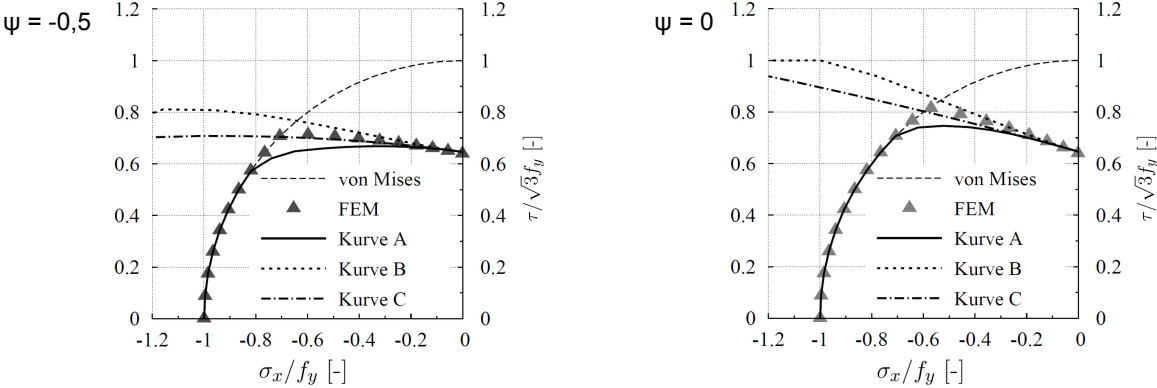


## Auslegungen zu DIN EN 1993-1-5:2010-12

## „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-5 Plattenförmige Bauteile“

Abschnitt	Absatz	Frage-Nr.	Frage	Auslegung	Datum
10			<p>Frage 1: Wird zur Bestimmung von <math>\alpha_{ult}</math> die maximale Druckspannung oder die betragsmäßig größte Spannung (Zugspannungen möglich) verwendet?</p> <p>Frage 2: Wird in der Interaktionsgleichung der Nachweis mit der Druck- oder der Zugspannung geführt?</p> <p>Frage 3: Unterweger/Kettler empfehlen auf eine Extrapolation der kritischen Knickspannung <math>\sigma_{cr,sl}</math> der Längssteife auf den Rand zu verzichten. Wird diese Vorgehensweise ebenfalls vorgeschlagen?</p>	<p>a) Zu Frage 1 &amp; 2: Bei der Ermittlung von <math>\alpha_{ult}</math> führt der Ansatz von betragsmäßig größeren Zugspannungen zu geringeren Schlankheiten, während dies wiederum in der Nachweisgleichung zu höheren Ausnutzungen führt. Somit wirken diese zwei Effekte „gegeneinander“. Zurzeit existiert ein laufendes DASt-AiF Forschungsvorhaben „Beulen mehrachsiger beanspruchter Platten“, in dem diese Fragestellung geklärt werden soll. Abbildung 1 zeigt exemplarisch für untersuchte Fälle verschiedene „Interpretationsmöglichkeiten“ des Nachweisvorgehens im Vergleich mit FE-Berechnungen. Man erkennt, dass ein Ansatz der betragsmäßig höheren Spannungen unter den FE-Ergebnissen liegen und die Interaktionskurve automatisch in die von-Mises Bedingung übergeht (Interpretation A). Ein Ansatz von betragsmäßig höheren Zugspannungen für <math>\alpha_{ult}</math> und nur Druckspannungen im Nachweis führt mitunter zu größeren, d.h. nicht konservativen Werten (Interpretation B), während eine lokale Betrachtung am Druckrand (Interpretation C) zu sehr guten Ergebnissen im Vergleich mit FE-Berechnungen führt. Es wird darauf hingewiesen, dass dann zusätzlich ein Nachweis am Zugrand zu führen wäre oder gewisse Teilplastizierungen in Kauf genommen werden.</p> <p>b) Zu Frage 3: Es wird an dieser Stelle betont, dass die von Unterweger/Kettler [1] vorgeschlagene Vereinfachung nicht allgemein gilt, sondern, basierend auf den von [1] durchgeführten FE-Untersuchungen, beschränkt wird auf maximal zwei Längssteifen im Druckbereich. Gerade für Längssteifen nahe der Nulllinie, führt die Extrapolation der kritischen Spannung zum Druckrand bekanntermaßen zu einer Überschätzung des knickstabähnlichen Verhaltens, so dass die vorgeschlagene Modifikation zu durchaus wirtschaftlicheren Ergebnissen führt.</p> <p>[1] Unterweger, H.; Kettler, M.: Plattenbeulen nach Eurocode EN 1993-1-5 und Vergleich mit den (alten) nationalen Normen DIN bzw. ÖNORM, 36. Stahlbauseminar 2014 in Neu-Ulm.</p>	

