



VTT Technical Research Centre of Finland
P.O. Box 1000, FI-02044 VTT
Tel. +358 20 722 111
Fax +358 20 722 7001

Statikpapier

Nr.	VALCOSS	Blatt	1 von 9	Index	A
Titel					
RFCS Stainless Steel Valorisation Project					
Inhalt					
Bemessungsbeispiel 13 – Fachwerkträger aus Hohlprofilen aus kaltverfestigtem Edelstahl					
Auftraggeber		Aufgestellt		Datum	
RFCS		PTY/AAT		Jan. 2006	
		Geprüft		Datum	
		MAP		Feb. 2006	

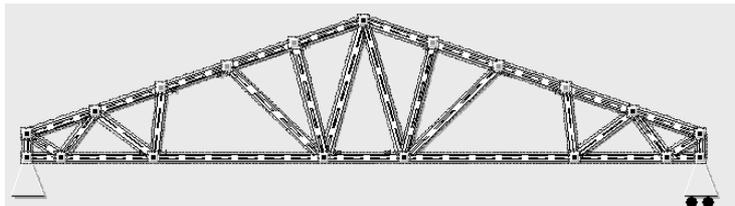
BEMESSUNGSBEISPIEL 13 – FACHWERKTRÄGER AUS HOHLPROFILIEN AUS KALTVERFESTIGTEM EDELSTAHL

Bemessen Sie einen Fachwerkträger aus Edelstahl als Hauptträger für ein Glasdach. Der Träger besteht aus Quadrat- und Rechteckhohlprofilen aus Edelstahl der Sorte 1.4301. Zur Vergleichbarkeit werden die Berechnungen durchgeführt mit warmgeformtem Material der Festigkeitsklassen S220 ($f_y=220 \text{ N/mm}^2$) und CP460 ($f_y = 460 \text{ N/mm}^2$). Die Berechnungen wurden geführt im Grenzzustand der Tragfähigkeit, anschließend wird die Tragfähigkeit unter Feuereinwirkung durch ein 30 Minuten Feuer untersucht. Für das Material CP460 wurde auf der sicheren Seite liegend für die mechanischen Eigenschaften bei Feuereinwirkung der gleiche Reduktionsfaktor angenommen wie für das Material 1.4318 C850 (Tabelle 7.1).

Die statische Bemessung wurde vorgenommen mit Hilfe des FE-Programms WINRAMI der Firma FCSA (www.terasrakennedydistys.fi). WINRAMI enthält Quadrat-, Rechteck und Rundrohrhohlprofile für eine statische Bemessung aus Edelstahl. WINRAMI berechnet Schnittgrößen und Verformungen und führt Querschnittsnachweise bei Raumtemperatur und für Feuerbeständigkeitsuntersuchungen durch. Des Weiteren können Tragfähigkeiten von Anschlüssen bei Raumtemperatur ermittelt werden (berücksichtigt werden dabei alle geometrischen Zwängungen der Trägerverbindungen). In dieser Beispielrechnung werden die Gurte als durchgehende Balken abgebildet, alle Diagonale werden gelenkig angeschlossen. Gemäß Eurocode 3-1-1 kann die Knicklänge für Gurte und Diagonale als der 0,9-fache und 0,75-fache Abstand jeweils zwischen den Knotenpunkten angenommen werden. In dieser Berechnung wurde jedoch auf der sicheren Seite liegend der Abstand zwischen den beiden Knoten als Knicklänge angesetzt. Die Schnittgrößen wurden mit dem Programm WINRAMI berechnet, dabei wurden die Profilquerschnitte für den Fall der Materialfestigkeitsklasse S220 zugrunde gelegt. Die darin ermittelten Schnittgrößen wurden sowohl für die statische Bemessung für S220 als auch für CP 460 herangezogen.

Dieses Beispiel konzentriert sich auf die Prüfung von 3 Elementen: überwiegend durch Normalspannung beanspruchter unterer Gurt (Element 0), druckbeanspruchte Diagonale (Element 31) und durch kombinierte Belastung aus zentrischem Druck und Biegung beanspruchter oberer Gurt (Element 5). Das Eigengewicht der Träger wird ebenso verglichen.

Die Schweißnähte sollten gemäß Kapitel 6.3 bemessen werden. Die Bemessung der Schweißnähte ist nicht Inhalt dieses Berechnungsbeispiels.



