 0,30 * \sqrt{2} = 8,06 \text{ cm}^2$$

$$W_{SL,T} = 2 * H * B * a_w * \sqrt{2} = 2 * 5,00 * 4,50 * 0,30 * \sqrt{2} = 19,1 \text{ cm}^3$$

f) Anschluss Klaue - Rechteckrohr (Klaue)

umlaufende Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

Querschnittswerte:

$$A_w = 2 * (H + B) * a_w = 2 * (4,00 + 4,80) * 0,30 = 5,28 \text{ cm}^2$$

$$W_w = H * B * a_w + 2 * a_w * H^2 / 6 = 4,00 * 4,80 * 0,30 + 2 * 0,30 * 4,00^2 / 6 = 7,36 \text{ cm}^3$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_{SL} = 2 * (H + B) * a_w * \sqrt{2} = 2 * (4,00 + 4,80) * 0,30 * \sqrt{2} = 7,47 \text{ cm}^2$$

$$W_{SL} = (H * B + 2 * H^2 / 6) * a_w * \sqrt{2} = (4,00 * 4,80 + 2 * 4,00^2 / 6) * 0,30 * \sqrt{2} = 10,4 \text{ cm}^3$$

g) Sperrholz

Bau-Furniersperrholz BFU 100G

Querschnittswerte:

$$I' = 14,4 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$W' = 24,0 \text{ cm}^3/\text{m}$$

4.3 Fahrbalken

4.3.1 L = 2,00 m

a) Spindelaufnahme

Ø 48,0 x 3,0 – EN AW - 6082 T5

Querschnittswerte (Brutto):

siehe Abs. 4.1 a)

Am Anschluss des Untergurtes ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

siehe Anlage Q09 (ALLQUER)

Querschnittswerte (WEZ):

(bezogen auf $f_o = 23,0 \text{ kN/cm}^2$)

$$A = 2,69 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 6,06 \text{ cm}^4 \quad I_z = 6,73 \text{ cm}^4$$

$$W_{y,o} = 2,52 \text{ cm}^3 \quad W_{z,l} = 2,27 \text{ cm}^3$$

$$W_{y,u} = 2,52 \text{ cm}^3 \quad W_{z,r} = 3,68 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,y} = 3,59 \text{ cm}^3 \quad W_{pl,z} = 3,57 \text{ cm}^3$$

$$A_v = 0,926 \text{ cm}^2$$

$$A_{v,pl} = 1,17 \text{ cm}^2$$

Am Anschluss des Obergurtes ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

siehe Anlage Q10 (ALLQUER)

Querschnittswerte (WEZ):

(bezogen auf $f_o = 23,0 \text{ kN/cm}^2$)

$$\begin{aligned} A &= 2,52 \text{ cm}^2 \\ I_y &= 5,47 \text{ cm}^4 & I_z &= 6,66 \text{ cm}^4 \\ W_{y,o} &= 2,28 \text{ cm}^3 & W_{z,l} &= 2,27 \text{ cm}^3 \\ W_{y,u} &= 2,28 \text{ cm}^3 & W_{z,r} &= 3,56 \text{ cm}^3 \\ W_{pl,y} &= 3,28 \text{ cm}^3 & W_{pl,z} &= 3,55 \text{ cm}^3 \\ A_v &= 0,926 \text{ cm}^2 \\ A_{v,pl} &= 1,17 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Am Anschluss der Verstrebung ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

siehe Anlage Q11 (ALLQUER)

Querschnittswerte (WEZ):

(bezogen auf $f_o = 23,0 \text{ kN/cm}^2$)

$$\begin{aligned} A &= 2,85 \text{ cm}^2 \\ I_y &= 6,79 \text{ cm}^4 & I_z &= 6,74 \text{ cm}^4 \\ W_{y,o} &= 2,83 \text{ cm}^3 & W_{z,l} &= 2,26 \text{ cm}^3 \\ W_{y,u} &= 2,83 \text{ cm}^3 & W_{z,r} &= 3,71 \text{ cm}^3 \\ W_{pl,y} &= 3,94 \text{ cm}^3 & W_{pl,z} &= 3,63 \text{ cm}^3 \\ A_v &= 0,926 \text{ cm}^2 \\ A_{v,pl} &= 1,17 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

b) Untergurt

Ø 40,0 x 2,0 - 2,75 – EN AW - 6082 T5

Beim Anschluss an die Spindelaufnahme ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

siehe Abs. 4.1 b)

Am Anschluss der Pfosten ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

siehe Anlage Q12 (ALLQUER)

