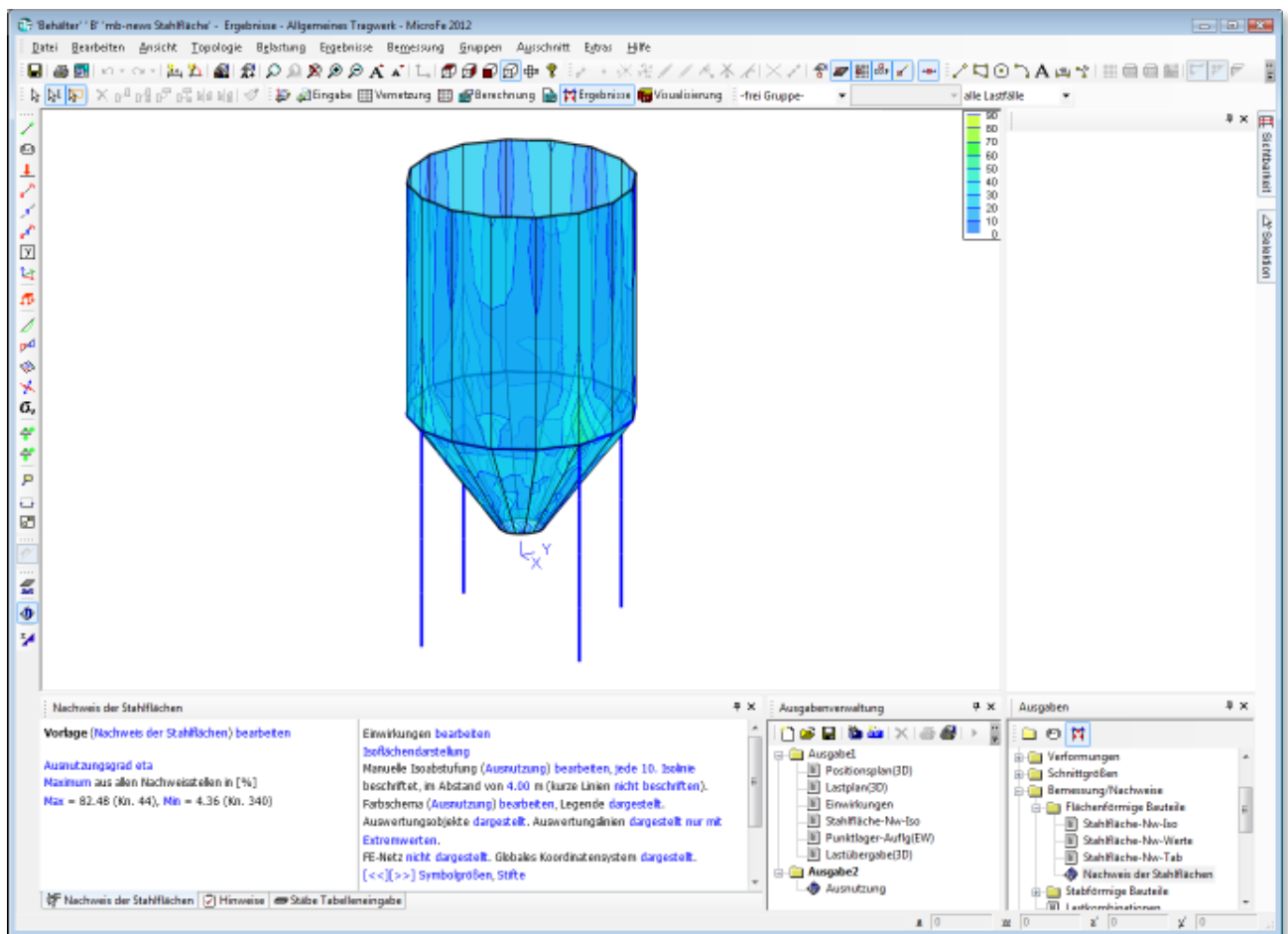


Dipl.-Ing. Sven Hohenstern

Stahlflächen in MicroFe

Leistungsbeschreibung des MicroFe-Moduls M371 Schalentragwerke, Faltwerke aus Stahl, DIN 18800 (11/08)

Mit dem neuen Modul M371 lassen sich Stahlflächentragwerke modellieren. Der Spannungsnachweis von nicht stabilitätsgefährdeten Stahlflächen erfolgt auf Basis von Vergleichsspannungen nach DIN 18800-1 [1].