Warmgeformt: unterer Gurt 100x60x4, oberer Gurt 80x80x5, Vertikale Rand 60x60x5, Diagonale von links zur Mitte: 50x50x3, 50x50x3, 40x40x3, 40x40x3, 40x40x3, 40x40x3, 40x40x3.

CP460: unterer Gurt 60x40x4, oberer Gurt 70x70x4, Vertikale Rand 60x60x5, alle Diagonale 40x40x3.

Spannweite: 15m, Höhe in der Mitte: 3,13 m, Höhe am Rand: 0,5 m.

Gewicht der Fachwerkträger: warmgeformt: 407 kg, CP460: 307 kg (Gewicht nicht ganz optimiert)



VTT Technical Research Centre of Finland
P.O. Box 1000, FI-02044 VTT
Tel. +358 20 722 111
Fax +358 20 722 7001

Statikpapier

Nr.	VALCOSS	Blatt	2 von 9	Index	A
Titel					
RFCS Stainless Steel Valorisation Project					
Inhalt					
Bemessungsbeispiel 13 – Fachwerkträger aus Hohlprofilen aus kaltverfestigtem Edelstahl					
Auftraggeber		Aufgestellt		Datum	
RFCS		PTY/AAT		Jan. 2006	
		Geprüft		Datum	
		MAP		Feb. 2006	

Lastannahmen

Folgende Lasten werden berücksichtigt: gleichmäßig verteilte Schneelast, Lasten aus der Dachkonstruktion (Glasscheiben und zugehörige Lagerung), Eigengewicht des Trägers

Ständige Lasten (G): Glas und Lagerung = 1kN/m²
Eigengewicht Träger (WINRAMI berechnet Eigengewicht)

Veränderliche Lasten (Q): Schneelast 2 kN/m²

Lastfall 1 (Grenzzustand der Tragfähigkeit): $\sum_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}$

Lastfall 2 (Brandschutzbemessung): $\sum_j \gamma_{GA,j} G_{k,j} + \gamma_{\psi 1,1} Q_{k,1}$

Grenzzustand der Tragfähigkeit (Raumtemperatur) Brandschutzbemessung

$\gamma_{G,j} = 1,35$ (ungünstige Einflüsse) $\gamma_{GA,j} = 1,0$

$\gamma_{Q,1} = 1,5$ $\gamma_{\psi 1,1} = 0,2$

(Empfohlene Teilsicherheitsbeiwerte für Lasten werden in diesem Beispiel berücksichtigt)

Bemessungslasten im Grenzzustand der Tragfähigkeit:

Ständige Lasten: Knotenlasten = 1,35 x 4,1 kN
Eigengewicht Träger (enthalten in WINRAMI)

Veränderliche Lasten: Schneelast = 1,5 x 8,1 kN

Schnittgrößen der maßgebenden Elemente:

Die Schnittgrößen wurden bestimmt am Modell mit Profilen im warmgeformten Zustand.

Unterer Gurt, Element 0

Warmgeformt: 100x60x4 mm, CP460: 60x40x4 mm
 $N_{t,Ed} = 142,2$ kN, $N_{t,fi,Ed} = 46,9$ kN
 $M_{max,Ed} = 0,672$ kNm, $M_{max,fire,Ed} = 0,245$ kNm

Oberer Gurt, Element 5

Warmgeformt: 80x80x5 mm, CP460: 70x70x4 mm
 $N_{c,Ed} = -149,1$ kN, $N_{c,fire,Ed} = -49,2$ kN
 $M_{max,Ed} = 2,149$ kNm, $M_{max,fire,Ed} = 0,731$ kNm

Diagonale, Element 31

Warmgeformt: 50x50x3mm, CP460: 40x40x3 mm
 $N_{c,Ed} = -65,9$ kN, $N_{c,fire,Ed} = -21,7$ kN