Querschnittswerte (WEZ):

(bezogen auf $f_o = 23,0 \text{ kN/cm}^2$)

A	$= 1,82 \text{ cm}^2$		
I_y	$= 3,05 \text{ cm}^4$	I_z	$= 2,76 \text{ cm}^4$
$W_{y,o}$	$= 1,21 \text{ cm}^3$	$W_{z,l}$	$= 1,38 \text{ cm}^3$
$W_{y,u}$	$= 2,07 \text{ cm}^3$	$W_{z,r}$	$= 1,38 \text{ cm}^3$
$W_{pl,y}$	$= 1,95 \text{ cm}^3$	$W_{pl,z}$	$= 2,00 \text{ cm}^3$
A_v	$= 0,509 \text{ cm}^2$		
$A_{v,pl}$	$= 0,826 \text{ cm}^2$		
W_T	$= 1,90 \text{ cm}^3$		

c) Anschluss Untergurt - Spindelaufnahme

umlaufende Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

siehe Abs. 4.1 c)

Schmelzlinie:

siehe Abs. 4.1 c)

d) Obergurt

80,0 x 50,0 x 4,0 – EN AW - 6082 T5

Beim Anschluss an die Spindelaufnahme ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

A	$= 9,76 \text{ cm}^2$		
I_y	$= 82,7 \text{ cm}^4$	I_z	$= 38,9 \text{ cm}^4$
W_y	$= 20,7 \text{ cm}^3$	W_z	$= 15,6 \text{ cm}^3$
$W_{pl,y}$	$= 25,6 \text{ cm}^3$	$W_{pl,z}$	$= 18,2 \text{ cm}^3$
$A_{v,z}$	$= 5,17 \text{ cm}^2$	$A_{v,y}$	$= 3,42 \text{ cm}^2$
$A_{v,pl,z}$	$= 6,08 \text{ cm}^2$	$A_{v,pl,y}$	$= 3,68 \text{ cm}^2$
W_T	$= 28,0 \text{ cm}^3$		

e) Anschluss Obergurt - Spindelaufnahme

umlaufende Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

Querschnittswerte:

$$A_w = 2 * (H + B) * a_w = 2 * (8,00 + 5,00) * 0,30 = 7,80 \text{ cm}^2$$

$$W_{w,y} = H * B * a_w + 2 * a_w * H^2 / 6 = 8,00 * 5,00 * 0,30 + 2 * 0,30 * 8,00^2 / 6 = 18,4 \text{ cm}^3$$

$$W_{w,z} = H * B * a_w + 2 * a_w * B^2 / 6 = 8,00 * 5,00 * 0,30 + 2 * 0,30 * 5,00^2 / 6 = 14,5 \text{ cm}^3$$

$$W_{w,T} = 2 * H * B * a_w = 2 * 8,00 * 5,00 * 0,30 = 24,0 \text{ cm}^3$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_{SL} = 2 * (H + B) * a_w * \sqrt{2} = 2 * (8,00 + 5,00) * 0,30 * \sqrt{2} = 11,0 \text{ cm}^2$$

$$W_{SL,y} = (H * B + 2 * H^2 / 6) * a_w * \sqrt{2} = (8,00 * 5,00 + 2 * 8,00^2 / 6) * 0,30 * \sqrt{2} = 26,0 \text{ cm}^3$$

$$W_{SL,z} = (H * B + 2 * B^2 / 6) * a_w * \sqrt{2} = (8,00 * 5,00 + 2 * 5,00^2 / 6) * 0,30 * \sqrt{2} = 20,5 \text{ cm}^3$$

$$W_{SL,T} = 2 * H * B * a_w * \sqrt{2} = 33,9 \text{ cm}^3$$

f) Rohrverbinder

Ø 56,0 x 3,0 – EN AW - 6063 T66

Beim Anschluss an den Obergurt ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

$$A = 4,99 \text{ cm}^2$$

$$I = 17,6 \text{ cm}^4$$

$$W = 6,28 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl} = 8,44 \text{ cm}^3$$

$$A_v = 2,50 \text{ cm}^2$$

$$A_{v,pl} = 3,18 \text{ cm}^2$$

g) Anschluss Rohrverbinder - Obergurt

umlaufende Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

In ALLQUER werden die Querschnittswerte einer 0,1 mm-Schweißnaht ermittelt und im Folgenden die 30-fachen Werte angegeben.

siehe Anlage Q20 (ALLQUER)

