



bis 2012



ab Winter 2014/15



derzeit

Melanie Tscharnig
(Sekretariat)



Gerhard Lener
(Univ.-Prof., Arbeitsbereichsleiter)



wissenschaftliche Mitarbeiter

Daniel Rubin
(Univ. -Ass., PostDoc)

Ralph Timmers
(Univ. -Ass., PhD Student)

Robert Lang
(Univ. -Ass., PhD Student)



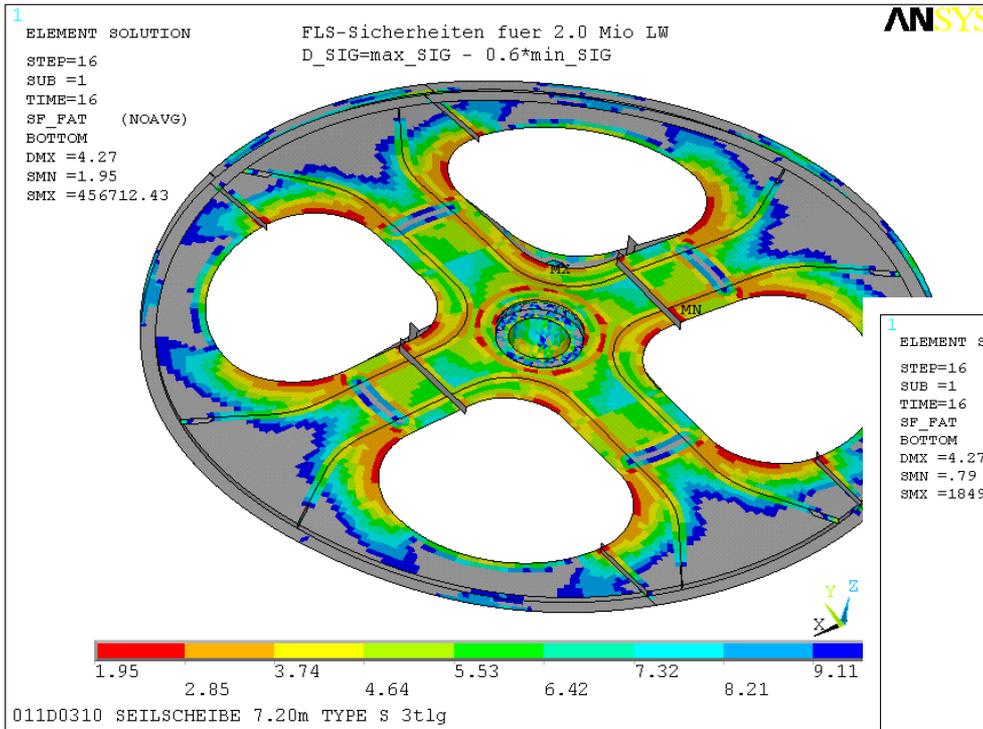
<http://www.uibk.ac.at/stahlbau/>

- + Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik
- + Ermittlung der Gesamtlebensdauer von Metalltragwerken
- + Bauteiloptimierung
- + Entwicklungen zum Plattenbeulen
- + Softwareentwicklung für den Stahlbau
- + Förderung der Verbundbauweise im Hochbau
- + offen für Fragen aus der Praxis

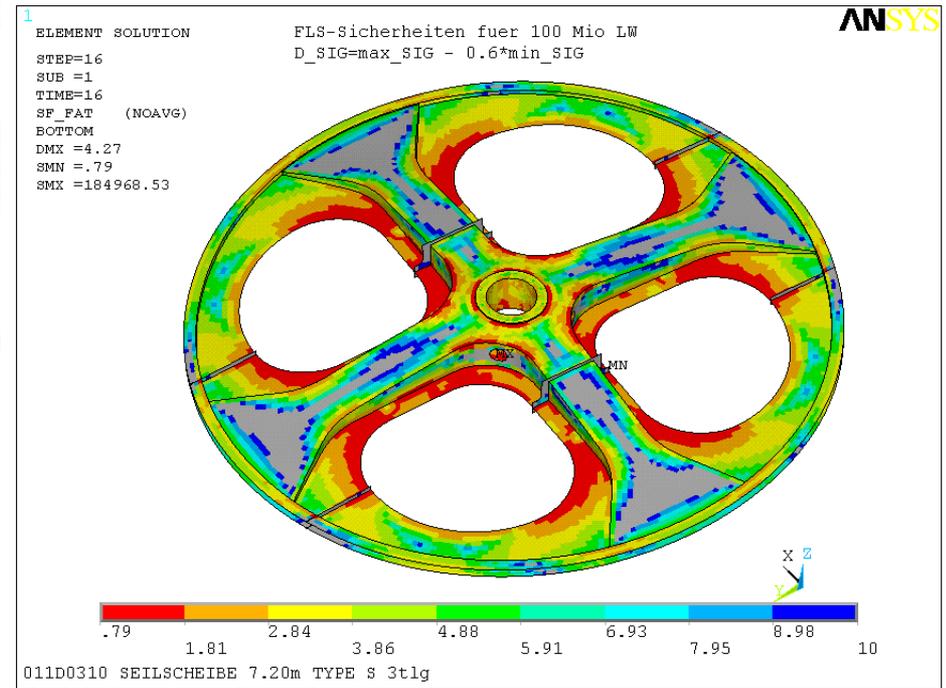
+ **Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik**

Mitarbeit an der Europäischen Normung
SC3 TC6 Evolution Group **EN 1993-1-9 Fatigue**

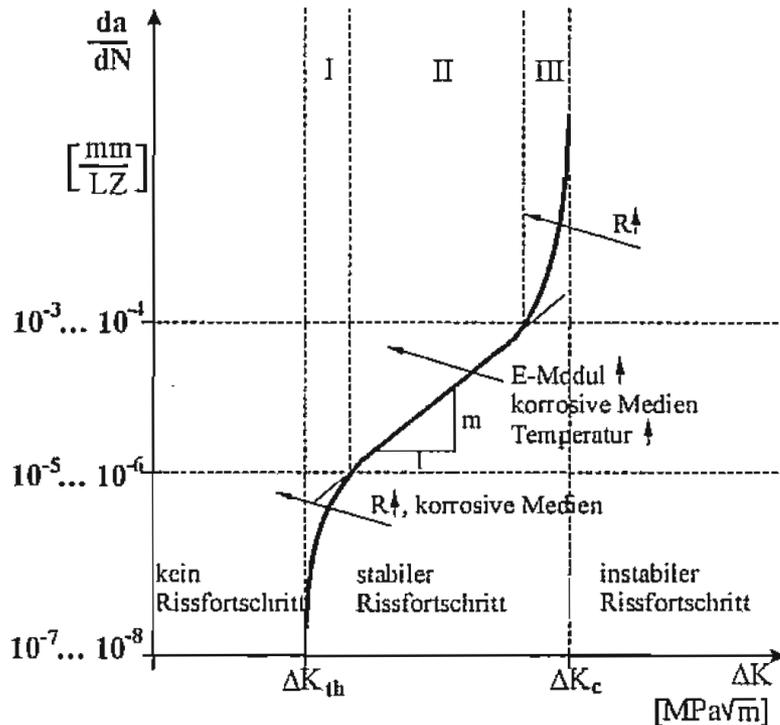
- + Ermittlung der Gesamtlebensdauer von Metalltragwerken
- + Bauteiloptimierung
- + Entwicklungen zum Plattenbeulen
- + Softwareentwicklung für den Stahlbau
- + Förderung der Verbundbauweise im Hochbau
- + offen für Fragen aus der Praxis



Berechnete Sicherheitsfaktoren γ_{Mf} für
2.0 Mio und 100 Mio Lastwechsel



Risswachstumsrate

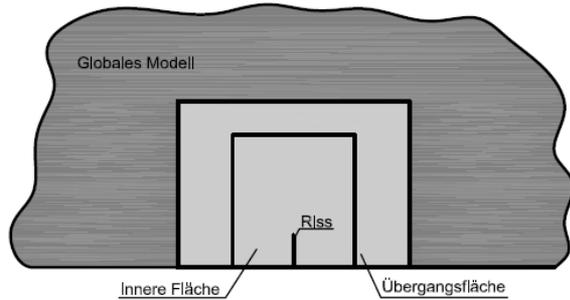


Parisgleichung (1963)

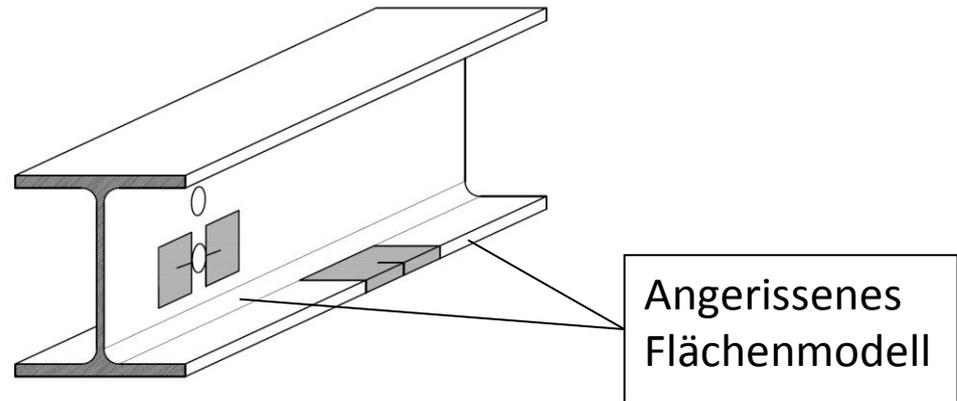
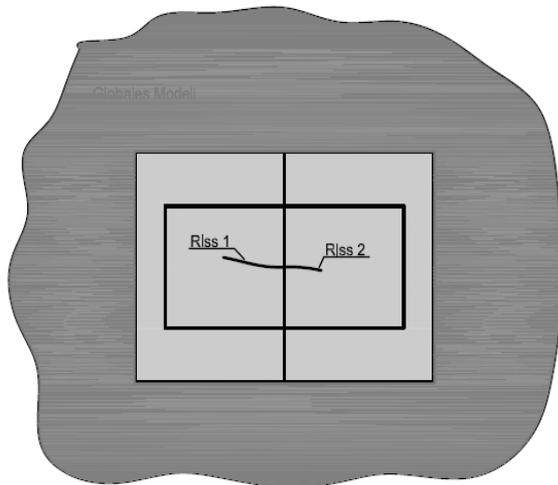
$$\frac{da}{dN} = C \cdot \Delta K^m$$

NASGRO-Gleichung

$$\frac{da}{dN} = C \cdot \left[\left(\frac{1-f}{1-R} \right) \cdot \Delta K \right]^n \frac{\left(1 - \frac{\Delta K_{th}}{\Delta K} \right)^p}{\left(1 - \frac{K_{max}}{K_C} \right)^q}$$

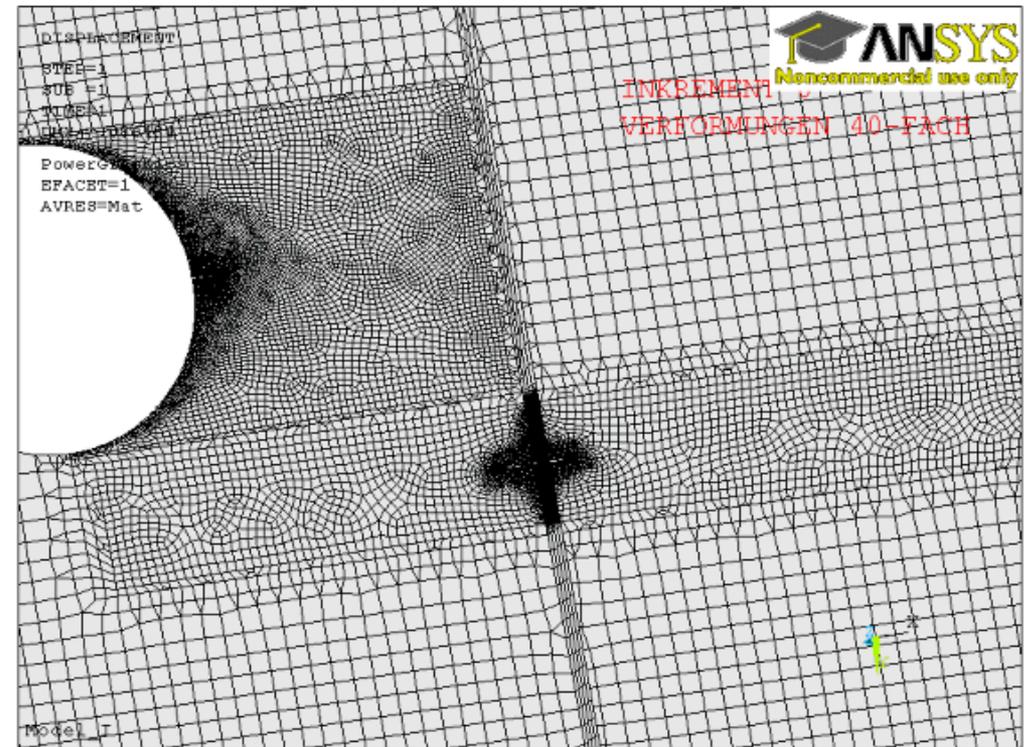
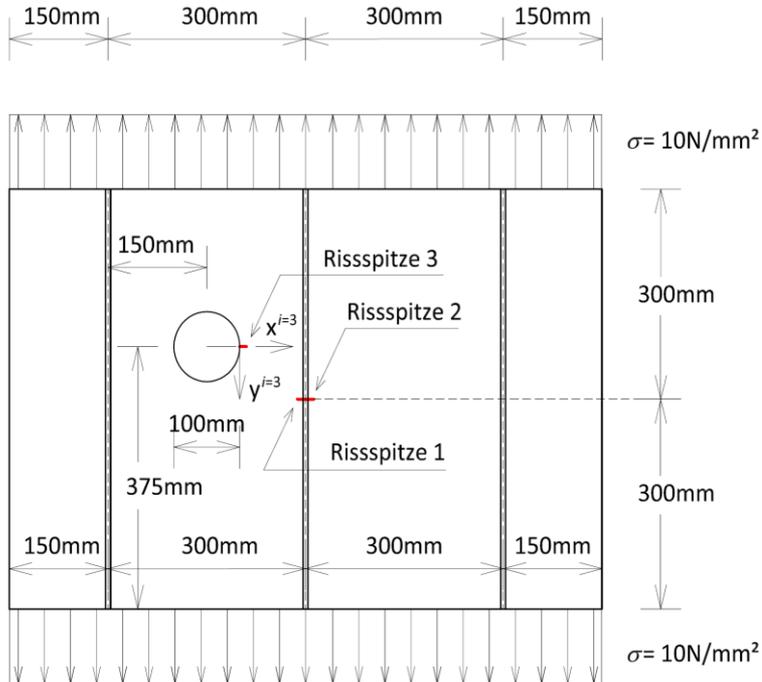