Gleich. 2.3

EN 1990
EN 1991-1-2

 VTT Technical Research Centre of Finland P.O. Box 1000, FI-02044 VTT Tel. +358 20 722 111 Fax +358 20 722 7001	Nr.	VALCOSS	Blatt	4 von 9	Index	A
	Titel					
	RFCS Stainless Steel Valorisation Project					
	Inhalt					
Bemessungsbeispiel 13 – Fachwerkträger aus Hohlprofilen aus kaltverfestigtem Edelstahl						
Statikpapier	Auftraggeber	RFCS	Aufgestellt	PTY/AAT	Datum	Jan. 2006
			Geprüft	MAP	Datum	Feb. 2006
CP460: $N_{pl,Rd} = 695 \text{ mm}^2 \times 460 \text{ N/mm}^2 / 1,1 = 290 \text{ kN} > 142,2 \text{ kN OK.}$						
Momentenwiderstand des Querschnitts						Ab. 4.7.4
$M_{c,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$						Gleich. 4.27
Warmgeformt: $M_{c,Rd} = \frac{37,93 \times 10^3 \times 220}{1,1 \times 10^6} = 7,58 \text{ kNm} > 0,672 \text{ kNm OK.}$						
CP460: $M_{c,Rd} = \frac{13,16 \cdot 10^3 \cdot 460}{1,1 \cdot 10^6} = 5,50 \text{ kNm} > 0,672 \text{ kNm OK.}$						
Interaktion Normalkraft und Biegung						
$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \leq 1$						Gleich. 5.39
Warmgeformt: $\frac{142,2 \text{ kN}}{235 \text{ kN}} + \frac{0,672 \text{ kNm}}{7,58 \text{ kNm}} = 0,69 \leq 1 \quad \text{OK.}$						
CP460: $\frac{142,2 \text{ kN}}{290 \text{ kN}} + \frac{0,672 \text{ kNm}}{5,50 \text{ kNm}} = 0,61 \leq 1 \quad \text{OK.}$						
B) Feuerbeanspruchung						
$\epsilon_{res} = 0,2$ Stahltemperatur nach 30 Minuten Feuer $\Theta = 823 \text{ }^\circ\text{C}$						Abschnitt 7.4.7
$f_{2,\theta} = f_{0,2\text{proof},\theta} + g_{2,\theta} (f_{u,\theta} - f_{0,2\text{proof},\theta})$						Gleich. 7.1
Warmgeformt:						
$k_{0,2\text{proof},\theta} = 0,27 - 23/100 \times (0,27 - 0,14) = 0,240$						Abschnitt 7.2
$f_{0,2\text{proof},\theta} = 0,240 \times 220 \text{ N/mm}^2 = 52,8 \text{ N/mm}^2$						Tabelle 7.1
$g_{2,\theta} = (0,35 - 23/100 \times (0,35 - 0,38)) = 0,357$						
$f_{u,\theta} = (0,27 - 23/100 \times (0,27 - 0,15)) \times 550 \text{ N/mm}^2 = 133,3 \text{ N/mm}^2$						Gleich. 7.1
$f_{2,\theta} = 52,8 \text{ N/mm}^2 + 0,357 \times (133,3 - 52,8) \text{ N/mm}^2 = 81,5 \text{ N/mm}^2$						
$k_{2,\theta} = 81,5/220 = 0,37$						
CP460:						
$k_{0,2\text{proof},\theta} = 0,23 - 23/100 \times (0,23 - 0,11) = 0,202$						Abschnitt 7.2
$f_{0,2\text{proof},\theta} = 0,202 \times 460 \text{ N/mm}^2 = 93,1 \text{ N/mm}^2$						Tabelle 7.1
$g_{2,\theta} = 0,25$						
$f_{u,\theta} = (0,24 - 23/100 \times (0,24 - 0,10)) \times 650 \text{ N/mm}^2 = 135,1 \text{ N/mm}^2$						Gleich. 7.1
$f_{2,\theta} = 93,1 \text{ N/mm}^2 + 0,25 \times (135,1 - 93,1) \text{ N/mm}^2 = 103,6 \text{ N/mm}^2$						
$k_{2,\theta} = 103,6 / 460 = 0,225$						
Normalkrafttragfähigkeit des Querschnitts						
$N_{fi,\theta,Rd} = k_{2,\theta} N_{Rd} [\gamma_{M0} / \gamma_{M,fi}]$						Gleich. 7.6
Warmgeformt: $N_{fi,\theta,Rd} = 0,370 \times 235 \text{ kN} \times 1,1/1,0 = 95,6 \text{ kN} > 46,9 \text{ kN OK.}$						