Querschnittswerte:

$$A_w = 5,21 \text{ cm}^2$$

$$W_{w,y} = 7,44 \text{ cm}^3$$

$$W_{w,z} = 7,33 \text{ cm}^3$$

$$W_{w,T} = 2 * A_m * a_w = 14,1 \text{ cm}^3$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_{SL} = 7,37 \text{ cm}^2$$

$$W_{SL,y} = 10,5 \text{ cm}^3$$

$$W_{SL,z} = 10,4 \text{ cm}^3$$

$$W_{SL,T} = 2 * A_m * a_w * \sqrt{2} = 19,9 \text{ cm}^3$$

h) Pfosten

Ø 40,0 x 20,0 x 2,0 – EN AW - 6082 T5

Bei den Anschlüssen ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

siehe Abs. 4.1 e)

i) Anschluss Pfosten - Ober-/Untergurt

umlaufende Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

Querschnittswerte:

$$A_w = 2 * (H + B) * a_w = 2 * (4,00 + 2,00) * 0,30 = 3,60 \text{ cm}^2$$

$$W_{w,y} = H * B * a_w + 2 * a_w * H^2 / 6 = 4,00 * 2,00 * 0,30 + 2 * 0,30 * 4,00^2 / 6 = 4,00 \text{ cm}^3$$

$$W_{w,z} = H * B * a_w + 2 * a_w * B^2 / 6 = 4,00 * 2,00 * 0,30 + 2 * 0,30 * 2,00^2 / 6 = 2,80 \text{ cm}^3$$

$$W_{w,T} = 2 * H * B * a_w = 2 * 4,00 * 2,00 * 0,30 = 4,80 \text{ cm}^3$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_{SL} = 2 * (H + B) * a_w * \sqrt{2} = 2 * (4,00 + 2,00) * 0,30 * \sqrt{2} = 5,09 \text{ cm}^2$$

$$W_{SL,y} = (H * B + 2 * H^2 / 6) * a_w * \sqrt{2} = (4,00 * 2,00 + 2 * 4,00^2 / 6) * 0,30 * \sqrt{2} = 5,66 \text{ cm}^3$$

$$W_{SL,z} = (H * B + 2 * B^2 / 6) * a_w * \sqrt{2} = (4,00 * 2,00 + 2 * 2,00^2 / 6) * 0,30 * \sqrt{2} = 3,96 \text{ cm}^3$$

$$W_{SL,T} = 2 * H * B * a_w * \sqrt{2} = 2 * 4,00 * 2,00 * 0,30 * \sqrt{2} = 6,79 \text{ cm}^3$$

j) Verstrebung

Ø 40,0 x 20,0 x 2,0 – EN AW - 6082 T5

Bei den Anschlüssen ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

siehe Abs. 4.1 e)

k) Anschluss Verstrebung - Pfosten/Obergurt/Spindelaufnahme

beidseitige Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Schweißnahtlänge: $l_w = 40,0 * \sqrt{2} / 10 = 5,66 \text{ cm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

Querschnittswerte:

$$A_w = 2 * l_w * a_w = 2 * 5,66 * 0,30 = 3,40 \text{ cm}^2$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_{SL} = 2 * l_w * a_w * \sqrt{2} = 2 * 5,66 * 0,30 * \sqrt{2} = 4,80 \text{ cm}$$

4.3.2 L = 2,50 m

a) Spindelaufnahme

Ø 48,3 x 4,0 – EN AW - 6082 T5

Querschnittswerte (Brutto):

$$A = 5,56 \text{ cm}^2$$

$$I = 13,8 \text{ cm}^4$$

$$W = 5,70 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl} = 7,87 \text{ cm}^3$$

$$A_v = 2,79 \text{ cm}^2$$

$$A_{v,pl} = 3,54 \text{ cm}^2$$

Am Anschluss des Untergurtes ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

siehe Anlage Q13 (ALLQUER)

Querschnittswerte (WEZ):

(bezogen auf $f_o = 23,0 \text{ kN/cm}^2$)

$$\begin{aligned} A &= 3,54 \text{ cm}^2 \\ I_y &= 7,78 \text{ cm}^4 & I_z &= 8,60 \text{ cm}^4 \\ W_{y,o} &= 3,22 \text{ cm}^3 & W_{z,l} &= 2,89 \text{ cm}^3 \\ W_{y,u} &= 3,22 \text{ cm}^3 & W_{z,r} &= 4,65 \text{ cm}^3 \\ W_{pl,y} &= 4,67 \text{ cm}^3 & W_{pl,z} &= 4,62 \text{ cm}^3 \\ A_v &= 1,21 \text{ cm}^2 \\ A_{v,pl} &= 1,54 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Am Anschluss des Obergurtes ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

siehe Anlage Q14 (ALLQUER)

