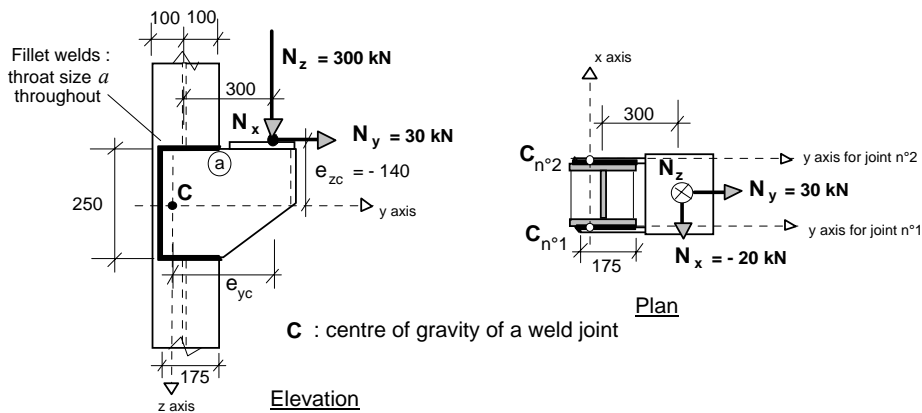




Nr.	Blatt	1	von	9	Index	B
Titel ECSC Stainless Steel Valorisation Project						
Inhalt Bemessungsbeispiel 5 – Geschweißter Anschluss						
Auftraggeber  ECSC	Aufgestellt	IR	Datum	Aug. 2002		
	Geprüft	FH/NB	Datum	Okt. 2002		
	Korrigiert	MEB	Datum	April 2006		

### BEMESSUNGSBEISPIEL 5 – GESCHWEIßTER ANSCHLUSS

Das Verbindungsdetail einschließlich der Beanspruchung ist in der Abbildung unten dargestellt. Es sind zwei identische Kehlnähte mit konstanter Nahtdicke angeordnet, auf die die aufgebrachte Last gleichermaßen verteilt wird. Die erforderliche Schweißnahtdicke soll bestimmt werden. Es sollen durchgehend rechtwinkelige (gleichschenklige) Schweißnähte verwendet werden.



### Materialeigenschaften

Material der Sorte 1.4401

0,2% Streckgrenze = 220 N/mm<sup>2</sup> und die Zugfestigkeit ist = 530 N/mm<sup>2</sup>

Mit  $f_y$  als die 0,2% Streckgrenze = 220 N/mm<sup>2</sup> und  $f_u = 530$  N/mm<sup>2</sup>

$E = 200\,000$  N/mm<sup>2</sup> und  $G = 76\,900$  N/mm<sup>2</sup>

Es wird angenommen, dass die Streckgrenze und die Zugfestigkeit der Schweißnaht die des Grundmaterials übersteigt.

### Teilsicherheitsbeiwert

Teilsicherheitsbeiwert des Schweißnahtwiderstandes:  $\gamma_{M2} = 1,25$

$\beta_w = 1,0$

Es wird untersucht, ob ein Reduktionsfaktor beim Schweißnahtwiderstand hinsichtlich der Länge berücksichtigt werden muss.

### Statische Berechnung

Es wurde an dieser Stelle näherungsweise eine elastische Berechnung zur Bemessung der rechtwinkligen, gleichschenkligen Kehlnaht unter Berücksichtigung der oben angegebenen Belastung durchgeführt. Eine elastische Berechnung der Schweißnahtverbindung führt zu einer auf der sicheren Seite liegenden Abschätzung des Schweißnahtwiderstandes.