VTT Technical Research Centre of Finland
 P.O. Box 1000, FI-02044 VTT
 Tel. +358 20 722 111
 Fax +358 20 722 7001

Statikpapier

Nr.	VALCOSS	Blatt	5 von 9	Index	A
Titel					
RFCS Stainless Steel Valorisation Project					
Inhalt					
Bemessungsbeispiel 13 – Fachwerkträger aus Hohlprofilen aus kaltverfestigtem Edelstahl					
Auftraggeber		Aufgestellt		Datum	
RFCS		PTY/AAT		Jan. 2006	
		Geprüft		Datum	
		MAP		Feb. 2006	

CP460: $N_{fi,0,Rd} = 0,225 \times 290 \text{ kN} \times 1,1/1,0 = 59,3 \text{ kN} > 46,9 \text{ kN OK.}$

Momentenwiderstand des Querschnitts

$$M_{fi,0,Rd} = k_{2,\theta} M_{Rd} [\gamma_{M0} / \gamma_{M,fi}]$$

Gleich. 7.13

Warmgeformt: $M_{fi,0,Rd} = 0,370 \times 7,58 \text{ kNm} \times 1,1/1,0 = 3,08 \text{ kNm} > 0,245 \text{ kNm OK.}$

CP460: $M_{fi,0,Rd} = 0,225 \times 5,50 \text{ kNm} \times 1,1/1,0 = 1,36 \text{ kNm} > 0,245 \text{ kNm OK.}$

Interaktion Normalkraft und Biegung

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

Gleich. 5.39

Warmgeformt: $\frac{46,9 \text{ kN}}{95,6 \text{ kN}} + \frac{0,245 \text{ kNm}}{3,08 \text{ kNm}} = 0,57 \leq 1 \quad \text{OK.}$

CP460: $\frac{46,9 \text{ kN}}{59,3 \text{ kN}} + \frac{0,245 \text{ kNm}}{1,36 \text{ kNm}} = 0,97 \leq 1 \quad \text{OK.}$

Diagonale, Bemessung bei Raumtemperatur und bei Feuer

(Element 31)

Knicklänge = 1253 mm

A) Raumtemperatur

$$N_{b,Rd} = \chi A f_y / \gamma_{M1}$$

Gleich. 5.2a

Warmgeformt:

$$\bar{\lambda} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\pi} \sqrt{(f_y / E)} = \frac{1253}{19} \frac{1}{\pi} \sqrt{(220 / 200000)} = 0,696$$

Gleich. 5.5a

$$\varphi = 0,5(1 + \alpha(\bar{\lambda} - \bar{\lambda}_0) + \bar{\lambda}^2) = 0,5(1 + 0,49(0,696 - 0,4) + 0,696^2) = 0,815$$

Gleich. 5.4

$$\chi = \frac{1}{\varphi + \sqrt{(\varphi^2 - \bar{\lambda}^2)}} = \frac{1}{0,815 + \sqrt{(0,815^2 - 0,696^2)}} = 0,807$$

Gleich. 5.3

$$N_{b,Rd} = 0,807 \times 541 \text{ mm}^2 \times 220 \text{ N/mm}^2 / 1,1 = 87,3 \text{ kN} > 65,9 \text{ kN OK.}$$

CP460:

$$\bar{\lambda} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\pi} \sqrt{(f_y / E)} = \frac{1253}{14,9} \frac{1}{\pi} \sqrt{(460 / 200000)} = 1,283$$

Gleich. 5.5a

$$\varphi = 0,5(1 + \alpha(\bar{\lambda} - \bar{\lambda}_0) + \bar{\lambda}^2) = 0,5(1 + 0,49(1,283 - 0,4) + 1,283^2) = 1,540$$

Gleich. 5.4

$$\chi = \frac{1}{\varphi + \sqrt{(\varphi^2 - \bar{\lambda}^2)}} = \frac{1}{1,540 + \sqrt{(1,540^2 - 1,283^2)}} = 0,418$$

Gleich. 5.3

$$N_{b,Rd} = 0,418 \times 421 \text{ mm}^2 \times 460 \text{ N/mm}^2 / 1,1 = 73,6 \text{ kN} > 65,9 \text{ kN OK.}$$



VTT Technical Research Centre of Finland
P.O. Box 1000, FI-02044 VTT
Tel. +358 20 722 111
Fax +358 20 722 7001