Querschnittswerte (WEZ):

(bezogen auf $f_o = 23,0 \text{ kN/cm}^2$)

$$\begin{aligned} A &= 3,32 \text{ cm}^2 \\ I_y &= 7,01 \text{ cm}^4 & I_z &= 8,51 \text{ cm}^4 \\ W_{y,o} &= 2,90 \text{ cm}^3 & W_{z,l} &= 2,89 \text{ cm}^3 \\ W_{y,u} &= 2,90 \text{ cm}^3 & W_{z,r} &= 4,50 \text{ cm}^3 \\ W_{pl,y} &= 4,27 \text{ cm}^3 & W_{pl,z} &= 4,60 \text{ cm}^3 \\ A_v &= 1,21 \text{ cm}^2 \\ A_{v,pl} &= 1,54 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Am Anschluss der Verstrebung ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

siehe Anlage Q15 (ALLQUER)

Querschnittswerte (WEZ):

(bezogen auf $f_o = 23,0 \text{ kN/cm}^2$)

$$\begin{aligned} A &= 3,75 \text{ cm}^2 \\ I_y &= 8,72 \text{ cm}^4 & I_z &= 8,61 \text{ cm}^4 \\ W_{y,o} &= 3,61 \text{ cm}^3 & W_{z,l} &= 2,88 \text{ cm}^3 \\ W_{y,u} &= 3,61 \text{ cm}^3 & W_{z,r} &= 4,68 \text{ cm}^3 \\ W_{pl,y} &= 5,12 \text{ cm}^3 & W_{pl,z} &= 4,71 \text{ cm}^3 \\ A_v &= 1,21 \text{ cm}^2 \\ A_{v,pl} &= 1,54 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

b) Weitere Querschnitte

Die weiteren Querschnitte von Untergurt, Anschluss Untergurt - Spindelaufnahme, Obergurt, Anschluss Obergurt - Spindelaufnahme, Rohrverbinder, Anschluss Rohrverbinder - Obergurt, Pfosten, Anschluss Pfosten - Ober-/Untergurt, Verstrebung und Anschluss Verstrebung - Pfosten/Obergurt/Spindelaufnahme sind identisch zum Fahrbalken mit $L = 2,00$ m (siehe Abs. 4.3.1).

4.4 Dreiecksausleger

a) Stützrohr

Ø 48,0 x 3,0 – EN AW - 6063 T66

Querschnittswerte (Brutto):

siehe Abs. 4.1 a)

Am Anschluss des U-Profiles für das Querrohr ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.
siehe Anlage Q16 (ALLQUER)

Querschnittswerte (WEZ):

(bezogen auf $f_o = 20,0$ kN/cm²)

$$\begin{aligned} A &= 3,13 \text{ cm}^2 \\ I_y &= 6,66 \text{ cm}^4 & I_z &= 6,76 \text{ cm}^4 \\ W_{y,o} &= 2,76 \text{ cm}^3 & W_{z,l} &= 2,09 \text{ cm}^3 \\ W_{y,u} &= 2,76 \text{ cm}^3 & W_{z,r} &= 4,22 \text{ cm}^3 \\ W_{pl,y} &= 4,06 \text{ cm}^3 & W_{pl,z} &= 3,55 \text{ cm}^3 \\ A_v &= 0,639 \text{ cm}^2 \\ A_{v,pl} &= 0,810 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

b) Anschluss U-Profil - Stützrohr

beidseitige Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0$ mm

Schweißnahtlänge: $l_w = 60,0$ mm

Schweißzusatzwerkstoff:

Querschnittswerte:

$$\begin{aligned} A_w &= 2 * l_w * a_w = 2 * 6,00 * 0,30 = 3,60 \text{ cm}^2 \\ W_w &= 2 * l_w^2 * a_w / 6 = 2 * 6,00^2 * 0,30 / 6 = 3,60 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_{SL} = 2 * l_w * a_w * \sqrt{2} = 2 * 6,00 * 0,30 * \sqrt{2} = 5,09 \text{ cm}^2$$

$$W_{SL} = 2 * l_w^2 * a_w * \sqrt{2} / 6 = 2 * 6,00^2 * 0,30 * \sqrt{2} / 6 = 5,09 \text{ cm}^3$$