Tabelle 3.1

Abschnitt  
3.2.4

Abschnitt  
3.2.4

Abschnitt  
6.4.1

Tabelle 2.1

Abschnitt  
6.4.2

EN 1993-1-8,  
Satz 2.5



Nr.	Blatt	2	von	9	Index	B
Titel ECSC Stainless Steel Valorisation Project						
Inhalt Bemessungsbeispiel 5 – Geschweißter Anschluss						
Auftraggeber  ECSC	Aufgestellt	IR	Datum	Aug. 2002		
	Geprüft	FH/NB	Datum	Okt. 2002		
	Korrigiert	MEB	Datum	April 2006		

Die Koordinaten eines Punktes ( $x_c, y_c, z_c$ ) auf der Schweißnaht werden angegeben unter Annahme eines Rechtssystems der Koordinatenachsen mit Ursprung im Schwerpunkt der Schweißnaht. (Im vorliegenden Fall wird angenommen, dass das Verbindungsdetail in der y-z-Ebene liegt, so dass durchgehend  $x_c = 0$ )

Hauptziel der elastischen Berechnung ist die Bestimmung der Bemessungslasten in der Schweißnaht an den maßgebenden Bemessungspunkten der Schweißverbindung. Der maßgebende Bemessungspunkt in der Schweißnaht kann als der Punkt angenommen werden, der sich am weitesten vom Schwerpunkt der Verbindung befindet.

Der Lastvektor, seine Exzentrizität und das resultierende Moment, welche auf die Schweißnaht wirken und der Schwerpunkt C können wie folgt ausgedrückt werden:

Aufgebrachte Last

$$\overline{N_{w,Ed}} = [N_{x,Ed}, N_{y,Ed}, N_{z,Ed}]$$

Exzentrizität der aufgebrachten Last

$\overline{e_N} = [e_{xc}, e_{yc}, e_{zc}]$  welche die Koordinaten des Lastangriffspunktes des Lastvektors  $\overline{N_{w,Ed}}$  darstellen

Aufgebrachte Momente

$$M_{xc,Ed} = e_{yc}N_{z,Ed} - e_{zc}N_{y,Ed}$$

$$M_{yc,Ed} = e_{zc}N_{x,Ed} - e_{xc}N_{z,Ed}$$

$$M_{zc,Ed} = e_{xc}N_{y,Ed} - e_{yc}N_{x,Ed}$$

Eine linear-elastische Berechnung der Verbindung für eine allgemeine Lastfallkombination führt zu folgenden Lastkomponenten pro Längeneinheit der Schweißnaht an einem Punkt mit den Koordinaten ( $x_c, y_c, z_c$ ), wo die Schweißnahtdicke  $a$  beträgt:

$$F_{wx,Ed} = a \left[ \frac{N_{x,Ed}}{A_w} + \frac{z_c M_{yc,Ed}}{I_{yc}} - \frac{y_c M_{zc,Ed}}{I_{zc}} \right]$$

$$F_{wy,Ed} = a \left[ \frac{N_{y,Ed}}{A_w} + \frac{x_c M_{zc,Ed}}{I_{zc}} - \frac{z_c M_{xc,Ed}}{I_{xc}} \right]$$

$$F_{wz,Ed} = a \left[ \frac{N_{z,Ed}}{A_w} + \frac{y_c M_{xc,Ed}}{I_{xc}} - \frac{x_c M_{yc,Ed}}{I_{yc}} \right]$$

In den genannten Ausdrücken sind die wirksamen Flächen der Schweißnaht und die Trägheitsmomente bezüglich der Hauptachsen der Schweißverbindungen wie folgt anzusetzen.



Nr.	Blatt	3	von	9	Index	B
Titel ECSC Stainless Steel Valorisation Project						
Inhalt Bemessungsbeispiel 5 – Geschweißter Anschluss						
Auftraggeber ECSC	Aufgestellt	IR	Datum	Aug. 2002		
	Geprüft	FH/NB	Datum	Okt. 2002		
	Korrigiert	MEB	Datum	April 2006		

$A_w = \int a dl = \sum a_i l_i$  für eine Schweißnaht aus geraden Segmenten über die Länge  $l_i$  und der Schweißnahtdicke  $a_i$ ,

$$I_{xc} = \int a(y_c^2 + z_c^2) dl$$

$$I_{yc} = \int a(x_c^2 + z_c^2) dl$$

$$I_{zc} = \int a(x_c^2 + y_c^2) dl$$

Da die Schweißnahtdicke  $a$  konstant ist über die Länge, gilt:

$$\frac{A_w}{a} = \int dl = \sum l_i,$$

Da  $x_c = 0$ ,

$$\frac{I_{zc}}{a} = \int (y_c^2) dl, \quad \frac{I_{yc}}{a} = \int (z_c^2) dl, \quad \frac{I_{xc}}{a} = \int (y_c^2 + z_c^2) dl = \frac{I_{yc}}{a} + \frac{I_{zc}}{a}$$

### Annahmen für die Bemessung

Abschnitt  
6.4.2

Bestimmung der erforderlichen Schweißnahtdicken am maßgebenden Punkt.

