



VTT TECHNICAL RESEARCH  
CENTRE OF FINLAND  
VTT BUILDING AND TRANSPORT  
Kemistintie 3, Espoo  
P.O.Box 1805, FIN-02044 VTT, Finland  
Telephone: + 358 9 4561  
Fax: + 358 9 456 7003

**Statikpapier**

Nr.	R0SU00658	Blatt	1 von 3	Index	B
Titel		ECSC Stainless Steel Valorisation Project			
Inhalt		Bemessungsbeispiel 4 – Ermüdungsfestigkeit einer geschweißten Verbindung eines Hohlprofils			
Auftraggeber ECSC	Aufgestellt	AAT	Datum	Juni 2002	
	Gepüft	JEK	Datum	Juni 2002	
	Korrigiert	MEB	Datum	April 2006	

**BEMESSUNGSBEISPIEL 4 - ERMÜDUNGSFESTIGKEIT EINER GESCHWEIßTEN VERBINDUNG EINES HOHLPROFILS**

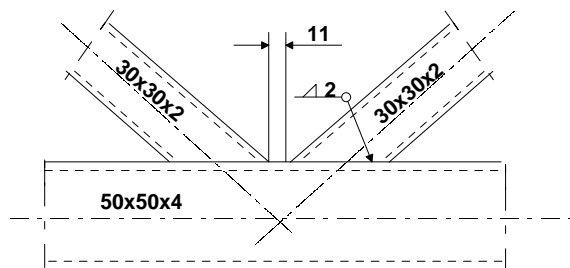
Dieses Beispiel bewertet die Ermüdungsfestigkeit eines geschweißten Knotens aus Hohlprofilen. Ermüdung kann in Edelstahlkonstruktionen zu Problemen führen, die auf sich wiederholende Schwankungen der Spannung zurückzuführen sind. Ermüdung von geschweißten Verbindungen mit Hohlprofilen kann beispielsweise ein Problem auf Öl-Plattformen, bei Masten, Kaminen, Brücken, Kränen, und Transporteinrichtungen sein.

EN 1993-1-9:2005 ist anwendbar, um die Ermüdungsfestigkeit von Edelstahl abzuschätzen. Die in diesem Beispiel genannten Abschnitte und Empfehlungen beziehen sich auf EN 1993-1-9:2005.

Dieses Beispiel zeigt die folgenden Bemessungsschritte für eine Ermüdungsuntersuchung:

- Bestimmung der Ermüdungsfestigkeitskurve
- Bestimmung der sekundären Anschlussmomente
- Bestimmung des Teilsicherheitsbeiwertes für Ermüdungsfestigkeit
- Ermüdungsuntersuchung für unterschiedliche Amplituden Belastung.

Der Knoten der Verbindung ist ausgeführt aus RHS 50x50x4 und Streben RHS 30x30x2. Es handelt sich um die Edelstahlsorte 1.4301 mit einer 0,2% Streckgrenze von 220 N/mm<sup>2</sup>.





**Einwirkungen**

Die ermittelte Beanspruchung des Knotens durch Schwingung während der geforderten Lebensdauer ist:

Nennspannungsschwingbreite	Anzahl der Lastwechsel
$\Delta\sigma_1 = 100 \text{ N/mm}^2$	$n_1 = 10 \times 10^3$
$\Delta\sigma_2 = 70 \text{ N/mm}^2$	$n_2 = 100 \times 10^3$
$\Delta\sigma_3 = 40 \text{ N/mm}^2$	$n_3 = 1000 \times 10^3$