c) U-Profil

U 50,0 x 60,0 x 4,0 – EN AW - 6063 T66

Am Anschluss des Querrohres an das U-Profil ist die Lochung zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Netto):

$$A = 3,80 \text{ cm}^2$$

$$I = 7,14 \text{ cm}^4$$

$$W = 3,01 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl} = 4,51 \text{ cm}^3$$

$$A_v = 2,53 \text{ cm}^2$$

d) Querrohr

Ø 40,0 x 2,0 – EN AW - 6063 T66

Querschnittswerte (Brutto):

$$A = 2,39 \text{ cm}^2$$

$$I = 4,32 \text{ cm}^4$$

$$W = 2,16 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl} = 2,89 \text{ cm}^3$$

$$A_v = 1,19 \text{ cm}^2$$

$$A_{v,pl} = 1,52 \text{ cm}^2$$

4.5 Geländerrahmen

a) Holm

Ø 48,0 x 2,0 – EN AW - 6063 T66

Am Anschluss an die Auflagerklaue ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

$$A = 2,89 \text{ cm}^2$$

$$I = 7,66 \text{ cm}^4$$

$$W = 3,19 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl} = 4,23 \text{ cm}^3$$

$$A_v = 1,45 \text{ cm}^2$$

$$A_{v,pl} = 1,84 \text{ cm}^2$$

Am Anschluss der Pfosten ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

siehe Anlage Q17 (ALLQUER)

Querschnittswerte (WEZ):

(bezogen auf $f_o = 20,0 \text{ kN/cm}^2$)

$$A = 1,83 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 3,78 \text{ cm}^4 \quad I_z = 4,70 \text{ cm}^4$$

$$W_{y,o} = 2,38 \text{ cm}^3 \quad W_{z,l} = 1,96 \text{ cm}^3$$

$$W_{y,u} = 1,18 \text{ cm}^3 \quad W_{z,l} = 1,96 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,y} = 2,07 \text{ cm}^3 \quad W_{pl,z} = 2,63 \text{ cm}^3$$

$$A_v = 0,435 \text{ cm}^2$$

$$A_{v,pl} = 0,552 \text{ cm}^2$$

b) Anschluss Holm - Klaue

umlaufende Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

Querschnittswerte:

$$A_w = D * \pi * a_w = 4,80 * \pi * 0,300 = 4,52 \text{ cm}^2$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_{SL} = D * \pi * a_w * \sqrt{2} = 4,80 * \pi * 0,300 * \sqrt{2} = 6,39 \text{ cm}^2$$

c) Pfosten

Ø 40,0 x 20,0 x 2,0 – EN AW - 6063 T66

Bei den Anschlüssen ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

siehe Abs. 4.1 e)

d) Anschluss Pfosten - Holm

umlaufende Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 2,0 \text{ mm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

Querschnittswerte:

$$A_w = 2 * (H + B) * a_w = 2 * (4,00 + 2,00) * 0,20 = 2,40 \text{ cm}^2$$

$$W_{w,y} = H * B * a_w + 2 * a_w * H^2 / 6 = 4,00 * 2,00 * 0,20 + 2 * 0,20 * 4,00^2 / 6 = 2,67 \text{ cm}^3$$

$$W_{w,T} = 2 * H * B * a_w = 2 * 4,00 * 2,00 * 0,20 = 3,20 \text{ cm}^3$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_{SL} = 2 * (H + B) * a_w * \sqrt{2} = 2 * (4,00 + 2,00) * 0,20 * \sqrt{2} = 3,39 \text{ cm}^2$$

$$W_{SL,y} = (H * B + 2 * H^2 / 6) * a_w * \sqrt{2} = (4,00 * 2,00 + 2 * 4,00^2 / 6) * 0,20 * \sqrt{2} = 3,77 \text{ cm}^3$$

$$W_{SL,T} = 2 * H * B * a_w * \sqrt{2} = 4,53 \text{ cm}^3$$

4.6 Diagonale

a) Riegel

Ø 48,0 x 2,0 – EN AW - 6063 T66

Am Anschluss an die Auflagerklaue ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

siehe Abs. 4.5 a)

b) Anschluss Holm - Klaue

Schweißzusatzwerkstoff:

siehe Abs. 4.5 b)

Verfasser: Ingenieurbüro Mirow, Pfinztalstraße 85, 76227 Karlsruhe
Tel: 0721 / 943480 Fax: 0721 / 408286 Mail: info@ib-mirow.de

PROJEKT: A.2252.14-1

SEITE: 1-32

Vorgang: Albert Fahrbare Arbeitsbühnen Typ 2X00, 4X00, 5X00, 6X00, 7X00:

DATUM: 27.07.2015

Schmelzlinie:

siehe Abs. 4.5 b)

4.7 Längsriegel

a) Riegel

Ø 48,0 x 2,0 – EN AW - 6063 T66

Am Anschluss an die Auflagerklaue ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

siehe Abs. 4.5 a)

b) Anschluss Holm - Klaue

Schweißzusatzwerkstoff:

siehe Abs. 4.5 b)

Schmelzlinie:

siehe Abs. 4.5 b)

4.8 Ballastträger

a) Riegel

Ø 48,3 x 4,0 – EN AW - 6082 T5

Beim Anschluss an den Stützen ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

siehe Abs. 4.3.2 a)

b) Anschluss Riegel - Stützen

umlaufende Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

Querschnittswerte:

$$A_w = D * \pi * a_w = 4,83 * \pi * 0,300 = 4,55 \text{ cm}^2$$

$$W_w = (0,5 * D)^2 * \pi * a_w = (0,5 * 4,83)^2 * \pi * 0,300 = 5,49 \text{ cm}^3$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_w = D * \pi * a_w * \sqrt{2} = 4,83 * \pi * 0,300 * \sqrt{2} = 6,43 \text{ cm}^2$$

$$W_w = (0,5 * D)^2 * \pi * a_w * \sqrt{2} = (0,5 * 4,83)^2 * \pi * 0,300 * \sqrt{2} = 7,77 \text{ cm}^3$$

c) Stutzen

Ø 56,0 x 3,0 – EN AW - 6082 T5

Beim Anschluss des Riegels ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen. Auf der sicheren Seite liegend wird der Stutzen als vollständig wärmebeeinflusst angesetzt.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

siehe Abs. 4.3.2 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

4.9 Bordbretter

Querschnitt: 150,0 x 25,0 – EN AW - 6063 T66

siehe Anlage Q18 (ALLQUER)

Querschnittswerte (Brutto):

$$I_z = 8,39 \text{ cm}^4$$

$$W_z = 6,71 \text{ cm}^3$$

Am Anschluss der U-Profile ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

siehe Anlage Q19 (ALLQUER)

Querschnittswerte (WEZ):

(bezogen auf $f_o = 20,0 \text{ kN/cm}^2$)

$$I_z = 4,74 \text{ cm}^4$$

$$W_{z,l} = 4,24 \text{ cm}^3$$

$$W_{z,r} = 3,42 \text{ cm}^3$$

4.10 Stützstrebe

a) Stützrohr

Ø 40,0 x 2,0 – EN AW - 6063 T66

Querschnittswerte (Brutto):

$$A = 2,39 \text{ cm}^2$$

$$I = 4,32 \text{ cm}^4$$

$$W = 2,16 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl} = 2,89 \text{ cm}^3$$

$$A_v = 1,19 \text{ cm}^2$$

$$A_{v,pl} = 1,52 \text{ cm}^2$$

b) U-Profil

50,0 x 4,0 – EN AW - 6063 T66

Querschnittswerte (Brutto):

$$A = 4,00 \text{ cm}^2$$

$$I = 8,33 \text{ cm}^4$$

$$W = 3,33 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl} = 5,00 \text{ cm}^3$$

$$A_v = 2,67 \text{ cm}^2$$

c) Flach-Profil

60,0 x 6,0 – EN AW - 6063 T66

Beim Anschluss an den Rohrstützen ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

$$A = 7,20 \text{ cm}^2$$

$$I = 21,60 \text{ cm}^4$$

$$W = 7,20 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl} = 10,80 \text{ cm}^3$$

$$A_v = 4,80 \text{ cm}^2$$

d) Anschluss Flach-Profil - Rohrstutzen

beidseitige Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Schweißnahtlänge: $l_w = 60,0 \text{ mm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

Querschnittswerte:

$$A_w = 2 * l_w * a_w = 2 * 6,00 * 0,30 = 3,60 \text{ cm}^2$$

$$W_w = 2 * l_w^2 * a_w / 6 = 2 * 6,00^2 * 0,30 / 6 = 3,60 \text{ cm}^3$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_{SL} = 2 * l_w * a_w * \sqrt{2} = 2 * 6,00 * 0,30 * \sqrt{2} = 5,09 \text{ cm}^2$$

$$W_{SL} = 2 * l_w^2 * a_w * \sqrt{2} / 6 = 2 * 6,00^2 * 0,30 * \sqrt{2} / 6 = 5,09 \text{ cm}^3$$

e) Rohrstutzen

Ø 48,0 x 3,0 – EN AW - 6063 T66

Beim Anschluss an den Rohrstutzen ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

siehe Abs. 4.1 a)