Zwei verschiedene Vorgehensweisen werden für die Bemessung von Schweißnähten erlaubt:

Die erste Vorgehensweise basiert auf dem vereinfachten und eher konservativen Nachweis durch Bestimmung der Bemessungsschubspannung für Kehlnähte. Der Bemessungsschub pro Längeneinheit der Schweißnaht an jedem Punkt der Schweißnaht wird definiert als die Summe aller Lastvektoren pro Längeneinheit unter Berücksichtigung aller Lasten und Momente, die über die Schweißnaht übertragen werden sollen. Dieser Bemessungsschub pro Längeneinheit sollte nicht die Tragfähigkeit pro Längeneinheit, die sich aus der Bemessungsschubfestigkeit multipliziert mit der Nahtdicker ergibt. Diese Näherung vernachlässigt die Orientierung der Schweißnahtfläche in Bezug auf die resultierende Einwirkungsrichtung der Lasten auf die Schweißnaht.

Die zweite Vorgehensweise basiert auf dem Vergleichsspannungsnachweis nach Von Mises, worin die Tragfähigkeit des schwächeren Bereichs der Schweißnaht mit der Bemessungseinwirkung verglichen wird. Diese Näherung ist die präziseste Lösung, da sie die Orientierung der Schweißnahtfläche und die resultierende Richtung der Einwirkung pro Längeneinheit berücksichtigt.

#### 1. Vereinfachtes Verfahren zur Bestimmung der Bemessungsschubspannung der Schweißnaht

Die Untersuchung des Bemessungswiderstandes der Kehlnaht wird wie folgt durchgeführt:

$$F_{w,Ed} = \sqrt{F_{wx,Ed}^2 + F_{wy,Ed}^2 + F_{wz,Ed}^2} \leq F_{w,Rd} = a f_{vw,d} = a \left( \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}} \right)$$

EN 1993-1-8,  
Satz 4.5.3.3



Nr.	Blatt	4	von	9	Index	B
Titel ECSC Stainless Steel Valorisation Project						
Inhalt Bemessungsbeispiel 5 – Geschweißter Anschluss						
Auftraggeber ECSC	Aufgestellt	IR	Datum	Aug. 2002		
	Geprüft	FH/NB	Datum	Okt. 2002		
	Korrigiert	MEB	Datum	April 2006		

Worin:

$f_{vw,d}$  ist die Schubtragfähigkeit der Schweißnaht

$F_{w,Rd}$  ist die Schubtragfähigkeit einer Schweißnaht der Schweißnahtdicke  $a$  pro Längeneinheit

Für Edelstahl kann für  $\beta_w = 1.0$  angenommen werden.

Wenn im Rahmen der Bemessung die erforderliche Nahtdicke bestimmt werden soll, kann nach folgender Bemessungsformel vorgegangen werden:

$$a \geq \frac{F_{w,Ed}}{f_{vw,d}}$$

## 2. Vergleichsspannungsnachweis der Schweißnaht

In diesem Näherungsverfahren ist die Von Mises-Vergleichsspannung in der Schweißnaht mit der Schubtragfähigkeit der Schweißnaht zu vergleichen. Generell muss dafür die in der Schweißnaht vorherrschende Spannung  $\sigma_{\perp}$ ,  $\tau_{\perp}$  und  $\tau_{||}$  ermittelt werden unter Berücksichtigung der Orientierung der Schweißnahtfläche und der Wirkungsrichtung der resultierenden Belastung pro Längeneinheit.

Die Bemessungsformel ist im folgenden angegeben:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

Unabhängig davon ist die Normalspannung zu prüfen:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{0.9 f_u}{\gamma_{M2}}$$

Im vorliegenden Fall der zu untersuchenden rechtwinkligen (gleichschenkligen) Kehlnähte ist dieser letztgenannte Nachweis nicht maßgebend. Er könnte jedoch insbesondere für nicht durchgeschweißte Nähte in abgeschrägten Verbindungen maßgebend sein.