Eigenschaften



Mit dem neuen Modul M371 steht im Allgemeinen Tragwerk der neue Positionstyp **Stahlfläche** zur Verfügung. In der Vorlage bzw. in den Positionseigenschaften können neben der Flächendicke und den Materialkennwerten wie Stahlsorte, Wichte und Querdehnzahl auch weitergehende Optionen wie die exzentrische Anordnung zur Mittelebene,

die optionale Deaktivierung der Streckgrenzenabminderung bei großen Bauteildicken oder die Modellierung als Starrkörper eingestellt werden (Bild 1). Als Stahlsorten können alle in den Stammdaten zur DIN 18800 eingetragenen Sorten verwendet werden.



Bild 1. Positionseigenschaften Stahlfläche

Ergebnisse

Nach der statischen Berechnung eines Stahl-Faltwerkmodells und der Typisierung der Einwirkungen gemäß DIN 1055-100 [2] kann der Spannungsnachweis der Stahlflächen nach DIN 18800-1 [1] durchgeführt werden.

Nachweise



In der grafisch-interaktiven Ausgabe kann der **Nachweis der Stahlflächen** aufgerufen werden. In den Ergebnisoptionen stehen nachfolgend beschriebene Ergebnisse an der *Oberseite*, in der *Mittelebene* und an der *Unterseite* der Stahlfläche zur Auswahl (Bild 2). Für den *Ausnutzungsgrad* η und die *Vergleichsspannung* σ_{vEd} lässt sich zudem das Maximum aus den drei Nachweisstellen anzeigen.

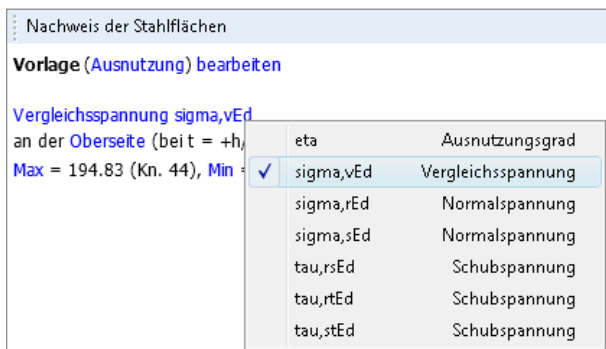


Bild 2. Ergebnisoptionen Stahlflächennachweis

Die automatische Kombinatorik von MicroFe ermittelt an jedem Knoten unter Berücksichtigung der Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte gemäß DIN 1055-100 [2] diejenige Lastkombination, die zur maximalen Nachweisausnutzung führt.

Aus den Schalenchnittkräften auf Bemessungsniveau berechnen sich die Spannungen und der Ausnutzungsgrad zu:

Mit

n_{rEd}	n_{sEd}	n_{rsEd}	Schalenmembrankräfte
m_{rEd}	m_{sEd}	m_{rsEd}	Schalenbiegemomente
v_{rEd}	v_{sEd}		Schalenquerkräfte
h			Flächendicke
f_{yd}			Streckgrenze