Abschnitt	Absatz	Frage-Nr.	Frage	Auslegung	Datum																				
			<p>– Untersuchungen an einer unausgesteiften Platte (<math>b/t = 100, \alpha = 2</math>)</p> <table border="1" data-bbox="748 260 1592 456"> <thead> <tr> <th></th> <th><math>\alpha_{cr}</math></th> <th><math>\alpha_{ult}</math></th> <th>Nachweisgleichung</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Interpretation A</td> <td>Druck+Zug</td> <td>Druck+Zug</td> <td>Druck+Zug</td> <td>→ ok</td> </tr> <tr> <td>Interpretation B</td> <td>Druck+Zug</td> <td>Druck+Zug</td> <td>Druck</td> <td>→ unsicher</td> </tr> <tr> <td>Interpretation C</td> <td>Druck+Zug</td> <td>Druck</td> <td>Druck</td> <td>→ ok</td> </tr> </tbody> </table>  <p>Abbildung 1: Untersuchungen an einer unausgesteiften Platte unter Biegung und Schub</p>		$\alpha_{cr}$	$\alpha_{ult}$	Nachweisgleichung		Interpretation A	Druck+Zug	Druck+Zug	Druck+Zug	→ ok	Interpretation B	Druck+Zug	Druck+Zug	Druck	→ unsicher	Interpretation C	Druck+Zug	Druck	Druck	→ ok		
	$\alpha_{cr}$	$\alpha_{ult}$	Nachweisgleichung																						
Interpretation A	Druck+Zug	Druck+Zug	Druck+Zug	→ ok																					
Interpretation B	Druck+Zug	Druck+Zug	Druck	→ unsicher																					
Interpretation C	Druck+Zug	Druck	Druck	→ ok																					
10	Gl. 10.5	2016-05	<p>FRAGE 1: Im ECCS Eurocode Design Manual wird eine von EN 1993-1-5, Gl. 10.5 abweichende Formel verwendet. Fehlt das Wurzelzeichen in EN 1993-1-5?</p> <p>Frage 2: Auf welcher mechanischen Grundlage ergibt sich die Formel?</p> <p>FRAGE 3: Sind Einschränkungen bei der Anwendung der Formel zu beachten?</p>	<p>Die beiden Gleichungen sind äquivalent. Durch beide Gleichungen werden Vergleichswerte bestimmt, die für sichere Auslegungen Beträge <math>&lt; 1</math> und für Versagen Beträge <math>&gt; 1</math> annehmen.</p> <p>Beide o. g. Formeln haben den gleichen mechanischen Hintergrund und gehen im Grenzfall geringer Schlankheit auf die Hypothese der Gestaltänderung nach von Mises über. Übersteigt die Vergleichsspannung dieser Hypothese die elastische Grenzspannung über (Fließgrenze), tritt Fließen des Materials ein. Wenn man die Wurzel in der Gleichung hat, wird der Übergang zur Vergleichsspannung deutlicher.</p> <p>Die Formel ist für alle duktilen Stähle bei statischer Beanspruchung einsetzbar. Hier gibt es keine Einschränkungen. Allerdings ist mit der neuesten Änderung des nationalen Anhangs eine Anpassung der Gleichung für den Fall biaxialen Druck zu beachten. Das ist ein Fall, der sicher im Hochbau relativ selten auftritt, aber beim Einschub von Brücken rele-</p>	2017-10																				

Abschnitt	Absatz	Frage-Nr.	Frage	Auslegung	Datum
				<p>vant wird. Außerdem werden bei der Berücksichtigung von Längssteifen durch den Nationalen Anhang zu DIN EN 1993-1-5, NCI 4.5.1 (3) [1] Grenzen hinsichtlich der bezogenen Steifigkeit <math>\gamma</math> &lt; 25 ist (<math>\gamma</math> nach DIN EN 1993-1-5:2010-12, Anhang A), sind zu vernachlässigen.“ Für die von Ihnen für das Fallbeispiel betrachteten Parameterkombinationen haben wir die bezogenen Steifigkeiten in Tab. 1 ermittelt. Im rot markierten Bereich sind demnach die Steifen zu vernachlässigen.</p>	
Anhang C		2015-15	<p>Bei der Durcharbeitung von DIN EN 1993-1-5:2010-12, Anhang C (informativ), <i>Berechnungen mit der Finite-Element-Methode(FEM)</i> finde ich unter „C.9 Teilsicherheitsbeiwerte“, (2) einen Hinweis zu „alpha 1“: „siehe EN 1990, Anhang D“.</p> <p>In diesem Normenanhang (mein Stand 2010-12) „Versuchsgestützte Bemessung“ finde ich jedoch weder den griechischen Buchstaben „alpha 1“, noch eine Bemerkung, die im Zusammenhang mit „Finite Elemente“ stehen könnte.</p> <p>Ich vermute einen Tippfehler, der zu einer falschen Norm führt, oder liegt eine Fehlinterpretation vor?</p>	<p>Grundsätzlich gilt: ein FEM-Modell muss nicht nur die Traglasten, sondern in der Regel auch das Last-Verformungsverhalten korrekt, d.h. mit allen maßgebenden Effekten, abbilden. Der von Ihnen genannte Absatz in EN 1993-1-5 Anhang C ist wie folgt zu verstehen.</p> <p>FEM Modelle müssen validiert werden, was zum Beispiel anhand eines Vergleichs mit Versuchsergebnissen erfolgen kann. Wenn Versuche als Basis herangezogen werden, muss beachtet werden, dass nicht einfach Versuchsergebnisse direkt verwendet werden dürfen. Weil Versuche einer Streuung unterliegen, sind diese zuvor einer statistischen Auswertung zu unterziehen – zum Beispiel nach EN 1990 Anhang D. <math>\alpha_1</math> nach EN 1993-1-5 ist dann der Faktor zwischen FEM-Ergebnis und Ergebnis aus der statistischen Auswertung der Versuche.</p> <p>Als (informative) Ergänzung: Alternativ kann ein FEM Modell zum Beispiel anhand von mechanischen Modellen validiert werden. Auch hier muss <math>\alpha_1</math> ggf. Abweichungen zwischen Modell und Wirklichkeit berücksichtigen.</p> <p>Der Nationale Anhang DIN EN 1993-1-5/NA enthält in Abschnitt NCI zu C.9(2) weitere Hinweise.</p>	2017-05