Alternativ zur Berechnung der Spannungen ( $\sigma_{\perp}$ ,  $\tau_{\perp}$  und  $\tau_{||}$ ) in der Schweißnaht kann der folgende Nachweis in y-z-Ebene für rechtwinklige Schweißnähte (gleichschenklig) geführt werden:

$$2F_{w,x}^2 + 2F_{w,y}^2 + 2F_{w,z}^2 + F_{w,y}^2 \cos^2 \theta + F_{w,z}^2 \sin^2 \theta - 2F_{w,x} F_{w,y} \sin \theta + 2F_{w,x} F_{w,z} \cos \theta + 2F_{w,y} F_{w,z} \sin \theta \cos \theta \leq \left( a \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \right)^2$$

*Anmerkung: Die Indizes wurden gekürzt:  $F_{w,x}$  für  $F_{w,x,Ed}$  etc.*

Im oben genannten Ausdruck beschreibt  $\theta$  den Winkel zwischen der y-Achse und der Achse der Schweißnaht wie der folgenden Abbildung zu entnehmen ist.

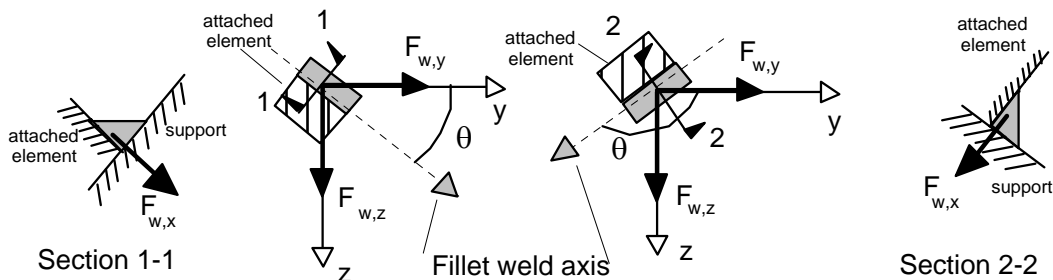
Abschnitt  
6.4.2

Gleich. 6.12a

Gleich 6.12b



Nr.	Blatt	5	von	9	Index	B
Titel ECSC Stainless Steel Valorisation Project						
Inhalt Bemessungsbeispiel 5 – Geschweißter Anschluss						
Auftraggeber ECSC	Aufgestellt	IR	Datum	Aug. 2002		
	Geprüft	FH/NB	Datum	Okt. 2002		
	Korrigiert	MEB	Datum	April 2006		



**Die Lastkomponenten am maßgebenden Punkt der Schweißnaht werden bestimmt im Anhang dieses Bemessungsbeispiels.**

### 1. Bemessung nach dem vereinfachten Verfahren durch Bestimmung der Bemessungsschubspannung

Die Bemessungsschubspannung für den vereinfachten Nachweis bestimmt sich wie folgt:

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2} \sqrt{3}} = \frac{530}{1,0 \times 1,25 \times \sqrt{3}} \approx 245 \text{ N/mm}^2$$

Der Wert der resultierenden Einwirkung pro Längeneinheit einer Schweißnaht der Dicke 1mm ergibt sich wie folgt:

$$F_{w,Ed} = \sqrt{F_{wx,Ed}^2 + F_{wy,Ed}^2 + F_{wz,Ed}^2} = \sqrt{243^2 + 747^2 + 966^2} = 1245 \text{ N/mm}$$

Die erforderliche Schweißnahtdicke beträgt somit:

$$a \geq \frac{F_{w,Ed}}{f_{vw,d}} = \frac{1245}{245} \approx 5,0 \text{ mm}$$

EN 1993-1-8,  
Gleich. 4.4

### 2. Schweißnahtbemessung durch Vergleichsspannungsnachweis

Die Tragfähigkeit des Schweißguts wird wie folgt ermittelt:

$$\frac{0,9 f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 530}{1,25} = 381,6 \text{ N/mm}^2$$