Nr.	VALCOSS	Blatt	6 von 9	Index	A
Titel					
RFCS Stainless Steel Valorisation Project					
Inhalt					
Bemessungsbeispiel 13 – Fachwerkträger aus Hohlprofilen aus kaltverfestigtem Edelstahl					
Auftraggeber		Aufgestellt		Datum	
RFCS		PTY/AAT		Jan. 2006	
		Geprüft		Datum	
		MAP		Feb. 2006	

Statikpapier

B) Feuerbeanspruchung

$$\varepsilon_{\text{res}} = 0,2$$

Stahltemperatur nach 30 Minuten Feuer $\Theta = 832 \text{ }^\circ\text{C}$

Abschnitt
7.4.7

Warmgeformt:

$$k_{0,2\text{proof},\theta} = 0,27 - 32/100 \times (0,27 - 0,14) = 0,228$$

$$k_{E,\theta} = 0,63 - 32/100 \times (0,63 - 0,45) = 0,572$$

Abschnitt 7.2
Tabelle 7.1

CP460:

$$k_{0,2\text{proof},\theta} = 0,23 - 32/100 \times (0,23 - 0,11) = 0,191$$

$$k_{E,\theta} = 0,52 - 32/100 \times (0,52 - 0,35) = 0,465$$

Abschnitt 7.2
Tabelle 7.1

$$N_{b,fi,t,Rd} = \chi_{fi} A k_{0,2\text{proof},\theta} f_y / \gamma_{M,fi}$$

Gleich. 7.8

Warmgeformt:

$$\bar{\lambda}_\theta = \bar{\lambda} \sqrt{(k_{0,2\text{proof},\theta} / k_{E,\theta})} = 0,696 \sqrt{(0,228 / 0,572)} = 0,439$$

Gleich. 7.12

$$\varphi_\theta = 0,5(1 + \alpha(\bar{\lambda}_\theta - \bar{\lambda}_0) + \bar{\lambda}_\theta^2) = 0,5(1 + 0,49(0,439 - 0,4) + 0,439^2) = 0,606$$

Gleich. 7.11

$$\chi_{fi} = \frac{1}{\varphi_\theta + \sqrt{(\varphi_\theta^2 - \bar{\lambda}_\theta^2)}} = \frac{1}{0,606 + \sqrt{(0,606^2 - 0,439^2)}} = 0,977$$

Gleich. 7.10

$$N_{b,fi,t,Rd} = 0,977 \times 541 \text{ mm}^2 \times 0,228 \times 220 \text{ N/mm}^2 / 1,0 = 26,5 \text{ kN} > 21,7 \text{ kN OK.}$$

CP460:

$$\bar{\lambda}_\theta = \bar{\lambda} \sqrt{(k_{0,2\text{proof},\theta} / k_{E,\theta})} = 1,283 \sqrt{(0,191 / 0,465)} = 0,822$$

Gleich. 7.12

$$\varphi_\theta = 0,5(1 + \alpha(\bar{\lambda}_\theta - \bar{\lambda}_0) + \bar{\lambda}_\theta^2) = 0,5(1 + 0,49(0,822 - 0,4) + 0,822^2) = 0,941$$

Gleich. 7.11

$$\chi_{fi} = \frac{1}{\varphi_\theta + \sqrt{(\varphi_\theta^2 - \bar{\lambda}_\theta^2)}} = \frac{1}{0,941 + \sqrt{(0,941^2 - 0,822^2)}} = 0,714$$

Gleich. 7.10

$$N_{b,fi,t,Rd} = 0,714 \times 421 \text{ mm}^2 \times 0,191 \times 460 \text{ N/mm}^2 / 1,0 = 26,4 \text{ kN} > 21,7 \text{ kN OK.}$$

Oberer Gurt, Bemessung bei Raumtemperatur und bei Feuer

(Element 5)

Knicklänge = 1536 mm

A) Raumtemperatur

$$\frac{N_{Ed}}{(N_{b,Rd})_{\min}} + k_y \left(\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{\beta_{W,y} W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}} \right) \leq 1,0$$