Globales Flächenmodell mit eingebautem Rissflächenbereich

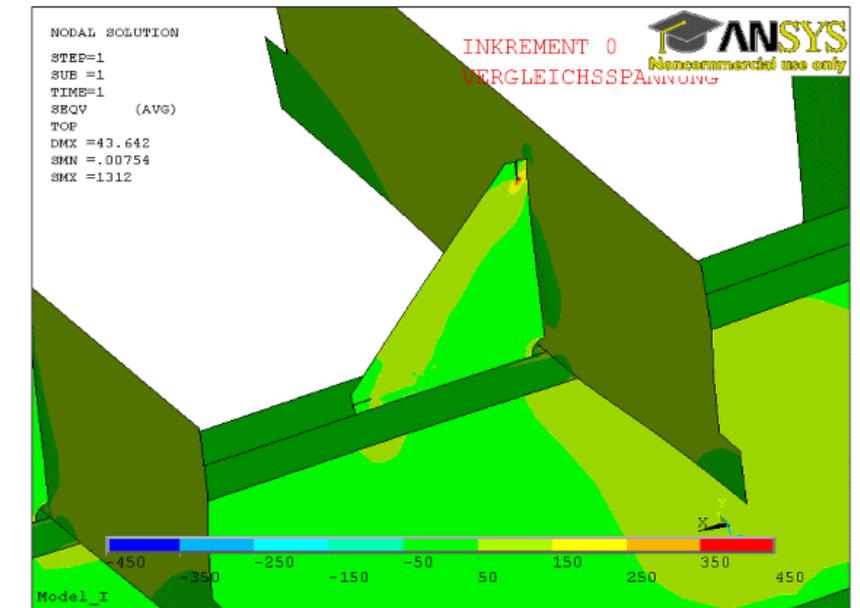
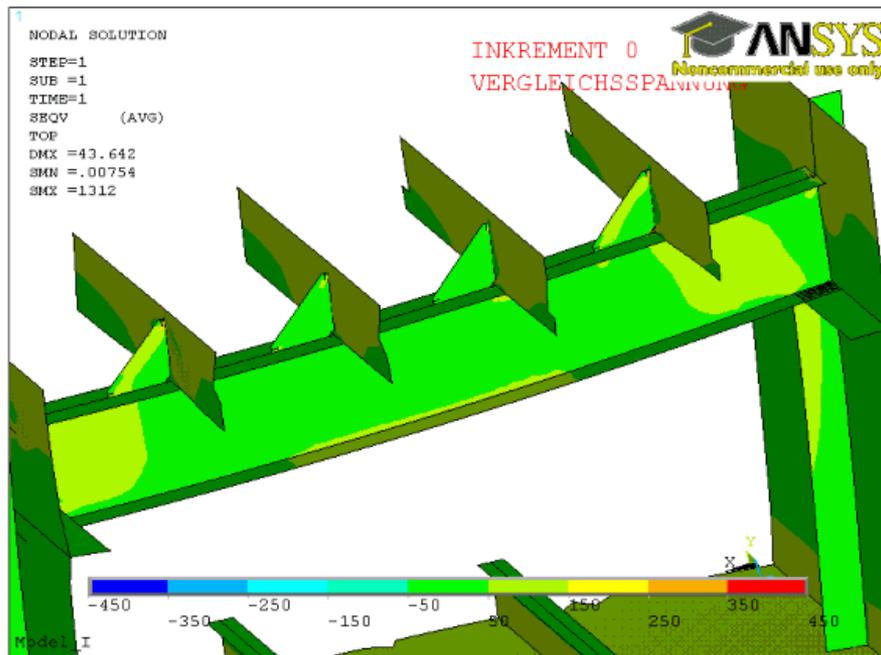


Eingebaute Flächenmodelle in die bestehende Struktur

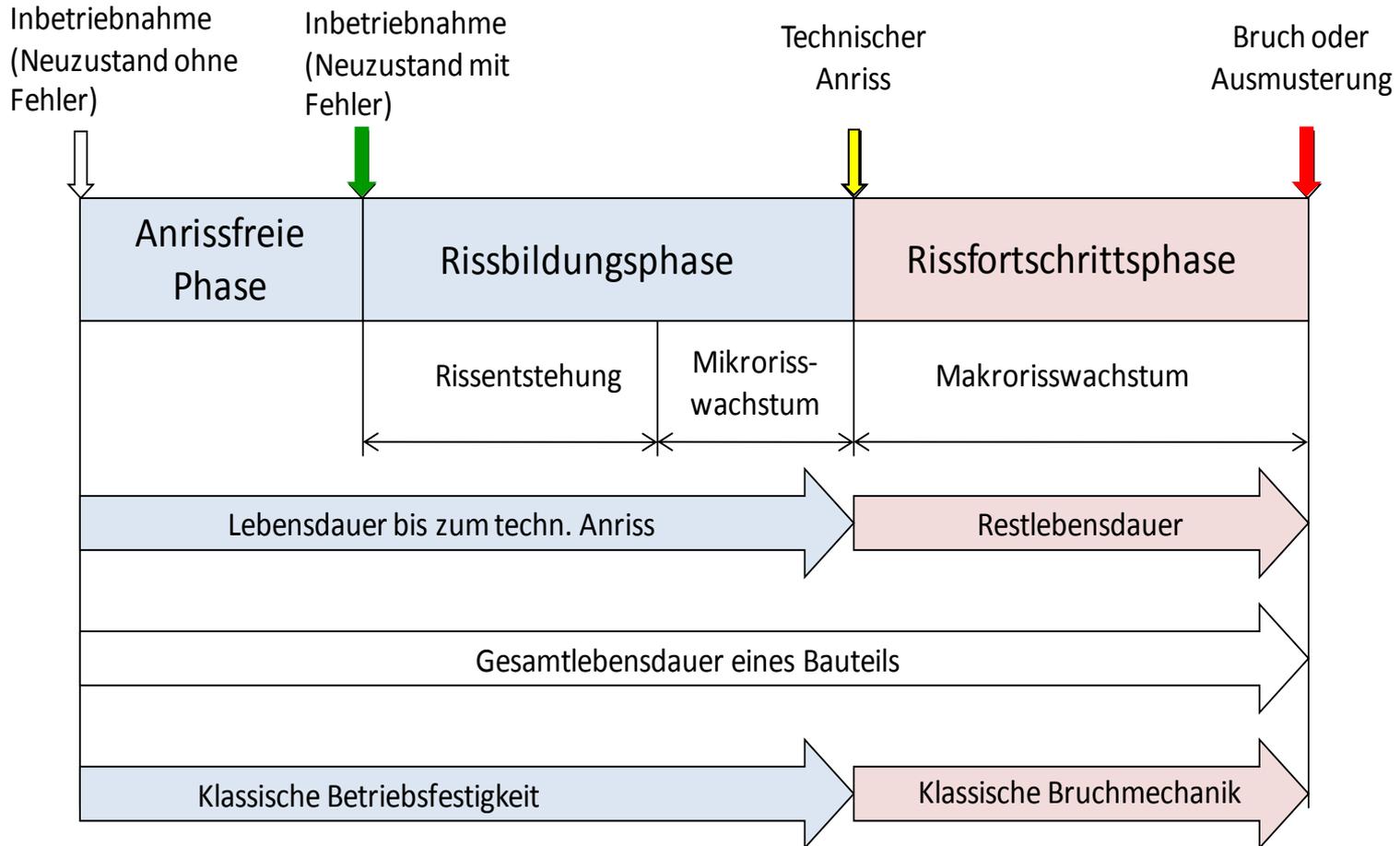
Rissfortschrittsberechnung - Versteiftes Panel



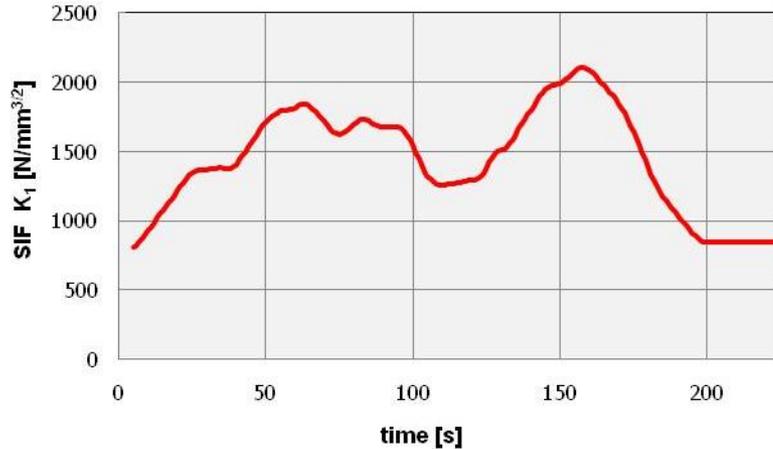
Rissfortschrittsberechnung am Beispiel eines Brückenquerträgers



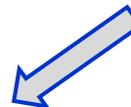
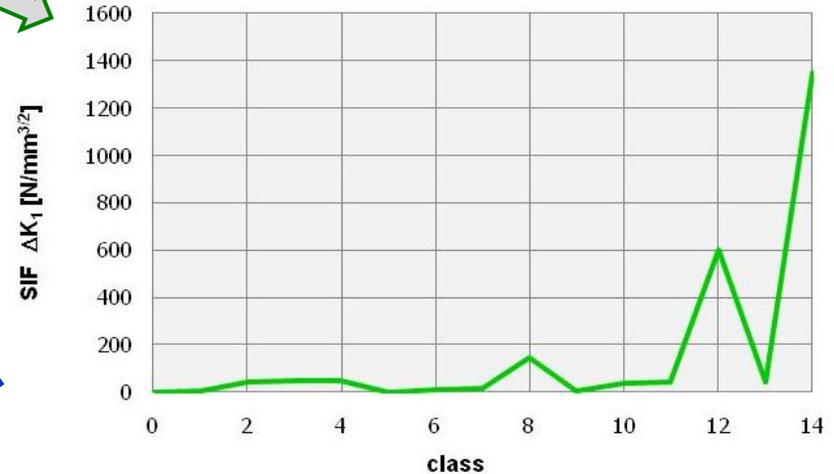
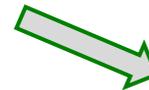
- + Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik
- + **Ermittlung der Gesamtlebensdauer von Metalltragwerken**
- + Bauteiloptimierung
- + Entwicklungen zum Plattenbeulen
- + Softwareentwicklung für den Stahlbau
- + Förderung der Verbundbauweise im Hochbau
- + offen für Fragen aus der Praxis