Darin ist  $f_u$  die Zugfestigkeit des schwächeren angebundenen Teils

Am Punkt (a), wo  $\theta = 0^\circ$  beträgt, lautet der Nachweis:

$$2F_{wx,Ed}^2 + 3F_{wy,Ed}^2 + 2F_{wz,Ed}^2 + 2F_{wx,Ed}F_{wz,Ed} \leq \left( a \frac{f_u}{\gamma_{Mw}} \right)^2$$

Die erforderliche Schweißnahtdicke hierfür beträgt:

Gleich. 6.12b



**Centre Technique  
Industriel de la  
Construction Méallique**

102, Route de Limours  
F-78471 St Rémy Lès Chevreuse Cedex  
France  
Tel : +33 (0)1 30 85 25 00  
Fax : +33 (0)1 30 52 75 38

**Statikpapier**

Nr.	Blatt	6	von	9	Index	B
Titel ECSC Stainless Steel Valorisation Project						
Inhalt Bemessungsbeispiel 5 – Geschweißter Anschluss						
Auftraggeber  ECSC	Aufgestellt	IR	Datum	Aug. 2002		
	Gepüft	FH/NB	Datum	Okt. 2002		
	Korrigiert	MEB	Datum	April 2006		

$$a \geq \frac{\sqrt{2 \times (-243)^2 + 3 \times (747)^2 + 2 \times (966)^2 + 2 \times (-243) \times (966)}}{381,6} = 4,7 \text{ mm}$$

Wähle eine Schweißnaht der Dicke 5 mm. Es wird angenommen, dass die Schweißnaht über die volle Länge in der erforderlichen Dicke ausgeführt wird.

Anmerkung:

Ein Reduktionsfaktor ist zu berücksichtigen für Verbindungen, bei denen die wirksame Länge der Schweißnaht größer ist als  $150a$ . Der Reduktionsfaktor erscheint weniger relevant für die vorliegende Schweißverbindung. Trotz dessen erhält man bei Bewertung der vollen Länge der Schweißverbindung und einer Schweißnahtdicke von 5 mm folgendes:

$$\beta_{LW,1} = 1,2 - 0,2L_j / (150a) = 1,2 - 0,2(600) / (150 \times 5) = 1,04 \quad \text{Setze } \beta_{LW,1} = 1,0$$

Es wird daraus geschlossen, dass der Ansatz eines Reduktionsfaktors auf die Bemessungsfestigkeit der Schweißnaht nicht erforderlich ist.

EN 1993-1-8,  
Gleich. 4.9



Nr.	Blatt	7	von	9	Index	B
Titel ECSC Stainless Steel Valorisation Project						
Inhalt Bemessungsbeispiel 5 – Geschweißter Anschluss						
Auftraggeber ECSC	Aufgestellt	IR	Datum	Aug. 2002		
	Geprüft	FH/NB	Datum	Okt. 2002		
	Korrigiert	MEB	Datum	April 2006		

## Anhang – Berechnung der Kraftkomponenten am kritischen Punkt der Schweißnaht

### Geometrische Eigenschaften der Schweißverbindung

Es sind zwei gleiche Schweißverbindungen vorhanden, eine auf jeder Seite der Stütze, die gegenüber der aufgetragenen Last ausreichend zu dimensionieren sind.

Nur eine der Schweißnähte muss untersucht werden. Sie liegt in der y-z-Ebene.

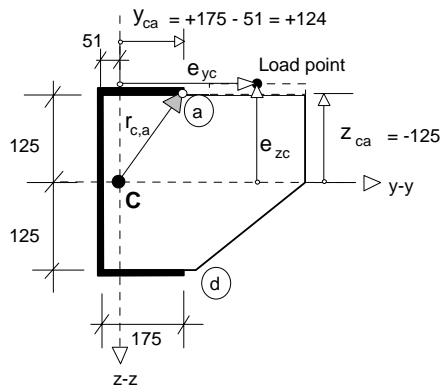
#### Schweißnahtfläche und Lage des Schwerpunktes und des maßgebenden Punktes