4.11 Basisstrebe

a) Riegel

80,0 x 40,0 x 3,0 – EN AW - 6063 T66

Am Anschluss an das U-Profil ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

$$A = 6,84 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 55,9 \text{ cm}^4$$

$$W_y = 14,0 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,y} = 17,5 \text{ cm}^3$$

$$A_{v,z} = 3,84 \text{ cm}^2$$

$$A_{v,pl,z} = 4,62 \text{ cm}^2$$

b) Anschluss Riegel - U-Profil

umlaufende Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

Querschnittswerte:

$$A_w = 2 * (H + B) * a_w = 2 * (8,00 + 4,00) * 0,30 = 7,20 \text{ cm}^2$$

$$W_{w,y} = H * B * a_w + 2 * a_w * H^2 / 6 = 8,00 * 4,00 * 0,30 + 2 * 0,30 * 8,00^2 / 6 = 16,0 \text{ cm}^3$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_w = 2 * (H + B) * a_w * \sqrt{2} = 2 * (8,00 + 4,00) * 0,30 * \sqrt{2} = 10,2 \text{ cm}^2$$

$$W_{w,y} = (H * B + 2 * H^2 / 6) * a_w * \sqrt{2} = (8,00 * 4,00 + 2 * 8,00^2 / 6) * 0,30 * \sqrt{2} = 22,6 \text{ cm}^3$$

4.12 Treppe

a) Kopfprofil

80,0 x 40,0 x 3,0 – EN AW - 6063 T66

Beim Anschluss an die Wange ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

$$A = 6,84 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 55,9 \text{ cm}^4 \quad I_z = 18,4 \text{ cm}^4$$

$$W_y = 14,0 \text{ cm}^3 \quad W_z = 9,20 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,y} = 17,5 \text{ cm}^3 \quad W_{pl,z} = 10,6 \text{ cm}^3$$

$$A_{v,z} = 3,83 \text{ cm}^2 \quad A_{v,y} = 2,08 \text{ cm}^2$$

$$A_{v,pl,z} = 4,62 \text{ cm}^2 \quad A_{v,pl,y} = 2,22 \text{ cm}^2$$

$$W_T = 17,1 \text{ cm}^3$$

b) Anschluss Kopfprofil - Wange

umlaufende Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

Querschnittswerte:

$$A_w = 2 * (H + B) * a_w = 2 * (8,00 + 4,00) * 0,30 = 7,20 \text{ cm}^2$$

$$W_{w,y} = H * B * a_w / 2 + 2 * a_w * H^2 / 6 = 8,00 * 4,00 * 0,30 + 2 * 0,30 * 8,00^2 / 6 = 16,0 \text{ cm}^3$$

$$W_{w,T} = 2 * H * B * a_w = 2 * 8,00 * 4,00 * 0,30 = 19,2 \text{ cm}^3$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_{SL} = 2 * (H + B) * a_w * \sqrt{2} = 2 * (8,00 + 4,00) * 0,30 * \sqrt{2} = 10,2 \text{ cm}^2$$

$$W_{SL,y} = (H * B + 2 * H^2 / 6) * a_w * \sqrt{2} = (8,00 * 4,00 + 2 * 8,00^2 / 6) * 0,30 * \sqrt{2} = 22,6 \text{ cm}^3$$

$$W_{SL,T} = 2 * H * B * a_w * \sqrt{2} = 2 * 8,00 * 4,00 * 0,30 * \sqrt{2} = 27,2 \text{ cm}^3$$

c) Anschluss Klaue - Kopfprofil

umlaufende Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

Querschnittswerte:

$$A_w = 2 * (H + B) * a_w = 2 * (4,00 + 4,50) * 0,30 = 5,10 \text{ cm}^2$$

$$W_{w,y} = H * B * a_w / 2 + 2 * a_w * H^2 / 6 = 4,00 * 4,50 * 0,30 + 2 * 0,30 * 4,00^2 / 6 = 7,00 \text{ cm}^3$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_w = 2 * (H + B) * a_w * \sqrt{2} = 2 * (4,00 + 4,50) * 0,30 * \sqrt{2} = 7,21 \text{ cm}^2$$

$$W_{w,y} = (H * B + 2 * H^2 / 6) * a_w * \sqrt{2} = (4,00 * 4,50 + 2 * 4,00^2 / 6) * 0,30 * \sqrt{2} = 9,90 \text{ cm}^3$$

d) weitere Querschnittswerte

Da die Querschnittswerte von der Wange, der Anschluss Wangenstoß, der Stufe und der Anschluss Stufe - Wange identisch mit den Querschnitten der Podesttreppe gemäß Zulassung [18] sind, sind keine weiteren Querschnittswerte zu ermitteln und für diese beim Einzelteilnachweis keine weiteren Nachweise zu führen.