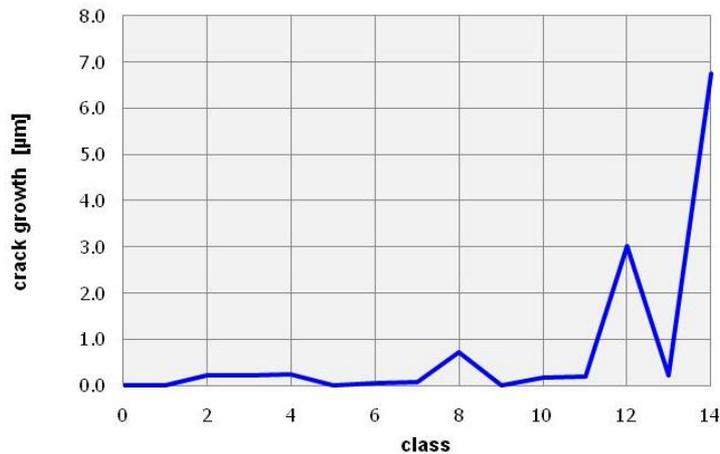
Rissfortschrittsrichtung



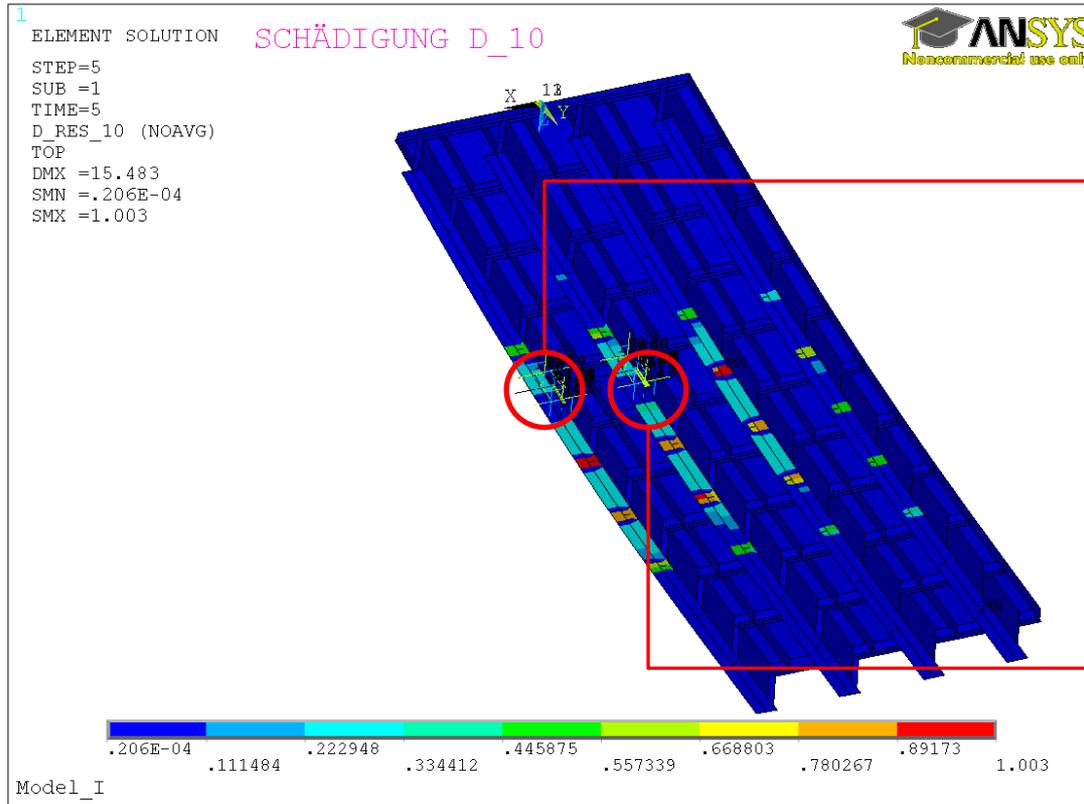
RAINFLOWCOUNTING



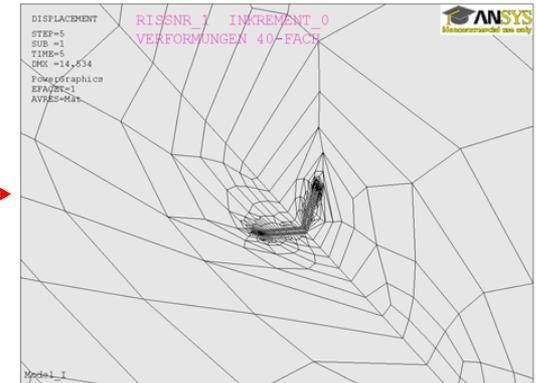
CRACK GROWTH LAW



Parallele, iterative Betriebsfestigkeits- und Rissfortschrittsberechnung



Riss 1



Riss 2



WP 4 Experimentelle Untersuchungen

1600kN Hydropulsmaschine der TVFA Innsbruck



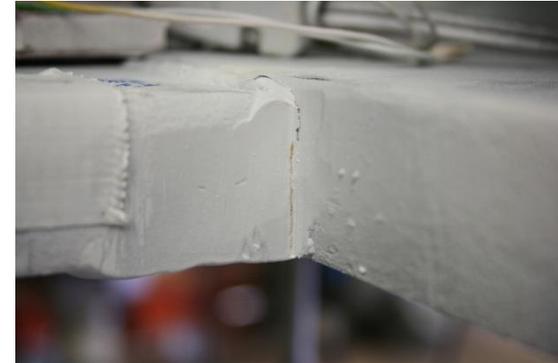
Bauteilversuche am
Probekörper V1

WP 4 Experimentelle Untersuchungen

Results on sample V1:

cracks at welded flanges:

- crack 1: 304.600 cycles (optical)
- crack 2: 401.000 cycles (optical)
- crack 3: 1.553.000 cycles (optical)



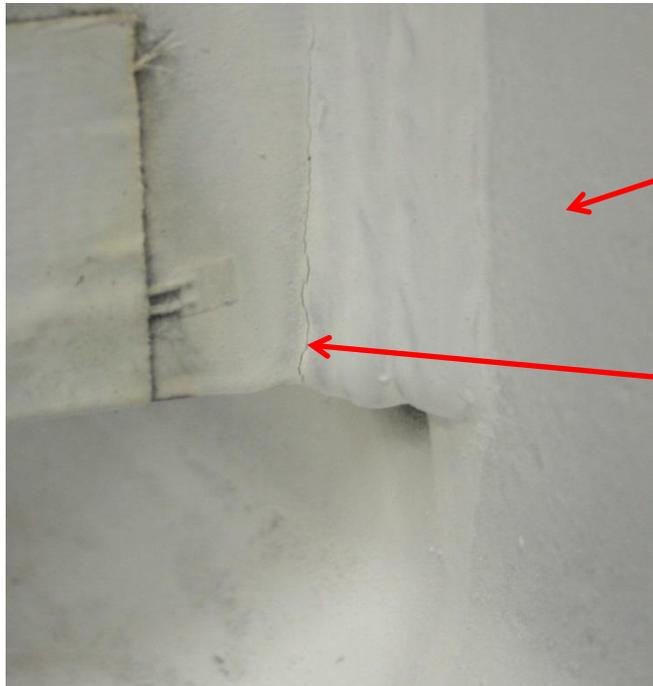
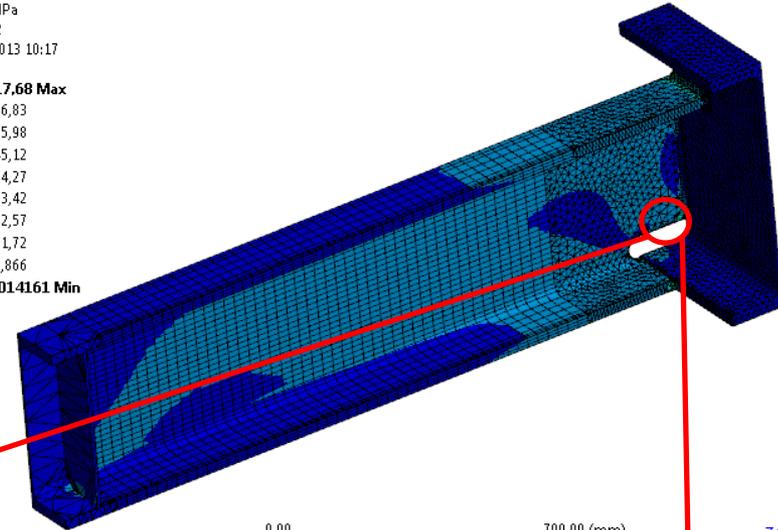
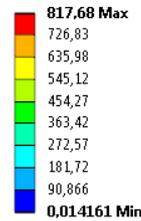
cracks on the welded web:

- crack 1: 1.921.000 cycles (optical)
1.650.000 cycles (measured from strain gauge)

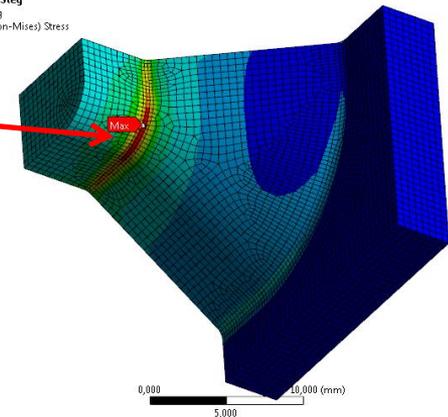
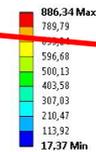


WP 5 Experimentelle Untersuchungen Parallele numerische Untersuchungen

B: Statisch-mechanische Analyse
 Vergleichsspannung
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress
 Unit: MPa
 Time: 2
 23.04.2013 10:17

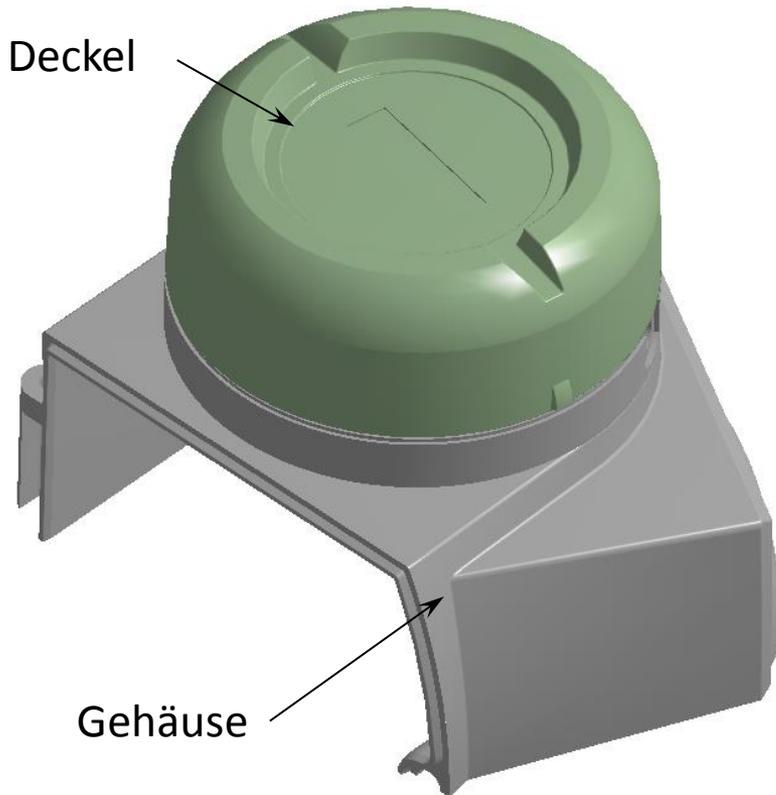


D: Submodel Steg-Steg
 Vergleichsspannung
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress
 Unit: MPa
 Time: 1
 23.04.2013 10:15

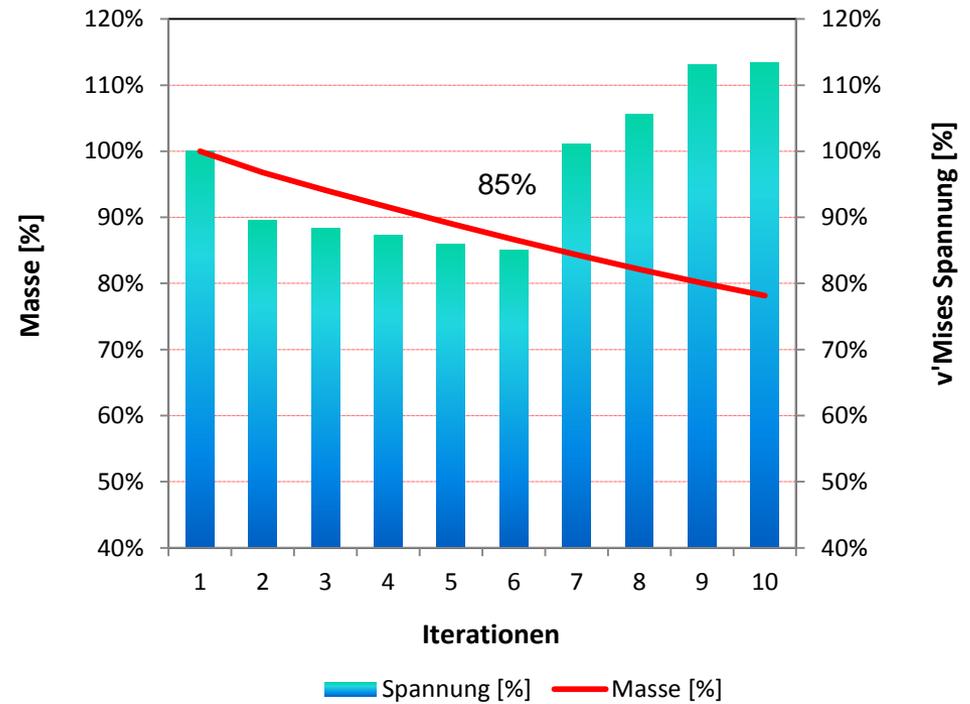


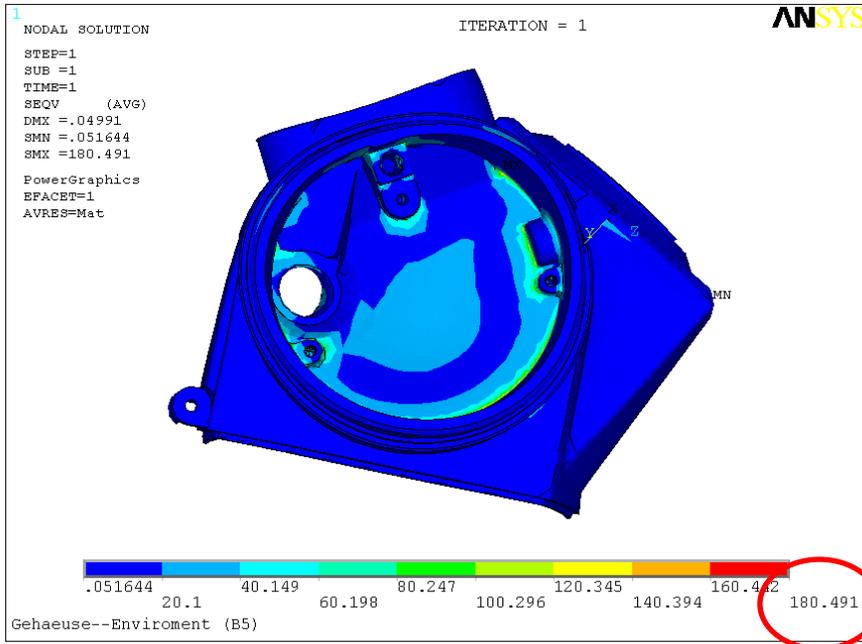
- ✚ Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik
- ✚ Ermittlung der Gesamtlebensdauer von Metalltragwerken
- ✚ **Bauteiloptimierung (Formoptimierung)**
- ✚ Entwicklungen zum Plattenbeulen
- ✚ Förderung der Verbundbauweise im Hochbau
- ✚ Softwareentwicklung für den Stahlbau
- ✚ offen für Fragen aus der Praxis