Die Schweißnahtfläche (wirksamer Querschnitt) der einzelnen Naht bei Zusammensetzung aus geraden Segmenten über die Länge  $L_i$  und konstanter Nahtdicke  $a$  beträgt je Millimeter der Schweißnahtdicke:

$$\frac{A_w}{a} = \frac{a \int ds}{a} = \frac{\sum A_{w,i}}{a} = \frac{\sum a L_{w,i}}{a} = \sum L_i = (2 \times 175 + 250) = 600 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Abstand des Schwerpunktes der Schweißnaht von der vertikalen Flanke (parallel zur z-Achse) bei konstanter Nahtdicke  $a$ :

$$\bar{y} = \frac{\sum \bar{y}_i (A_{w,i} / a)}{\sum A_{w,i} / a} = \frac{\sum \bar{y}_i L_i}{\sum L_i} = \frac{2 \times (87,5 \times 175) + (0 \times 250)}{600} \approx 51 \text{ mm}$$



Die Koordinaten der Lage des maßgebenden Punktes der Schweißverbindung, Punkt (a), in Bezug auf die Hauptachsen durch den Schwerpunkt (C) sind im Folgenden gegeben:

$$y_{ca} = +(175 - 51) = +124 \text{ mm} \quad z_{ca} = -125 \text{ mm}$$

Anmerkung: der Punkt (d) könnte ebenso als ein maßgebender Punkt gewählt werden, für den gilt:

$$y_{cd} = +(175 - 51) = +124 \text{ mm} \quad z_{cd} = +125 \text{ mm}$$

Für die zu bewertende Lastfallkombination ist jedoch Punkt (a) maßgebend.

#### Trägheitsmomente des wirksamen Querschnitts der Verbindung

Für jede der Verbindungen, für jeden Millimeter Schweißnahtdicke:



Nr.	Blatt	8	von	9	Index	B
Titel ECSC Stainless Steel Valorisation Project						
Inhalt Bemessungsbeispiel 5 – Geschweißter Anschluss						
Auftraggeber ECSC	Aufgestellt	IR	Datum	Aug. 2002		
	Geprüft	FH/NB	Datum	Okt. 2002		
	Korrigiert	MEB	Datum	April 2006		

$$\frac{I_{yc}}{a} = \int z_c^2 ds = 2 \times 175 \times 125^2 + 250^3 / 12 = 6,77 \times 10^6 \text{ mm}^4/\text{mm}$$

$$\frac{I_{zc}}{a} = \int y_c^2 ds = 250 \times 51^2 + 2 \times 175^3 / 12 + 2 \times 175 \times (87,5 - 51)^2 = 210 \text{ mm}^4/\text{mm}$$

Das Torsionsträgheitsmoment pro Schweißnaht berechnet sich wie folgt:

$$I_{xc} = a \int r_c^2 ds = a \int y_c^2 ds + a \int z_c^2 ds = I_{zc} + I_{yc}$$

So dass

$$\frac{I_{xc}}{a} = (6,77 + 2,01) \times 10^6 = 8,78 \times 10^6 \text{ mm}^4/\text{mm}$$

#### Zu übertragende Lasten und Momente

Es wird angenommen, dass die wirkenden Lasten und Momente gleichermaßen auf die beiden Schweißnähte verteilt werden.

Die einwirkende Normalkraft und Querkraft pro Naht ergeben sich wie folgt:

$$N_{x,Ed} = -\frac{20}{2} = -10 \text{ kN}, \quad N_{y,Ed} = +\frac{30}{2} = +15 \text{ kN},$$

$$N_{z,Ed} = +\frac{300}{2} = +150 \text{ kN}$$

Die einwirkenden Momente ergeben sich aus den wirkenden Lasten und ihrer Exzentrizitäten. Die Exzentrizitäten, d.h. die Koordinaten der Lastangriffspunkte, sind:

$$e_{xc} = 0 \text{ da der Lastangriffspunkt in der y-z-Ebene angenommen wird,}$$

$$e_{yc} = (300 - 100 + 175 - 51) = +324 \text{ mm,}$$

$$e_{zc} = -140 \text{ mm}$$

Die wirkenden Momente je Naht ergeben sich zu:

$$M_{xc,Ed} = e_{yc} N_{z,Ed} - e_{zc} N_{y,Ed} = (+324) \times (+150) - (-140) \times (+15) = +50,7 \text{ kNm}$$

$$M_{yc,Ed} = e_{zc} N_{x,Ed} - e_{xc} N_{z,Ed} = (-140) \times (-10) - (0) \times (+150) = +1,4 \text{ kNm}$$

$$M_{zc,Ed} = e_{xc} N_{y,Ed} - e_{yc} N_{x,Ed} = (0) \times (+15) - (+324) \times (-10) = +3,24 \text{ kNm}$$