Gleich. 5.40

Warmgeformt:

$$\beta_{W,y} = 1,0 \text{ Querschnittsklasse 1}$$

Ab. 5.5.2

$$k_y = 1,0 + 2(\lambda_y - 0,5) N_{Ed} / N_{b,Rd,y}, \text{ but } 1,2 \leq k_y \leq 1,2 + 2 N_{Ed} / N_{b,Rd,y}$$



VTT Technical Research Centre of Finland
P.O. Box 1000, FI-02044 VTT
Tel. +358 20 722 111
Fax +358 20 722 7001

Statikpapier

Nr.	VALCOSS	Blatt	7 von 9	Index	A
Titel					
RFCS Stainless Steel Valorisation Project					
Inhalt					
Bemessungsbeispiel 13 – Fachwerkträger aus Hohlprofilen aus kaltverfestigtem Edelstahl					
Auftraggeber		Aufgestellt		Datum	
RFCS		PTY/AAT		Jan. 2006	
		Geprüft		Datum	
		MAP		Feb. 2006	

$$\bar{\lambda} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\pi} \sqrt{(f_y / E)} = \frac{1536}{30,3} \frac{1}{\pi} \sqrt{(220 / 200000)} = 0,535$$

Gleich. 5.5a

$$\varphi = 0,5(1 + \alpha(\bar{\lambda} - \bar{\lambda}_0) + \bar{\lambda}^2) = 0,5(1 + 0,49(0,535 - 0,4) + 0,535^2) = 0,676$$

Gleich. 5.4

$$\chi = \frac{1}{\varphi + \sqrt{(\varphi^2 - \bar{\lambda}^2)}} = \frac{1}{0,676 + \sqrt{(0,676^2 - 0,535^2)}} = 0,917$$

Gleich. 5.3

$$N_{b,Rd,y} = 0,917 \times 1436 \text{ mm}^2 \times 220 \text{ N/mm}^2 / 1,1 = 263,3 \text{ kN} > 149,1 \text{ kN}$$

Gleich. 5.2a

$k_y = 1,0 + 2(0,535 - 0,5) \times 149,1 / 263,3 = 1,039$ da der berechnete Wert kleiner als 1,2 ist, gilt $k_y = 1,2$.

$$\frac{149,1}{263,3} + 1,2 \left(\frac{2,149 \times 1000^2}{1,0 \times 39,74 \times 10^3 \times 220 / 1,1} \right) = 0,890 < 1,0 \text{ OK.}$$

Gleich. 5.40

CP460

$\beta_{w,y} = 1,0$ Querschnittsklasse 1

Ab. 5.5.2

$$\bar{\lambda} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\pi} \sqrt{(f_y / E)} = \frac{1536}{26,7} \frac{1}{\pi} \sqrt{(460 / 200000)} = 0,878$$

Gleich. 5.5a

$$\varphi = 0,5(1 + \alpha(\bar{\lambda} - \bar{\lambda}_0) + \bar{\lambda}^2) = 0,5(1 + 0,49(0,878 - 0,4) + 0,878^2) = 1,002$$

Gleich. 5.4

$$\chi = \frac{1}{\varphi + \sqrt{(\varphi^2 - \bar{\lambda}^2)}} = \frac{1}{1,002 + \sqrt{(1,002^2 - 0,878^2)}} = 0,673$$

Gleich. 5.3

$$N_{b,Rd,y} = 0,673 \times 1015 \text{ mm}^2 \times 460 \text{ N/mm}^2 / 1,1 = 285,6 \text{ kN} > 149,1 \text{ kN}$$

Gleich. 5.2a

$k_y = 1,0 + 2(0,878 - 0,5) \times 149,1 / 285,6 = 1,394$, but $1,2 \leq k_y \leq 1,2 + 2(149,1 / 285,6) = 2,244$, somit $k_y = 1,394$

$$\frac{149,1}{285,6} + 1,394 \left(\frac{2,149 \times 1000^2}{1,0 \times 24,76 \times 10^3 \times 460 / 1,1} \right) = 0,81 < 1,0 \text{ OK.}$$