Werkstoff: EN AC-42200 T6



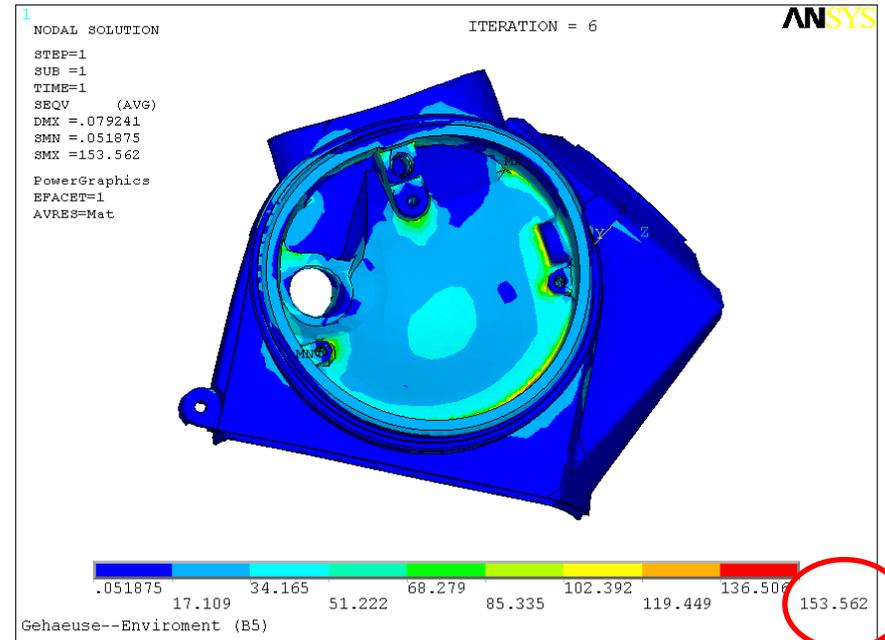
Druckgussgehäuse





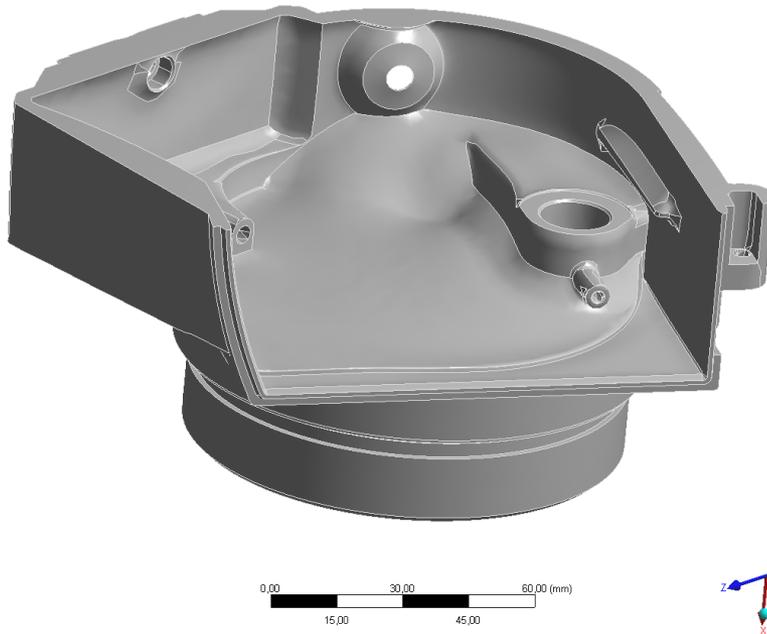
Erhöhung der ertragbaren Lastspielzahlen

$$N_2 = N_1 \cdot \left(\frac{\sigma_{a,1}}{\sigma_{a,2}} \right)^{k_\sigma} = N_1 \cdot \left(\frac{180,5}{153,6} \right)^5 = N_1 \cdot 2,24$$



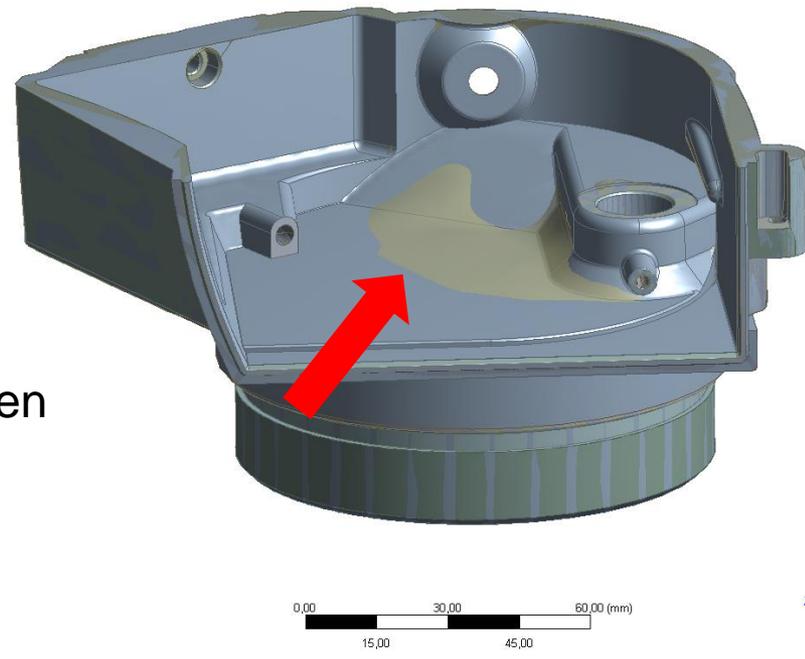
Modifizierte Geometrie

ANSYS
v12.1



Vergleich mit Ausgangsgeometrie

ANSYS
v12.1



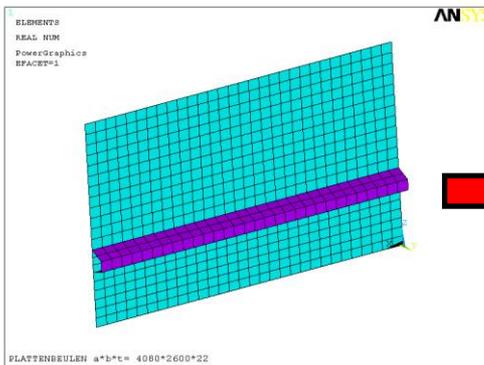
Erhöhung der ertragbaren Lastspielzahlen

$$N_2 = N_1 \cdot \left(\frac{\sigma_{a,1}}{\sigma_{a,2}} \right)^{k_\sigma} = N_1 \cdot \left(\frac{180,5}{153,6} \right)^5 = N_1 \cdot 2,24$$

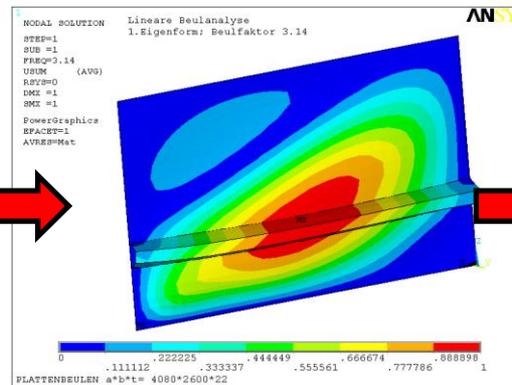
- ✚ Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik
- ✚ Ermittlung der Gesamtlebensdauer von Metalltragwerken
- ✚ Bauteiloptimierung
- ✚ **Entwicklungen zum Plattenbeulen / EN 1993-1-5 Anhang C**
 - Mitarbeit an der Europäischen Normung
SC3 Tw8.3 Evolution Group **EN 1993-1-5 Plated structural elements**
- ✚ Softwareentwicklung für den Stahlbau
- ✚ Förderung der Verbundbauweise im Hochbau
- ✚ offen für Fragen aus der Praxis

Nachweis der Traglast nach dem Verfahren **GMNIA**

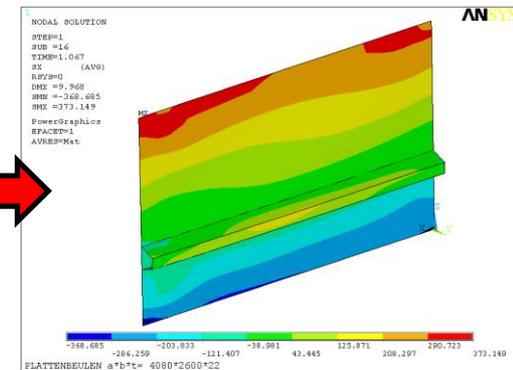
1. Linear Analysis (LA)
2. Linear Beulanalyse (LBA)
3. Traglastberechnung unter Ansatz von Imperfektionen und Berücksichtigung der nichtlinearen Werkstoffeigenschaften (GMNIA)



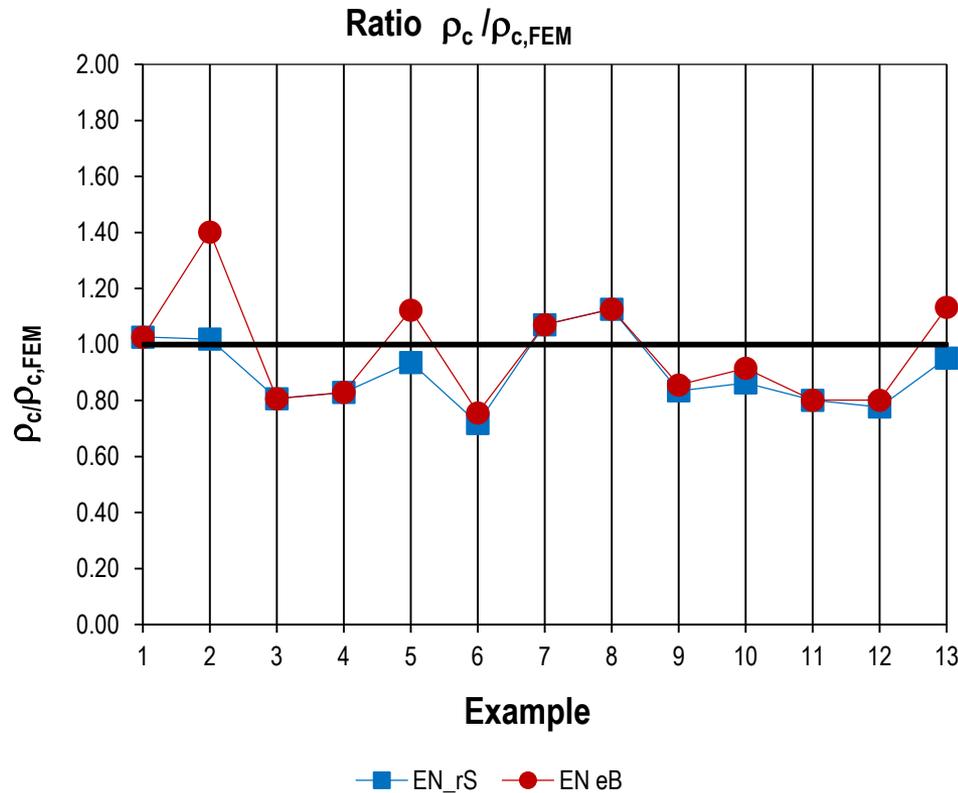
LA



LBA



GMNIA
(Imperfektionen aus LBA)