Abschnitt 8

 <p>VTT TECHNICAL RESEARCH CENTRE OF FINLAND VTT BUILDING AND TRANSPORT Kemistintie 3, Espoo P.O.Box 1805, FIN-02044 VTT, Finland Telephone: + 358 9 4561 Fax: + 358 9 456 7003</p> <p><b>Statikpapier</b></p>	Nr.	R0SU00658	Blatt	2 von 3	Index	B	
	Titel						ECSC Stainless Steel Valorisation Project
	Inhalt						Bemessungsbeispiel 4 – Ermüdungsfestigkeit einer geschweißten Verbindung eines Hohlprofils
	Auftraggeber	Aufgestellt		AAT	Datum		Juni 2002
ECSC	Geprüft		JEK	Datum		Juni 2002	
	Korrigiert		MEB	Datum		April 2006	
<p><b>Berechnung</b></p> <p>Der Kerbfall der Verbindung hängt von den Dimensionen des Knotens und der Streben ab. In diesem Beispiel sind <math>b_0 = 50 \text{ mm}</math>, <math>b_i = 30 \text{ mm}</math>, <math>t_0 = 4 \text{ mm}</math> und <math>t_i = 2 \text{ mm}</math>.</p> <p>Da <math>t_0 / t_i = 2</math> handelt es sich um Kerbfall 71.</p> <p>Da <math>0,5(b_0 - b_i) = 10 \text{ mm}</math>, <math>g = 11 \text{ mm}</math>, <math>1,1(b_0 - b_i) = 22 \text{ mm}</math> und <math>2t_0 = 8 \text{ mm}</math> genügt die Verbindung auch den Bedingungen <math>0,5(b_0 - b_i) \leq g \leq 1,1(b_0 - b_i)</math> und <math>g \geq 2t_0</math>.</p> <p><b>Einfluss aus sekundären Anschlussmomenten</b></p> <p>Der Einfluss aus sekundären Anschlussmomenten wird durch Multiplikation der Schwingbreite, die aufgrund von axialen Stabkräften entsteht, mit dem Koeffizient <math>k_{1,0} = 1,5</math> berücksichtigt</p> <p><b>Teilsicherheitsbeiwert</b></p> <p>Wenn der Struktur Robustheit unterstellt wird und die Folge eines Versagens klein ist, ist der Sicherheitsfaktor für Ermüdungsfestigkeit <math>\gamma_{Mf} = 1,0</math>.</p> <p>Teilsicherheitsfaktor für Lasteinwirkung ist <math>\gamma_{Ff} = 1,0</math>.</p> <p><b>Ermüdungsuntersuchung</b></p> <p>Bezugsspannungsschwingbreite entsprechend <math>2 \times 10^6</math> Spannungswechsels für Kerbfall 71 ist:</p> <p><math>\Delta\sigma_c = 71 \text{ N/mm}^2</math></p> <p>Die Ermüdungsfestigkeitskurve für Fachwerkträger hat eine konstante Steigung <math>m = 5</math></p> <p>Die Anzahl der Spannungsspiele entsprechend der Nennschwingbreite <math>\Delta\sigma_i</math> ist</p> $N_i = 2 \times 10^6 \left[ \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf} \gamma_{Ff} (k_{1,0} \Delta\sigma_i)} \right]^m \text{ und}$ <p> <math>\Delta\sigma_1 = 100 \text{ N/mm}^2</math>      <math>N_1 = 47,5 \times 10^3</math>  <math>\Delta\sigma_2 = 70 \text{ N/mm}^2</math>      <math>N_2 = 283 \times 10^3</math>  <math>\Delta\sigma_3 = 40 \text{ N/mm}^2</math>      <math>N_3 = 4640 \times 10^3</math> </p>						<p>Die unten genannten Referenzen beziehen sich auf EN 1993-1-9:2005</p> <p>Tabelle 8.7</p> <p>Tabelle 8.7</p> <p>Satz 4 (2), Tabelle 4.1</p> <p>Satz 3 (7), Tabelle 3.1</p> <p>Bild 7.1</p>	

 <b>VTT TECHNICAL RESEARCH</b> <b>CENTRE OF FINLAND</b> VTT BUILDING AND TRANSPORT Kemistintie 3, Espoo P.O.Box 1805, FIN-02044 VTT, Finland Telephone: + 358 9 4561 Fax: + 358 9 456 7003 <b>Statikpapier</b>	Nr.	R0SU00658	Blatt	3 von 3	Index	B	
	Titel						ECSC Stainless Steel Valorisation Project
	Inhalt						Bemessungsbeispiel 4 – Ermüdungsfestigkeit einer geschweißten Verbindung eines Hohlprofils
	Auftraggeber	Aufgestellt		AAT	Datum		Juni 2002
ECSC	Geprüft		JEK	Datum		Juni 2002	
	Korrigiert		MEB	Datum		April 2006	
<b>Schadensakkumulation nach Palmgren-Miner</b> Teilversagen aufgrund von $n_i$ Wechseln der Schwingbreite $\Delta\sigma_i$ ist $D_{d,i} = n_{Ei} / N_{Ei}$ . Hierfür gilt für						A.5 (1)	
$\Delta\sigma_1 = 100 \text{ N/mm}^2$ $D_{d,1} = 0,21$ $\Delta\sigma_2 = 70 \text{ N/mm}^2$ $D_{d,2} = 0,35$ $\Delta\sigma_3 = 40 \text{ N/mm}^2$ $D_{d,3} = 0,22$							
Die Schadensakkumulation während der Lebensdauer $D_d = \sum_i^n \frac{n_{Ei}}{N_{Ri}} = \sum D_{d,i} = 0,78$						A.5 (1)	
Da die Schadensakkumulation kleiner als 1 ist, ist die berechnete Bemessungslebensdauer des Knotens größer als die erforderliche Lebensdauer.						Satz 8(4)	
Die oben beschriebene Vorgehensweise ist ebenso für die Strebe durchzuführen.							