Gleich. 5.40

B) Feuerbeanspruchung

$\epsilon_{res} = 0,2$

Stahltemperatur 80x80x5 mm $\Theta = 810 \text{ }^\circ\text{C}$

Stahltemperatur 70x70x4 mm $\Theta = 823 \text{ }^\circ\text{C}$

Abschnitt
7.4.7

Warmgeformt:

$$k_{0,2\text{proof},\theta} = 0,27 - 10 / 100 \times (0,27 - 0,14) = 0,257$$

$$f_{0,2\text{proof},\theta} = 0,257 \times 220 \text{ N/mm}^2 = 56,5 \text{ N/mm}^2$$

$$g_{2,\theta} = (0,35 - 10 / 100 \times (0,35 - 0,38)) = 0,353$$

$$f_{u,\theta} = (0,27 - 10 / 100 \times (0,27 - 0,15)) \times 550 \text{ N/mm}^2 = 141,9 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{2,\theta} = 56,5 \text{ N/mm}^2 + 0,353 \times (141,9 - 56,5) \text{ N/mm}^2 = 86,6 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{2,\theta} = 86,6 / 220 = 0,394$$

$$k_{E,\theta} = 0,63 - 10 / 100 \times (0,63 - 0,45) = 0,612$$

Abschnitt 7.2
Tabelle 7.1

Gleich. 7.1



VTT Technical Research Centre of Finland
P.O. Box 1000, FI-02044 VTT
Tel. +358 20 722 111
Fax +358 20 722 7001

Statikpapier

Nr.	VALCOSS	Blatt	8 von 9	Index	A
Titel					
RFCS Stainless Steel Valorisation Project					
Inhalt					
Bemessungsbeispiel 13 – Fachwerkträger aus Hohlprofilen aus kaltverfestigtem Edelstahl					
Auftraggeber		Aufgestellt		Datum	
RFCS		PTY/AAT		Jan. 2006	
		Geprüft		Datum	
		MAP		Feb. 2006	

CP460:

$$k_{0,2proof,\theta} = 0,23 - 23/100 \times (0,23 - 0,11) = 0,202$$

$$f_{0,2proof,\theta} = 0,202 \times 460 \text{ N/mm}^2 = 93,1 \text{ N/mm}^2$$

$$g_{2,\theta} = 0,25$$

$$f_{u,\theta} = (0,24 - 23/100 \times (0,24 - 0,10)) \times 650 \text{ N/mm}^2 = 135,1 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{2,\theta} = 93,1 \text{ N/mm}^2 + 0,25 \times (135,1 - 93,1) \text{ N/mm}^2 = 103,6 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{2,\theta} = 103,6 / 460 = 0,225$$

$$k_{E,\theta} = 0,52 - 23/100 \times (0,52 - 0,35) = 0,481$$

$$\frac{N_{fi,Ed}}{\chi_{min,fi} A_g k_{0,2proof,\theta} \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}}} + \frac{k_y M_{y,fi,Ed}}{M_{y,fi,\theta,Rd}} \leq 1,0$$

Abschnitt 7.2
Tabelle 7.2

Gleich. 7.1

Gleich. 7.24

Warmgeformt:

$$\bar{\lambda}_\theta = \bar{\lambda} \sqrt{(k_{0,2proof,\theta} / k_{E,\theta})} = 0,535 \sqrt{(0,257 / 0,612)} = 0,347$$

Gleich. 7.12

$$\varphi_\theta = 0,5(1 + \alpha(\bar{\lambda}_\theta - \bar{\lambda}_0) + \bar{\lambda}_\theta^2) = 0,5(1 + 0,49(0,347 - 0,4) + 0,347^2) = 0,547$$

Gleich. 7.11

$$\chi_{fi} = \frac{1}{\varphi_\theta + \sqrt{(\varphi_\theta^2 - \bar{\lambda}_\theta^2)}} = \frac{1}{0,547 + \sqrt{(0,547^2 - 0,347^2)}} = 1,03 = 1,0$$

Gleich. 7.10

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y N_{fi,Ed}}{\chi_{y,fi} A_g k_{0,2proof,\theta} f_y / \gamma_{M,fi}} \leq 3$$

Gleich. 7.28

$$\mu_y = (1,2\beta_{M,y} - 3)\bar{\lambda}_{y,\theta} + 0,44\beta_{M,y} - 0,29 \leq 0,8$$