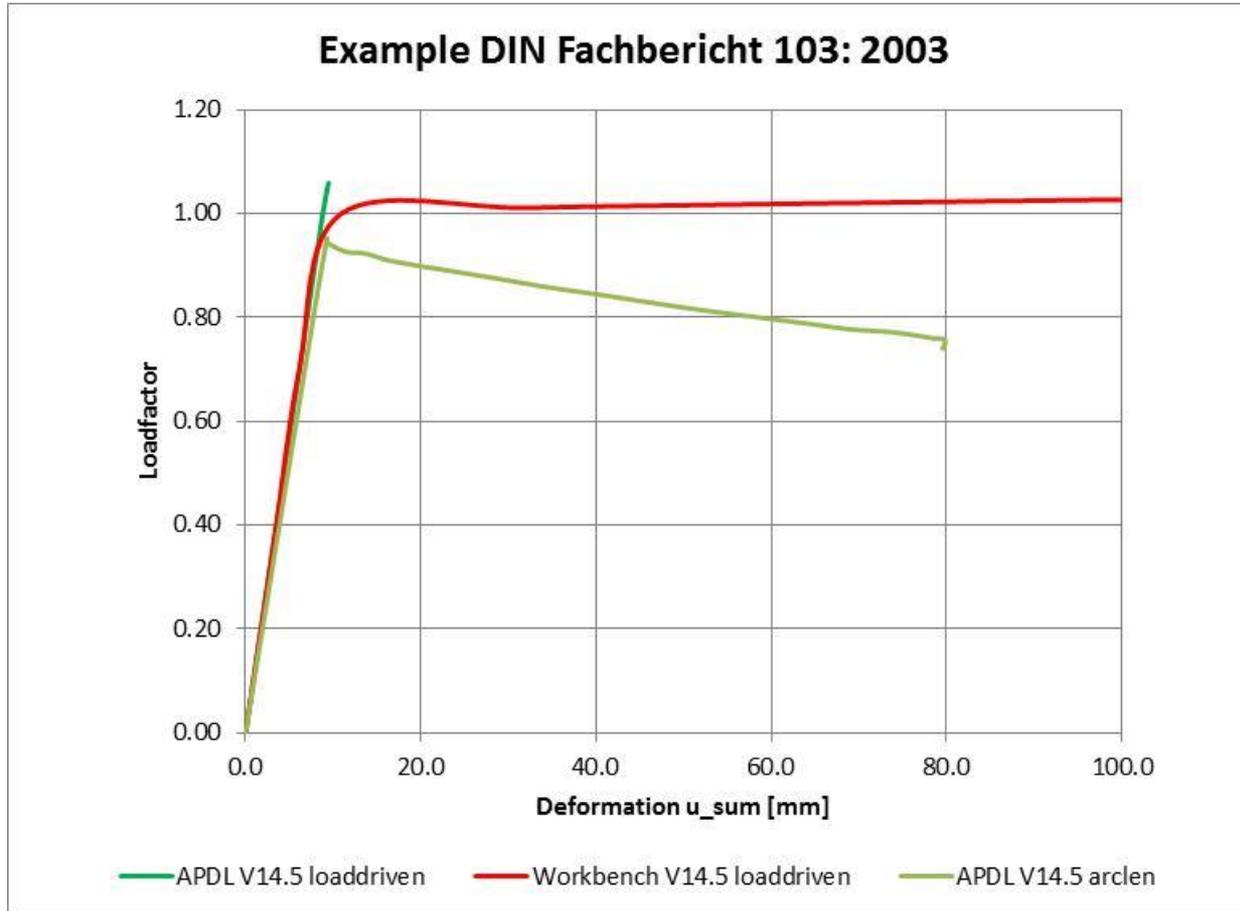


$$\rho_{c,FEM} = \frac{\alpha_{ul} \cdot \sigma_o}{f_y}$$

$\rho_c / \rho_{c,FEM} > 1$ unsicher !!

EN_eB ...Methode der effektiven Breiten

EN_rS ...Methode der reduzierten Spannungen



Analytischer Fließlinien Mechanismus

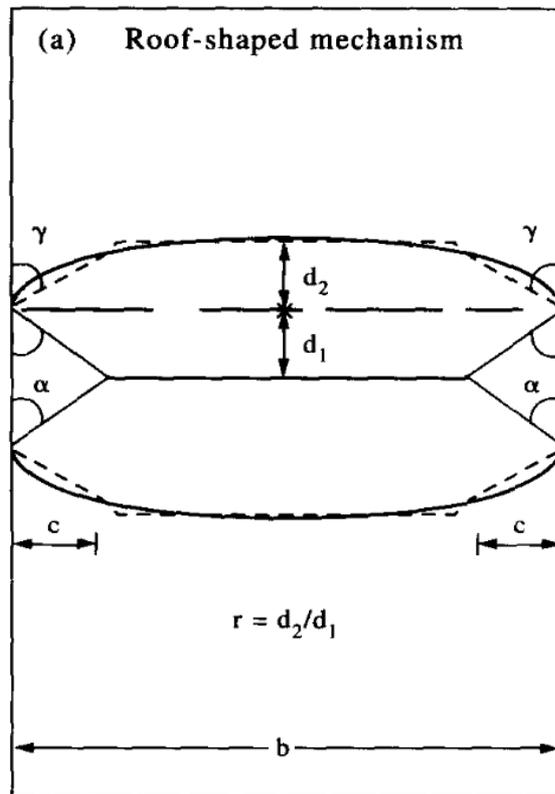
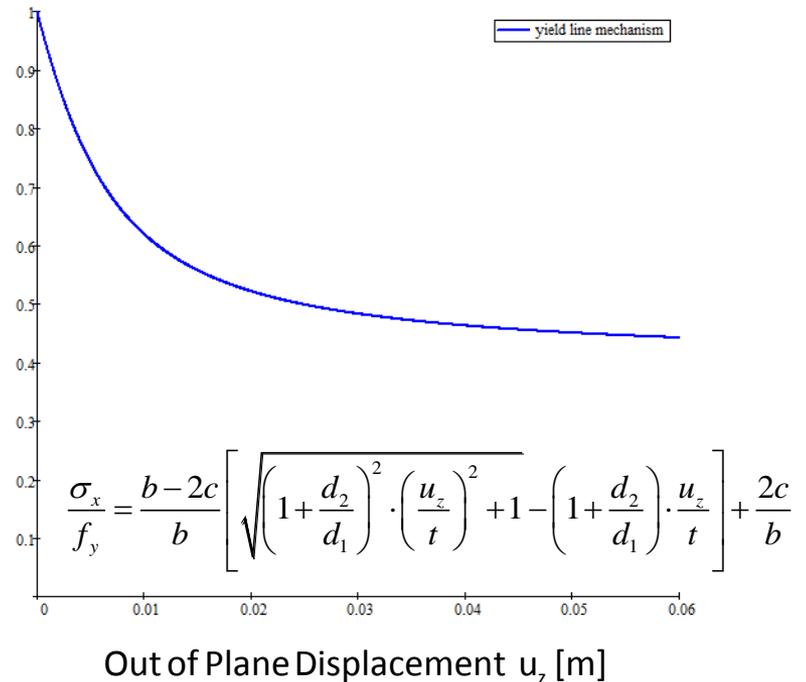


Fig. 3: Roof-shaped mechanism

Analytical roof-shaped mechanism for
 $b/t = 1000 / 13.5 = 74 < 100$

$$\sigma_x / f_y$$



Results from GMNIA

Post Buckling behavior

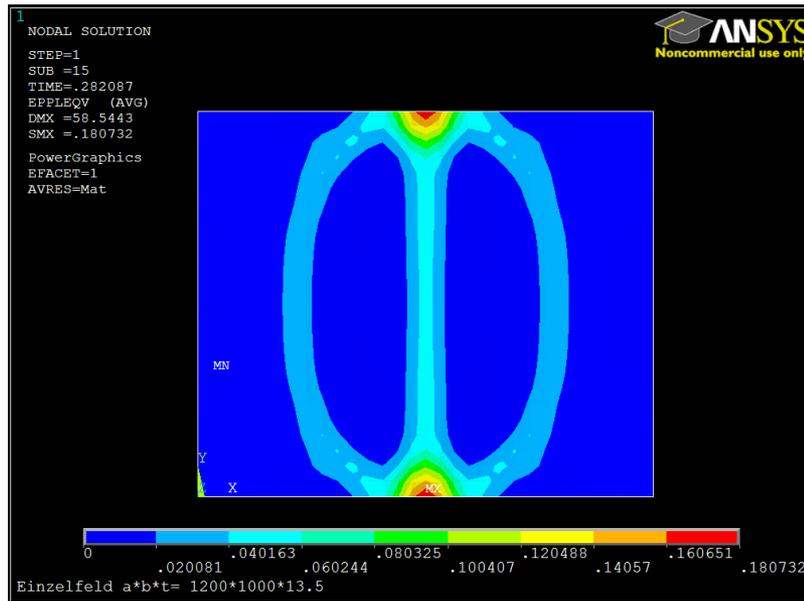


Fig. 8: Plastic strains ~ Roof shaped mechanism.

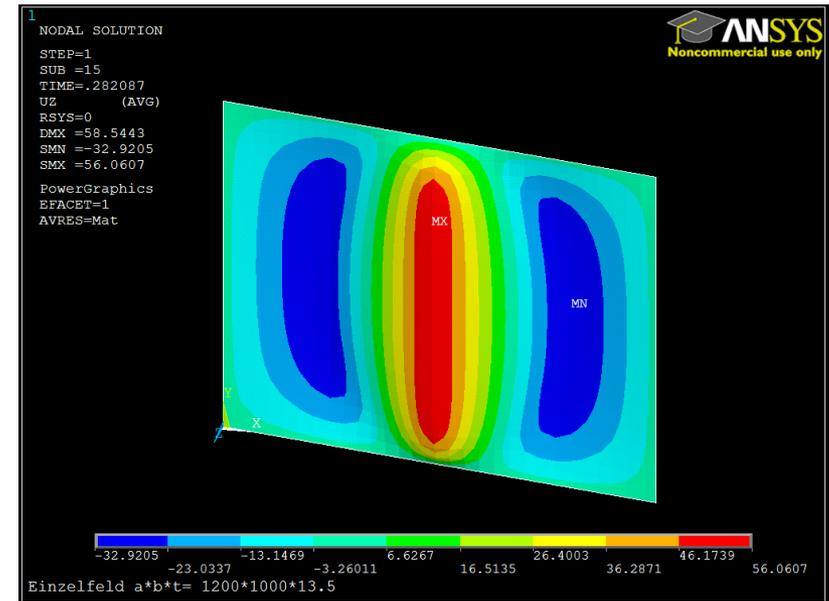
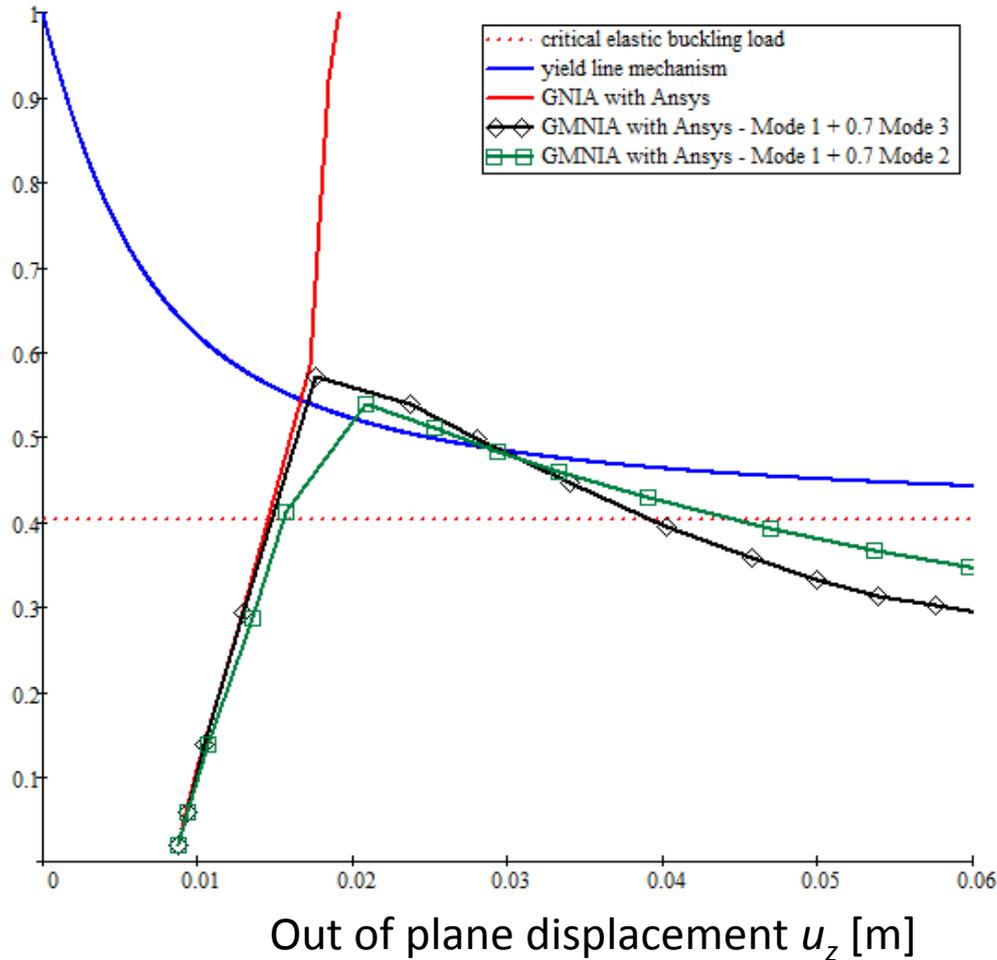


Fig. 9: Out of Plane Displacement.