#### **Lastkomponenten am maßgebenden Punkt der Schweißnaht**

Für die Verbindung in y-z-Ebene ergeben sich folgende Lastkomponenten pro Längeneinheit der Schweißnaht am Punkt (a) zu:





Nr.	Blatt	9	von	9	Index	B
Titel ECSC Stainless Steel Valorisation Project						
Inhalt Bemessungsbeispiel 5 – Geschweißter Anschluss						
Auftraggeber ECSC	Aufgestellt	IR	Datum	Aug. 2002		
	Geprüft	FH/NB	Datum	Okt. 2002		
	Korrigiert	MEB	Datum	April 2006		

$$F_{w,x,Ed} = \frac{N_{x,Ed}}{A_w / a} + \frac{z_{ca} M_{yc,Ed}}{I_{yc} / a} - \frac{y_{ca} M_{zc,Ed}}{I_{zc} / a}$$

$$F_{w,y,Ed} = \frac{N_{y,Ed}}{A_w / a} - \frac{z_{ca} M_{xc,Ed}}{I_{xc} / a}$$

$$F_{w,z,Ed} = \frac{N_{zc,Ed}}{A_w / a} + \frac{y_{ca} M_{xc,Ed}}{I_{xc} / a}$$

Die Beiträge zu den Lastkomponenten der Schweißnaht (an allen Punkten der Schweißverbindung) aus den einwirkenden Normalkräften sind die folgenden:

$$F_{w,x}^{N_x} = \frac{N_{x,Ed}}{A_w / a} = \frac{-10}{600} = -0,017 \text{ kN/mm}$$

$$F_{w,y}^{N_y} = \frac{N_{y,Ed}}{A_w / a} = \frac{+15}{600} = +0,025 \text{ kN/mm}$$

$$F_{w,z}^{N_z} = \frac{N_{z,Ed}}{A_w / a} = \frac{+150}{600} = +0,25 \text{ kN/mm}$$

Die verschiedenen Beiträge zu den Lastkomponenten pro Einheitslänge der Schweißnaht am Punkt (a) aus den einwirkenden Momenten sind die folgenden:

$$F_{w,y}^{M_{xc}} = -M_{xc,Ed} \frac{z_{c,a}}{(I_{xc} / a)} = -50,7 \times 10^6 \times \frac{(-125)}{8,78 \times 10^6} = +722 \text{ N/mm}$$

$$F_{w,z}^{M_{xc}} = +M_{xc,Ed} \frac{y_{c,a}}{(I_{xc} / a)} = +50,7 \times 10^6 \times \frac{(+124)}{8,78 \times 10^6} = +716 \text{ N/mm}$$

$$F_{w,x}^{M_{yc}} = +M_{yc,Ed} \frac{z_{c,a}}{(I_{yc} / a)} = +1,41 \times 10^6 \times \frac{(-125)}{6,77 \times 10^6} = -26 \text{ N/mm}$$

$$F_{w,x}^{M_{zc}} = -M_{zc,Ed} \frac{y_{c,a}}{(I_{zc} / a)} = -3,24 \times 10^6 \times \frac{(+124)}{2,01 \times 10^6} = -200 \text{ N/mm}$$

Bei Kombination der Beiträge am Punkt (a) aus Kräften und Momenten erhält man:

$$F_{w,x,Ed} = F_{w,x}^{N_x} + F_{w,x}^{M_{yc}} + F_{w,x}^{M_{zc}} = -17 -26 -200 = -243 \text{ N/mm}$$

$$F_{w,y,Ed} = F_{w,y}^{N_y} + F_{w,y}^{M_{xc}} = +25 +722 = +747 \text{ N/mm}$$

$$F_{w,z,Ed} = F_{w,z}^{N_z} + F_{w,z}^{M_{xc}} = +250 +716 = +966 \text{ N/mm}$$

Diese resultierenden Lastkomponenten pro Einheitslänge gelten für Schweißverbindungen mit einer Schweißnahtdicke von 1mm über die volle wirksame Länge.