Gleich. 7.29

$$\chi_{min,fi} A_g k_{0,2proof,\theta} f_y / \gamma_{M,fi} = 1,0 \times 1436 \text{ mm}^2 \times 0,257 \times 220 \text{ N/mm}^2 / 1,0 = 81,2 \text{ kN}$$

$$> 49,2 \text{ kN OK.}$$

Gleich. 7.8

$$M_{y,fi,\theta,Rd} = k_{2,\theta} [\gamma_{M0} / \gamma_{M,fi}] M_{Rd} = 0,394 \times 1,1 / 1,0 \times 39,74 \times 10^3 \times 220 / 1000^2 = 3,79 \text{ kNm}$$

$$> 0,731 \text{ kNm OK.}$$

Gleich. 7.13

$$\psi = -0,487 \text{ kNm} / 0,731 \text{ kNm} = -0,666$$

Tabelle 7.3

$$\beta_{M,y} = 1,8 - 0,7 \times \psi = 2,466$$

$$\mu_y = (1,2 \times 2,466 - 3) \times 0,347 + 0,44 \times 2,466 - 0,29 = 0,78,$$

da der berechnete Wert kleiner ist als 0,8, gilt $\mu_y = 0,8$

Gleich. 7.29

$$k_y = 1 - 0,80 \times 49,2 \text{ kN} / 81,2 \text{ kN} = 0,515$$

Gleich. 7.28

$$\frac{49,2}{81,2} + 0,515 \times \frac{0,731}{3,79} = 0,70 < 1,0 \quad \text{OK.}$$

Gleich. 7.24

CP460:

$$\bar{\lambda}_\theta = \bar{\lambda} \sqrt{(k_{0,2proof,\theta} / k_{E,\theta})} = 0,878 \sqrt{(0,202 / 0,481)} = 0,569$$

Gleich. 7.12

$$\varphi_\theta = 0,5(1 + \alpha(\bar{\lambda}_\theta - \bar{\lambda}_0) + \bar{\lambda}_\theta^2) = 0,5(1 + 0,49(0,569 - 0,4) + 0,569^2) = 0,703$$

Gleich. 7.11

$$\chi_{fi} = \frac{1}{\varphi_\theta + \sqrt{(\varphi_\theta^2 - \bar{\lambda}_\theta^2)}} = \frac{1}{0,703 + \sqrt{(0,703^2 - 0,569^2)}} = 0,896$$

Gleich. 7.10



VTT Technical Research Centre of Finland
 P.O. Box 1000, FI-02044 VTT
 Tel. +358 20 722 111
 Fax +358 20 722 7001

Statikpapier

Nr.	VALCOSS	Blatt	9 von 9	Index	A
Titel		RFCS Stainless Steel Valorisation Project			
Inhalt		Bemessungsbeispiel 13 – Fachwerkträger aus Hohlprofilen aus kaltverfestigtem Edelstahl			
Auftraggeber	RFCS	Aufgestellt	PTY/AAT	Datum	Jan. 2006
		Geprüft	MAP	Datum	Feb. 2006

$\chi_{\min,fi} A_g k_{0,2,proof,0} f_y / \gamma_{M,fi} = 0,896 \times 1015 \text{ mm}^2 \times 0,202 \times 460 \text{ N/mm}^2 / 1,0 = 84,5 \text{ kN}$ $> 49,2 \text{ kN OK.}$	Gleich. 7.8
$M_{y,fi,0,Rd} = k_{2,0} [\gamma_{M0} / \gamma_{M,fi}] M_{Rd} = 0,225 \times 1,1 / 1,0 \times 24,76 \times 10^3 \times 460 / 1000^2 = 2,81 \text{ kNm}$ $> 0,731 \text{ kNm OK.}$	Gleich. 7.13
$\psi = -0,487 \text{ kNm} / 0,731 \text{ kNm} = -0,666$ $\beta_{M,y} = 1,8 - 0,7 \times \psi = 2,466$	Tabelle 7.3
$\mu_y = (1,2 \times 2,466 - 3) 0,569 + 0,44 \times 2,466 - 0,29 = 0,771,$ <p>da der berechnete Wert kleiner ist als 0,8, gilt $\mu_y = 0,8$</p>	Gleich. 7.29
$k_y = 1 - 0,80 \times 49,2 \text{ kN} / 84,5 \text{ kN} = 0,534$	Gleich. 7.28
$\frac{49,2}{84,5} + 0,534 \times \frac{0,731}{2,81} = 0,72 < 1,0 \quad \text{OK.}$	Gleich. 7.24