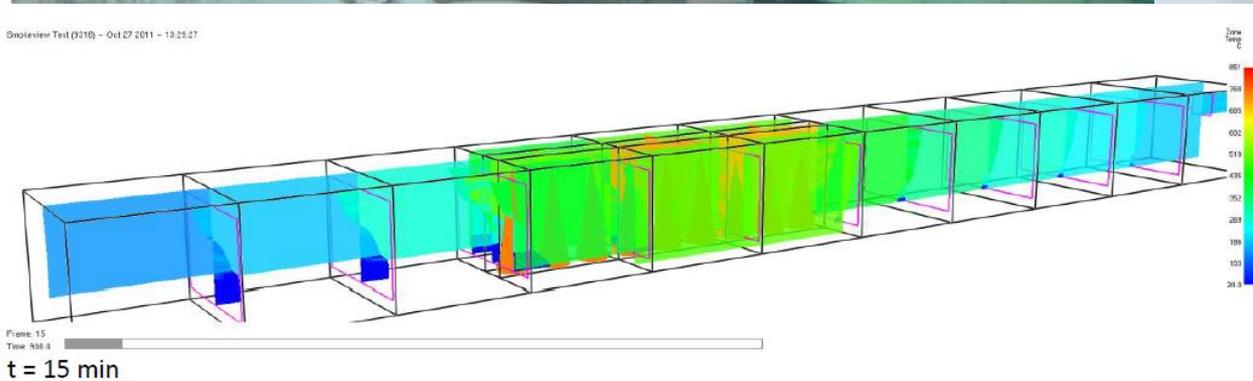
Imperfections for GMNIA acc. to EC3
1,0 x Global (Mode 1) + 0,7 x Local (Mode 3)

Verification of FE-Results



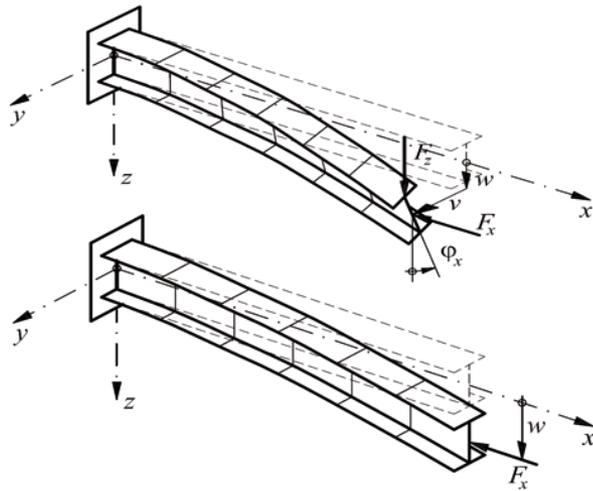


Smokeview Test (R318) - Oct 27 2011 - 19:25:27

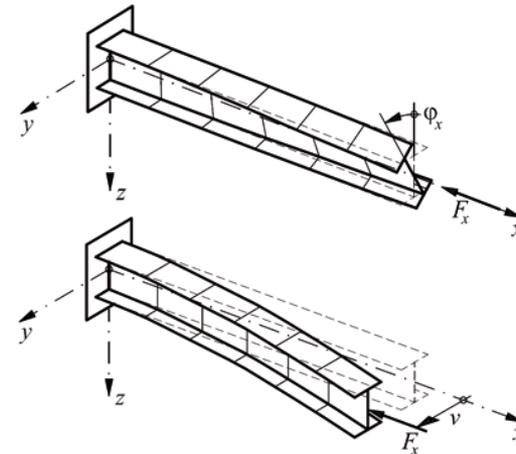


- + Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik
- + Ermittlung der Gesamtlebensdauer von Metalltragwerken
- + Bauteiloptimierung (Formoptimierung)
- + Entwicklungen zum Plattenbeulen / EN 1993-1-5 Anhang C
- + **Softwareentwicklung für den Stahlbau**
- + Förderung der Verbundbauweise im Hochbau
- + offen für Fragen aus der Praxis

Alpha_cr: Programm zur Ermittlung kritischer Laststeigerungsfaktoren (Eigenwerte) beliebig gelagerter Stäbe mit einfach symmetrischen Querschnitten



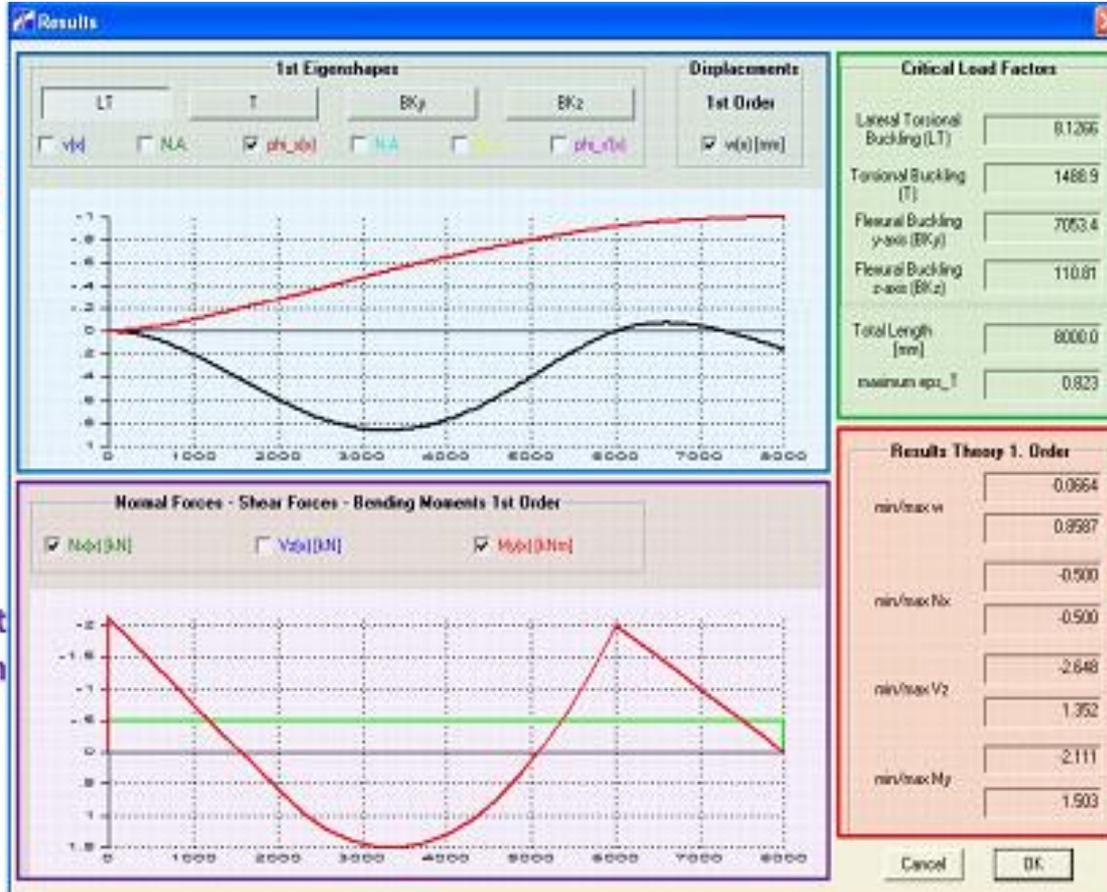
α_{cr}





Alpha_cr : Ergebnismaske

Plot
Eigenformen

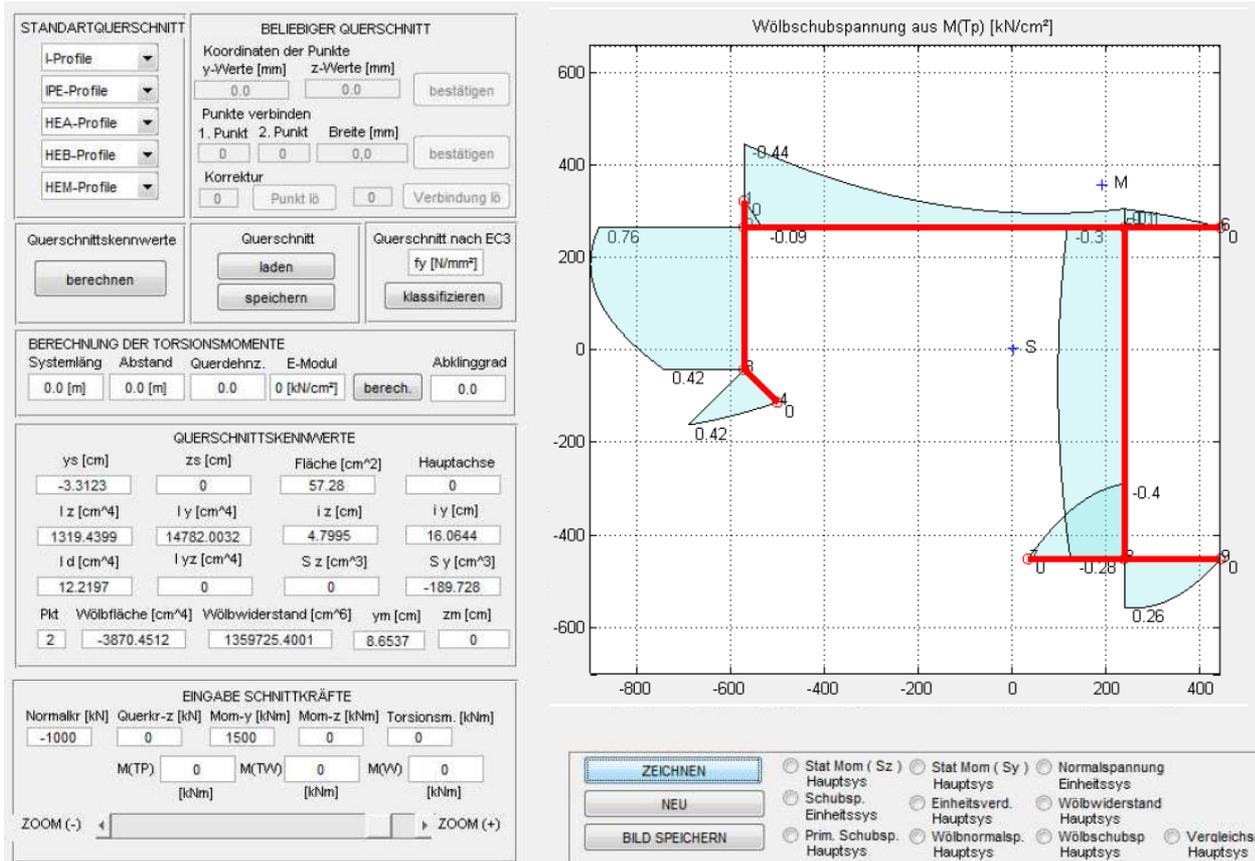


Ergebnisse
Stabilitäts-
analyse

Ergebnisse Theo-
rie 1. Ordnung

Plot
Schnittgrößen

SpdQ: Matlab Programm zur Berechnung und Darstellung der Spannungsverläufe von dünnwandigen, offenen Stahlquerschnitten



ÖSTERREICHISCHER
STAHLBAUVERBAND



SpdQ: Matlab Programm zur Berechnung und Darstellung der Spannungsverläufe von dünnwandigen, offenen Stahlquerschnitten

STANDARTQUERSCHNITT

I-Profil
IPE-Profil
HEA-Profil
HEB-Profil
HEM-Profil

BELIEBIGER QUERSCHNITT

Koordinaten der Punkte
y-Werte [mm] z-Werte [mm]

Punkte verbinden
1. Punkt 2. Punkt Breite [mm]

Korrektur
Punkt lb Verbindung lb

Querschnittskennwerte

berechnen

Querschnitt

laden
speichern

Querschnitt nach EC3

fy [N/mm²]

klassifizieren

BERECHNUNG DER TORSIONSMOMENTE

Systemläng Abstand Querdehnz. E-Modul Abklingsgrad

0.0 [m] 0.0 [m] 0.0 0 [kN/cm²] berech. 0.0

QUERSCHNITTSKENNWERTE

ys [cm]	zs [cm]	Fläche [cm ²]	Hauptachse	
-3.3123	0	57.28	0	
Iz [cm ⁴]	Iy [cm ⁴]	iz [cm]	iy [cm]	
1319.4399	14782.0032	4.7995	16.0644	
Id [cm ⁴]	Iyz [cm ⁴]	Sz [cm ³]	Sy [cm ³]	
12.2197	0	0	-189.728	
Pkt	Wölbfläche [cm ⁴]	Wölbwiderstand [cm ⁶]	ym [cm]	zm [cm]
2	-3870.4512	1359725.4001	8.6537	0