4.13 Treppengeländer

a) Holm

Ø 48,0 x 3,0 – EN AW - 6063 T66

Am Holmstoß und Anschluss an die Auflagerklaue ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

siehe Abs. 4.1 a)

Am Anschluss der Pfosten ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

siehe Anlage Q21 (ALLQUER)

Querschnittswerte (WEZ):

(bezogen auf $f_o = 20,0 \text{ kN/cm}^2$)

$$A = 2,18 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 5,28 \text{ cm}^4 \quad I_z = 4,44 \text{ cm}^4$$

$$W_{y,o} = 1,65 \text{ cm}^3 \quad W_{z,l} = 1,85 \text{ cm}^3$$

$$W_{y,u} = 3,30 \text{ cm}^3 \quad W_{z,l} = 1,85 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,y} = 2,66 \text{ cm}^3 \quad W_{pl,z} = 2,75 \text{ cm}^3$$

$$A_v = 0,639 \text{ cm}^2$$

$$A_{v,pl} = 0,810 \text{ cm}^2$$

b) Anschluss Holm - Holm

Auf der sicheren Seite liegend wird nur der kreisförmige Querschnitt berücksichtigt.

umlaufende Stumpfnah mit Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Querschnittswerte:

$$A_w = 4,24 \text{ cm}^2$$

$$W_w = 4,49 \text{ cm}^3$$

$$W_{w,T} = 9,54 \text{ cm}^3$$

c) Pfosten

Ø 42,0 x 3,0 – EN AW - 6063 T66

Beim Anschluss an den Holm ist die Wärmeeinflusszone zu berücksichtigen.

Querschnittswerte (Brutto) = Querschnittswerte (WEZ):

$$A = 3,67 \text{ cm}^2$$

$$I = 7,03 \text{ cm}^4$$

$$W = 3,35 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl} = 4,57 \text{ cm}^3$$

$$A_v = 1,84 \text{ cm}^2$$

$$A_{v,pl} = 2,34 \text{ cm}^2$$

$$W_T = 7,16 \text{ cm}^3$$

d) Anschluss Pfosten - Holm

umlaufende Kehlnaht

Schweißnahtdicke: $a_w = 3,0 \text{ mm}$

Schweißzusatzwerkstoff:

Querschnittswerte:

$$A_w = D * \pi * a_w = 4,20 * \pi * 0,300 = 3,96 \text{ cm}^2$$

$$W_w = (0,5 * D)^2 * \pi * a_w = (0,5 * 4,20)^2 * \pi * 0,300 = 4,15 \text{ cm}^3$$

Schmelzlinie:

Querschnittswerte:

$$A_{SL} = D * \pi * a_w * \sqrt{2} = 4,20 * \pi * 0,300 * \sqrt{2} = 5,60 \text{ cm}^2$$

$$W_{SL} = (0,5 * D)^2 * \pi * a_w * \sqrt{2} = (0,5 * 4,20)^2 * \pi * 0,300 * \sqrt{2} = 5,87 \text{ cm}^3$$

4.14 Fahrrolle

Spindel

TR 38,0 x 6,15 – S235JR

$f_k = 32,0 \text{ kN/cm}^2$

(DIN EN 12811-1 [3], Anhang B)

Querschnittswerte:

$$A = 3,27 \text{ cm}^2$$

$$I = 3,89 \text{ cm}^4$$

$$W = 2,54 \text{ cm}^3$$

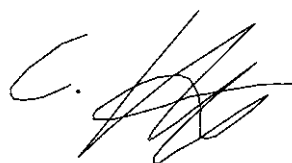
$$W_{pl} = 3,56 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl} / W = 3,56 / 2,54 = 1,40 > 1,25 \rightarrow W_{pl} = W * \alpha_{pl} = 2,54 * 1,25 = 3,18 \text{ cm}^3$$

$$A_v = 1,53 \text{ cm}^2$$

$$A_{v,pl} = 2,08 \text{ cm}^2$$

Aufgestellt: Karlsruhe, den 27. Juli 2015



Hub