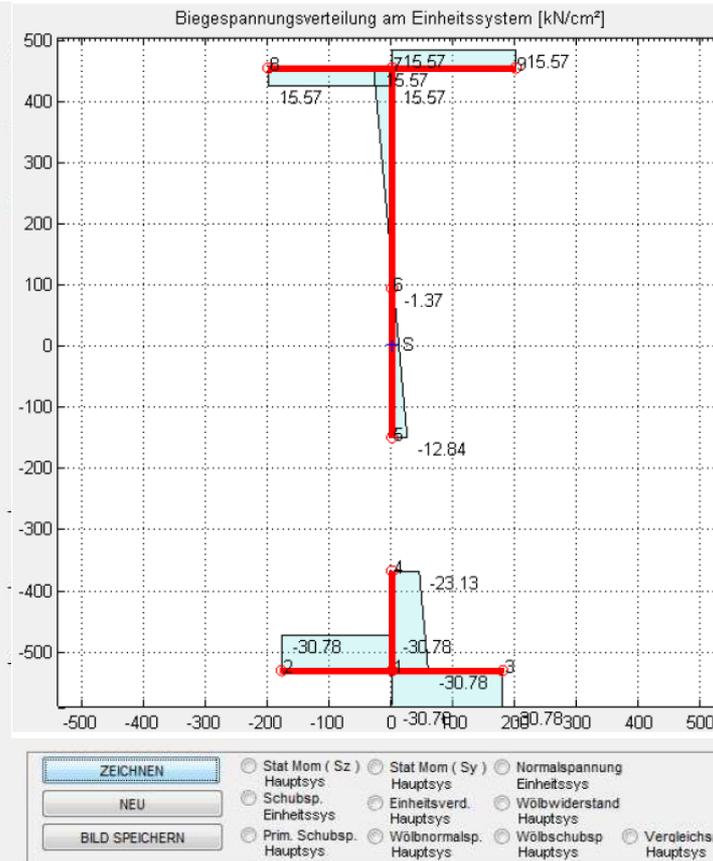
EINGABE SCHNITTKRÄFTE

Normalkr [kN] Querk-z [kN] Mom-y [kNm] Mom-z [kNm] Torsionsm. [kNm]

-1000 0 1500 0 0

M(TP) 0 M(TW) 0 M(W) 0
[kNm] [kNm] [kNm]

ZOOM (-) ZOOM (+)



ÖSTERREICHISCHER
STAHLBAUVERBAND

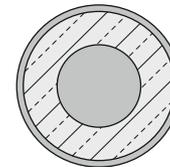
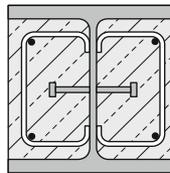
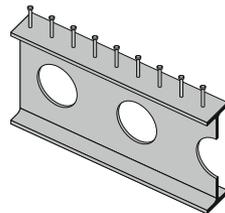
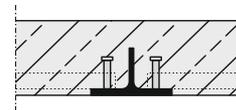


- ✚ Betriebsfestigkeit und Bruchmechanik
- ✚ Ermittlung der Gesamtlebensdauer von Metalltragwerken
- ✚ Bauteiloptimierung
- ✚ Entwicklungen zum Plattenbeulen
- ✚ Softwareentwicklung für den Stahlbau
- ✚ **Förderung der Verbundbauweise im Hochbau**
- ✚ offen für Fragen aus der Praxis

Brückenbau



Hochbau



Brückenbau

- **Verbundbau ist etablierte Standardbauweise**

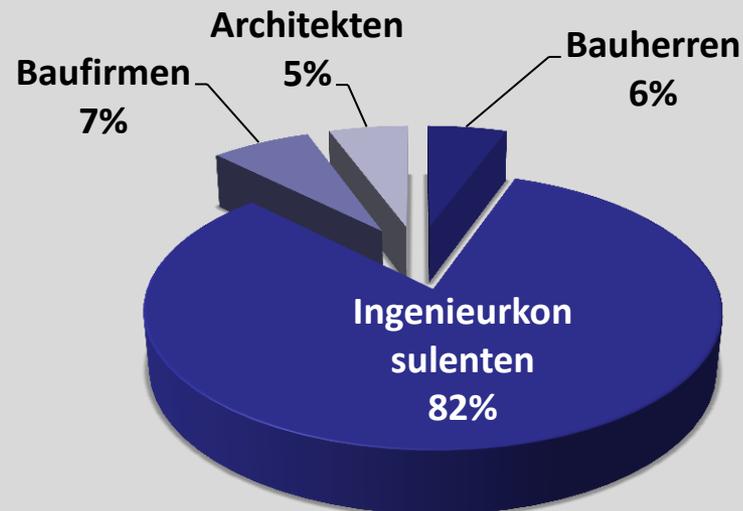
Hochbau

- **Verbundbau stellt vor allem für Planer oft noch Hürde dar!**

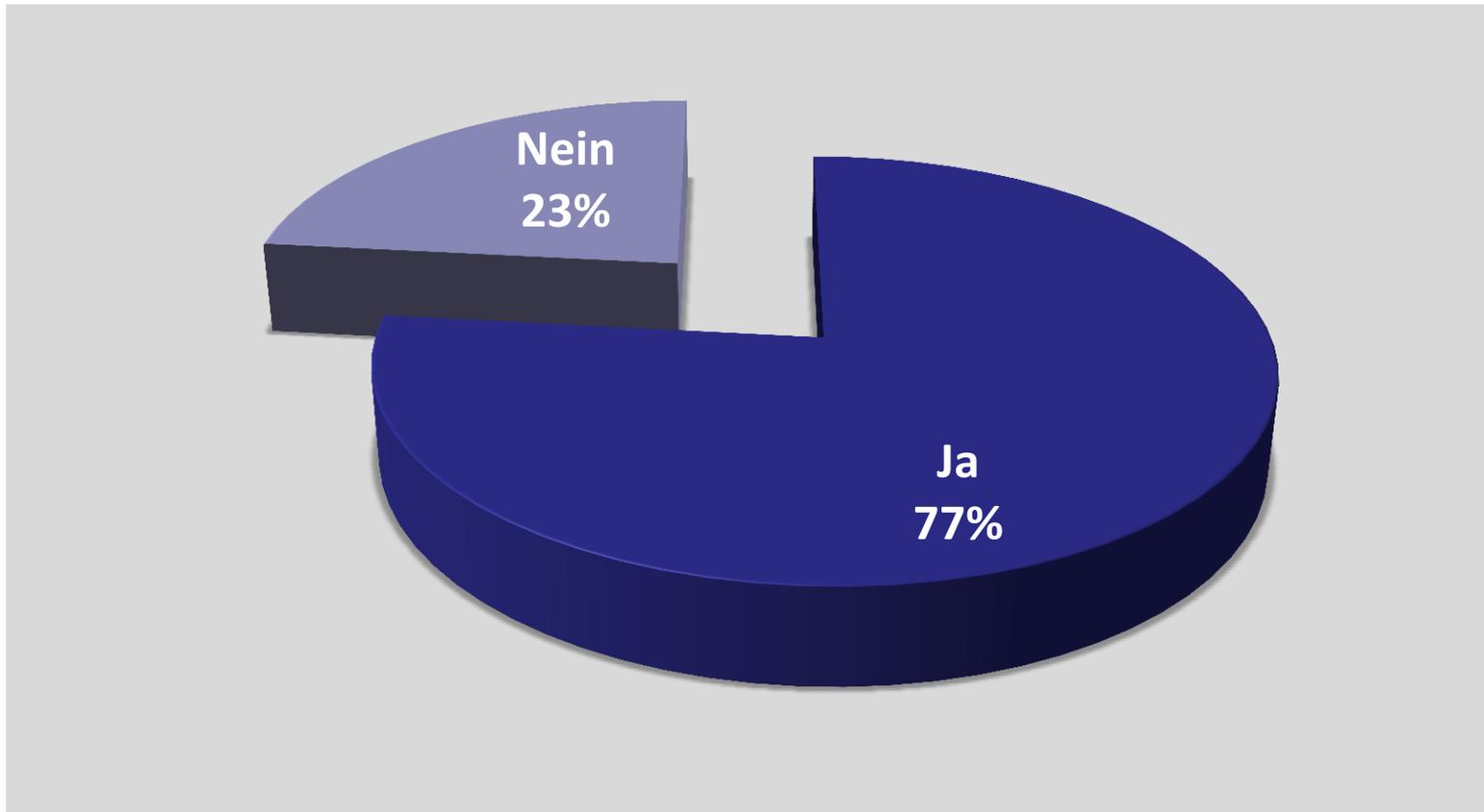
WARUM???

Meinungsumfrage zu Verbundbau in Österreich 2013

- Befragung von ca. 400 Planern, Auftraggebern und Ausführenden Firmen
- 21 Fragen

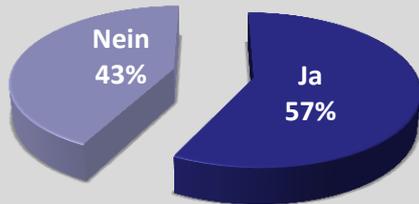


Haben Sie schon einmal die Verbundbauweise angewendet?



Wenn sie die Verbundbauweise schon einmal angewendet haben, bei welchen Bauteilen?

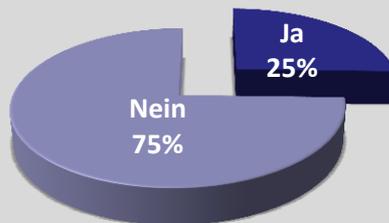
Verbundträger



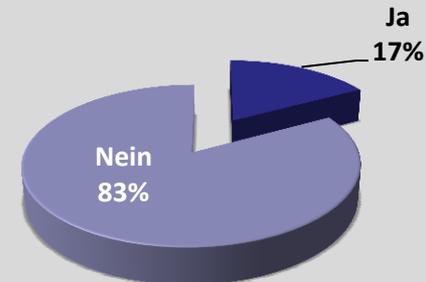
Verbunddecken



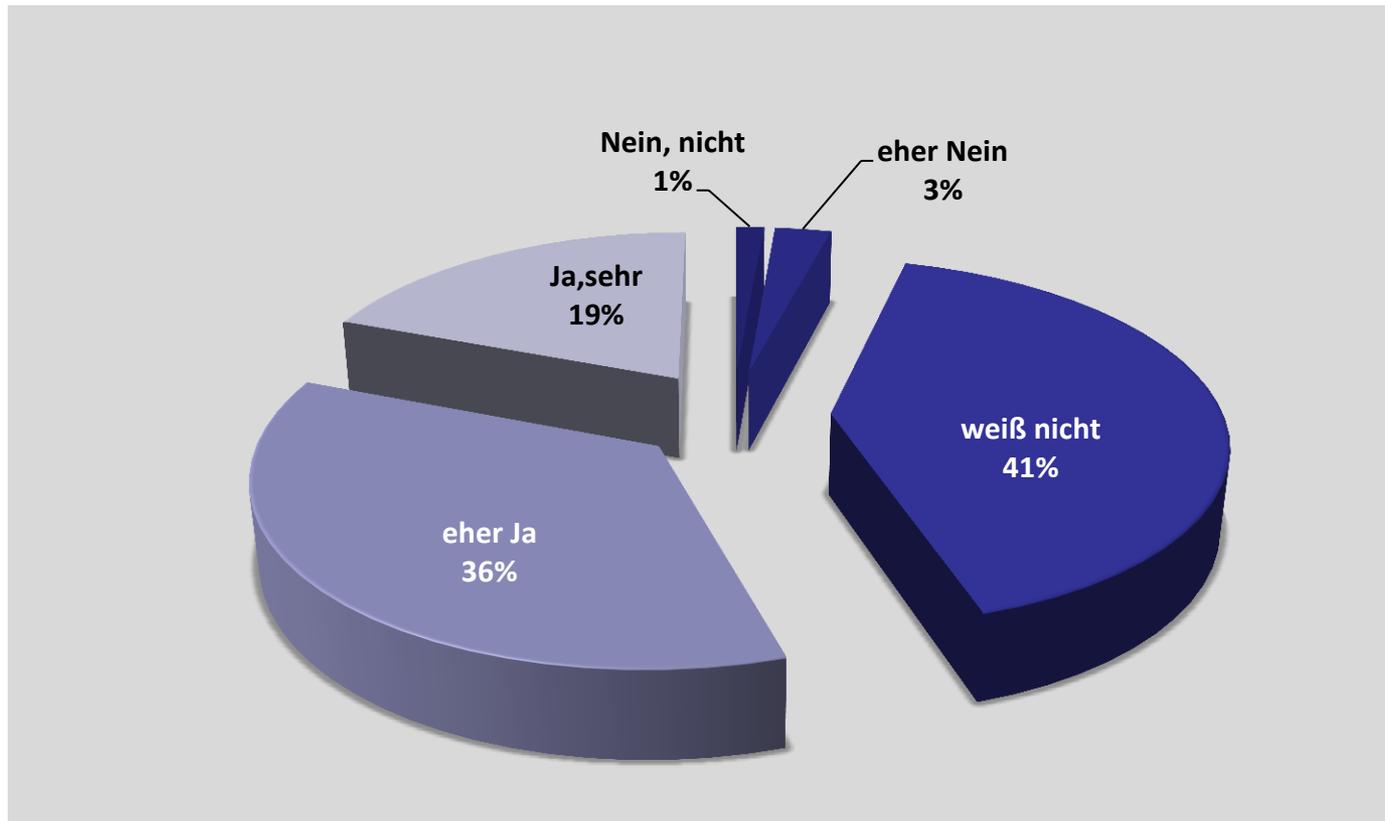
Verbundstützen



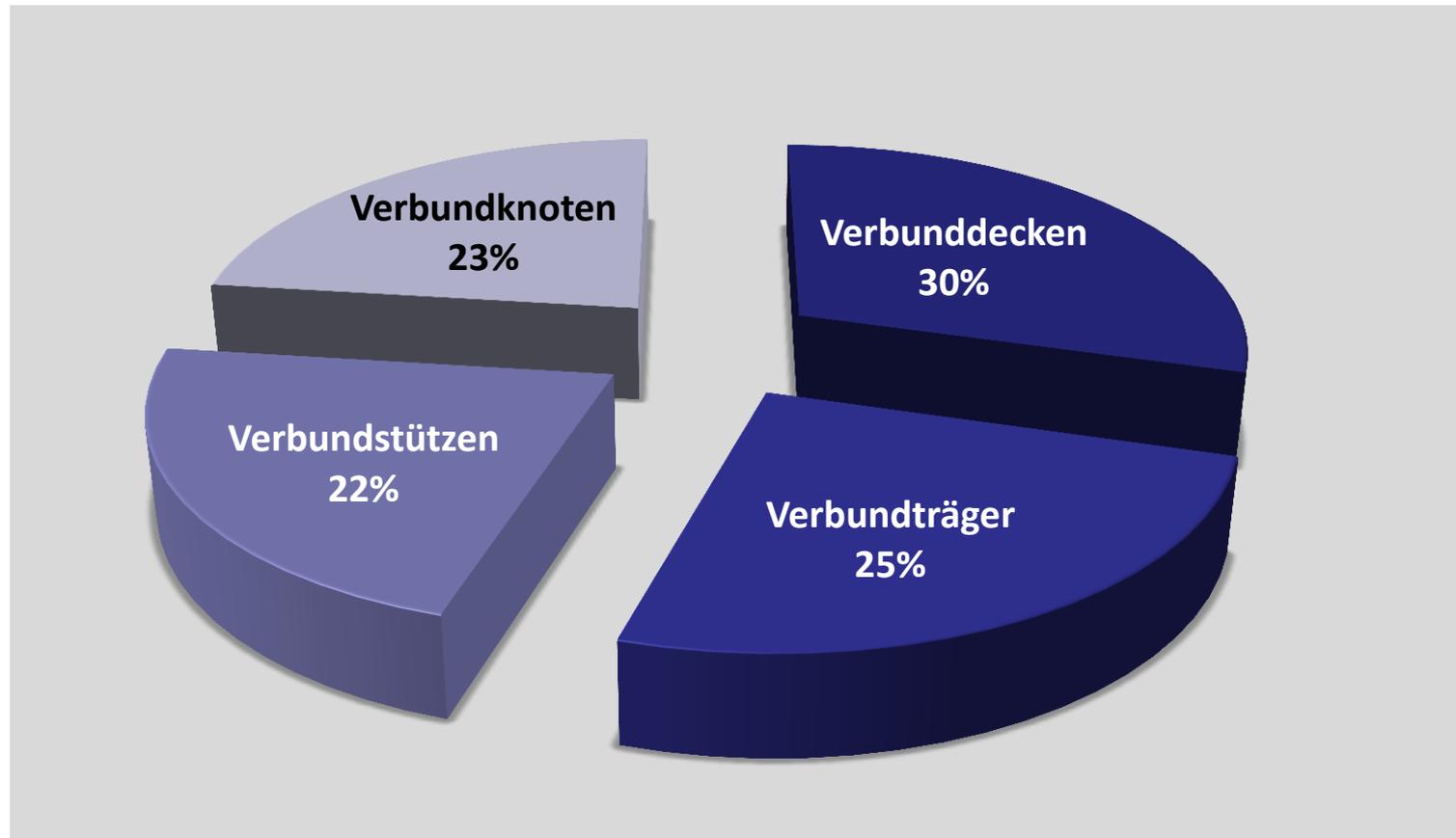
Verbundknoten



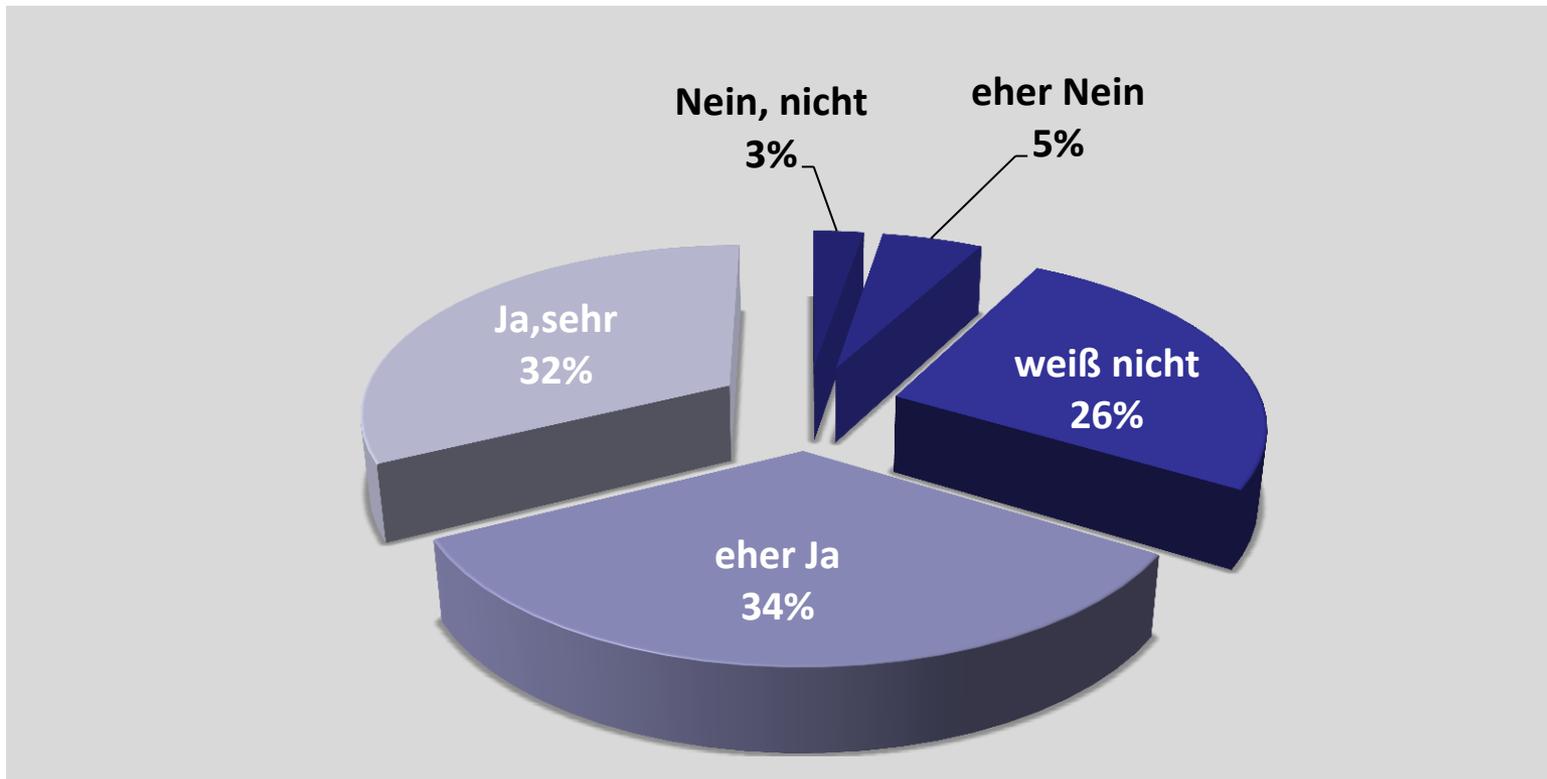
Halten Sie es für sinnvoll, mehr in Verbund zu bauen?



Welchen zusätzlichen Bedarf an Bemessungssoftware sehen Sie?



Würden Sie es begrüßen, wenn mehr Weiterbildungsseminare im Bereich Verbundbau angeboten würden?



Ergebnisse der Meinungsumfrage zu Verbundbau in Österreich 2013

Es besteht Bedarf an

- **Einsatz der Verbundbauweise**
- **Literatur/Erläuterung zu Normen**
- **Bemessungssoftware**
- **Weiterbildungsveranstaltungen**

Wie kann der Arbeitsbereich Stahlbau und Mischbautechnologie zur Förderung der Verbundbauweise beitragen?

- Einsatz der Verbundbauweise
- **Literatur/Erläuterung zu Normen**
- Bemessungssoftware
- Weiterbildungsveranstaltungen

Skriptum „Verbundbau“ (EC4-konform) erhältlich
beim Sekretariat des AB Stahlbau (ca. 300 Seiten)
www.uibk.ac.at/stahlbau

Wie kann der Arbeitsbereich Stahlbau und Mischbautechnologie zur Förderung des Verbundbaus beitragen?

- Einsatz der Verbundbauweise
- Literatur/Erläuterung zu Normen
- **Bemessungssoftware**
- Weiterbildungsveranstaltungen

Bemessungssoftware

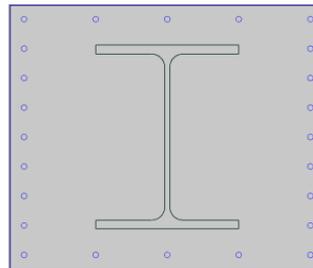
Tools zur Bemessung von

- **Verbundstützen**
- **Verbundträgern**
- **Verbundknoten**

Bemessungssoftware

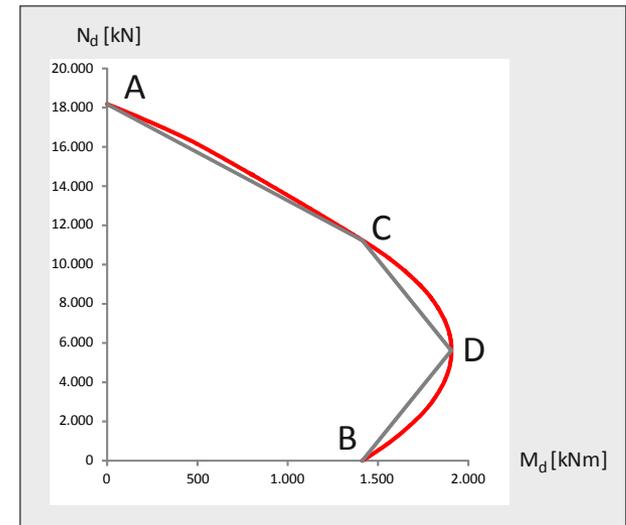
Tools zur Bemessung von

- **Verbundstützen**
- Verbundträgern
- Verbundknoten



M-N-Interaktionskurve von Verbund-I-Profilen

- um die y-Achse
- um die z-Achse
- Interaktion



→ ab ca. August 2013 frei zum Download: www.uibk.ac.at/stahlbau

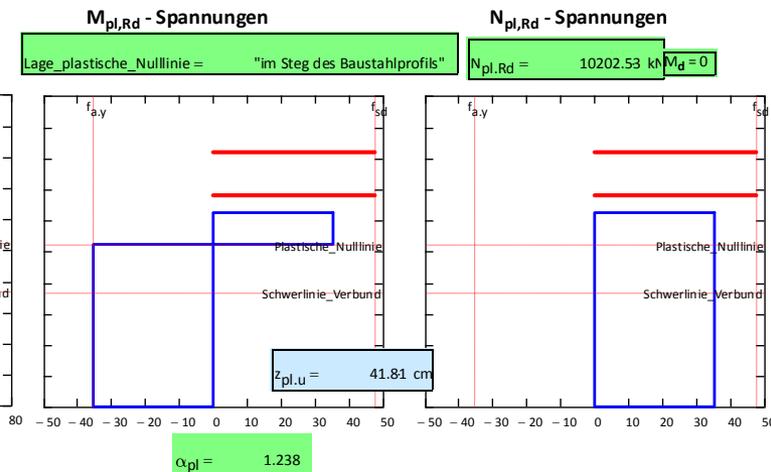
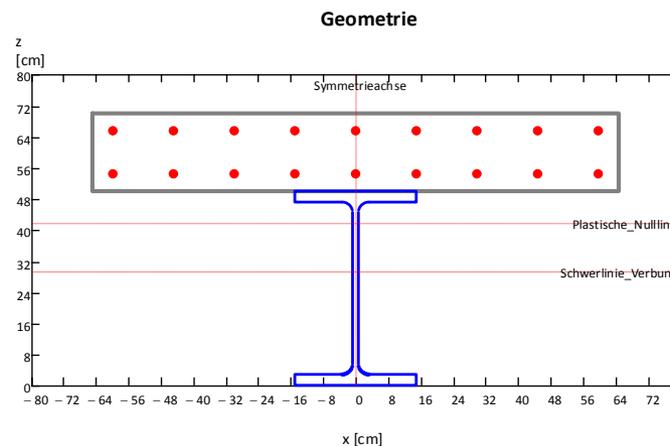
Bemessungssoftware

Tools zur Bemessung von

- Verbundstützen
- **Verbundträgern**
- Verbundknoten

Elastisch-Plastische Bemessung von Verbundträgern

$M_{pl,Rd}$ - $N_{pl,Rd}$ - Plastische Spannungsverteilung



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Fragen ?

Gerhard LENER

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn.

Daniel RUBIN

Univ. Ass. Dipl.-Ing. Dr. techn.