Index:

o	Oberseite
m	Mittelebene
u	Unterseite

- **Normalspannung σ_{rEd}**

$$\sigma_{rEd,o} = \frac{n_{rEd}}{h} - \frac{6 \cdot m_{rEd}}{h^2}$$

$$\sigma_{rEd,m} = \frac{n_{rEd}}{h}$$

$$\sigma_{rEd,u} = \frac{n_{rEd}}{h} + \frac{6 \cdot m_{rEd}}{h^2}$$

- **Normalspannung σ_{sEd}**

$$\sigma_{sEd,o} = \frac{n_{sEd}}{h} - \frac{6 \cdot m_{sEd}}{h^2}$$

$$\sigma_{sEd,m} = \frac{n_{sEd}}{h}$$

$$\sigma_{sEd,u} = \frac{n_{sEd}}{h} + \frac{6 \cdot m_{sEd}}{h^2}$$

- **Schubspannung τ_{rsEd}**

$$\tau_{rsEd,o} = \frac{n_{rsEd}}{h} - \frac{6 \cdot m_{rsEd}}{h^2}$$

$$\tau_{rsEd,m} = \frac{n_{rsEd}}{h}$$

$$\tau_{rsEd,u} = \frac{n_{rsEd}}{h} + \frac{6 \cdot m_{rsEd}}{h^2}$$

- **Schubspannung τ_{rtEd}**

$$\tau_{rtEd,m} = 1.5 \cdot \frac{v_{rEd}}{h}$$

- **Schubspannung τ_{stEd}**

$$\tau_{stEd,m} = 1.5 \cdot \frac{v_{sEd}}{h}$$

- **Vergleichsspannung σ_{vEd}**
(nach der Gestaltänderungsenergiehypothese)

$$\sigma_{vEd,o} = \sqrt{\sigma_{rEd,o}^2 + \sigma_{sEd,o}^2 - \sigma_{rEd,o} \cdot \sigma_{sEd,o} + 3 \cdot \tau_{rsEd,o}^2}$$

$$\sigma_{vEd,m} = \sqrt{\sigma_{rEd,m}^2 + \sigma_{sEd,m}^2 - \sigma_{rEd,m} \cdot \sigma_{sEd,m} + 3 \cdot (\tau_{rsEd,m}^2 + \tau_{rtEd,m}^2 + \tau_{stEd,m}^2)}$$

$$\sigma_{vEd,u} = \sqrt{\sigma_{rEd,u}^2 + \sigma_{sEd,u}^2 - \sigma_{rEd,u} \cdot \sigma_{sEd,u} + 3 \cdot \tau_{rsEd,u}^2}$$

- **Ausnutzungsgrad η**

$$\eta = \frac{\sigma_{vEd}}{f_{yd}}$$

Zur schnellen Dokumentation der Nachweisergebnisse stehen außerdem die positionsorientierten Ausgaben *Stahlfläche-Nw-Iso*, *Stahlfläche-Nw-Werte* und *Stahlfläche-Nw-Tab* zur Verfügung.



Hauptrandspannungen und Vergleichsrandspannungen

Zur weiteren Ergebnisdiskussion können auch die Hauptrandspannungen und die Vergleichsrandspannungen hilfreich sein. Diese beiden grafisch-interaktiven Ausgaben stehen für alle Flächenbauteile zur Verfügung und ermitteln normunabhängig ihre Ergebnisse an der Oberseite und der Unterseite von Flächen (Bild 3 und Bild 4).

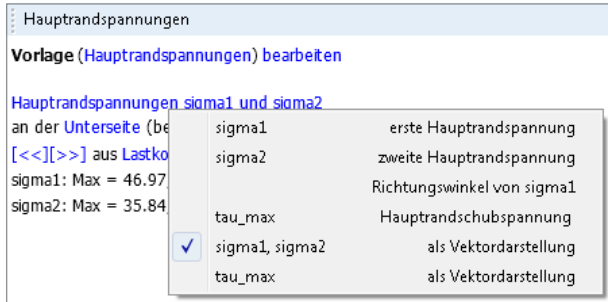


Bild 3. Ergebnisoptionen Hauptrandspannungen

Aus den Schalenschnittkräften berechnen sich die Hauptrandspannungen zu:

Mit

n_r, n_s, n_{rs} Schalenmembrankräfte
 m_r, m_s, m_{rs} Schalenbiegemomente
 h Flächendicke

Index:
 o Oberseite
 u Unterseite

- Schalensrandspannungen**
 $\sigma_{r,o/u} = \frac{n_r}{h} \mp \frac{6 \cdot m_r}{h^2}$
 $\sigma_{s,o/u} = \frac{n_s}{h} \mp \frac{6 \cdot m_s}{h^2}$
 $\tau_{rs,o/u} = \frac{n_{rs}}{h} \mp \frac{6 \cdot m_{rs}}{h^2}$
- erste Hauptrandspannung sigma1**
 $\sigma_{1,o/u} = \frac{1}{2} \left(\sigma_{r,o/u} + \sigma_{s,o/u} + \sqrt{(\sigma_{r,o/u} - \sigma_{s,o/u})^2 + 4 \cdot \tau_{rs,o/u}^2} \right)$
- zweite Hauptrandspannung sigma2**
 $\sigma_{2,o/u} = \frac{1}{2} \left(\sigma_{r,o/u} + \sigma_{s,o/u} - \sqrt{(\sigma_{r,o/u} - \sigma_{s,o/u})^2 + 4 \cdot \tau_{rs,o/u}^2} \right)$
- Richtungswinkel von sigma1**
 $\varphi_{o/u} = \frac{1}{2} \left(\arctan \left(\frac{2 \cdot \tau_{rs,o/u}}{\sigma_{r,o/u} - \sigma_{s,o/u}} \right) \right)$
- Hauptrand Schubspannung tau_max**
 $\tau_{max,o/u} = \frac{1}{2} (\sigma_{1,o/u} - \sigma_{2,o/u})$

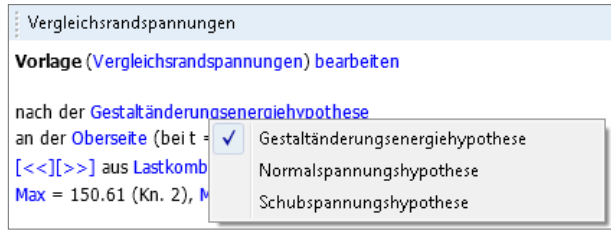


Bild 4. Ergebnisoptionen Vergleichsrandspannungen

Die Vergleichsrandspannungen können nach unterschiedlichen Festigkeitshypothesen ermittelt werden, vgl. bspw. [3]. Diese berechnen sich nach der:

- Gestaltänderungsenergiehypothese (HUBER, v. MISES, HENCKY)**
 $\sigma_{v,o/u} = \sqrt{\sigma_{r,o/u}^2 + \sigma_{s,o/u}^2 - \sigma_{r,o/u} \cdot \sigma_{s,o/u} + 3 \cdot \tau_{rs,o/u}^2}$
- Normalspannungshypothese (LAMÉ, RANKINE)**
 $\sigma_{v,o/u} = \text{MAX}(|\sigma_{1,o/u}|, |\sigma_{2,o/u}|)$
- Schubspannungshypothese (TRESCA)**
 $\sigma_{v,o/u} = \sqrt{(\sigma_{r,o/u} - \sigma_{s,o/u})^2 + 4 \cdot \tau_{rs,o/u}^2}$

Dipl.-Ing. Sven Hohenstern
 mb AEC Software GmbH
 mb-news@mbaec.de

Literatur

- [1] DIN 18800-1, Stahlbauten – Teil 1: Bemessung und Konstruktion. November 2008.
- [2] DIN 1055-100, Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln. März 2001.
- [3] Schnell, Gross, Hauger. Technische Mechanik – Band 2: Elastostatik. 5. Auflage, 1995. Springer-Verlag.

mbAEC Aktuelle Angebote

- M371 Schalentragerwerke, Faltwerke aus Stahl, DIN 18800 (11/08) 490,- EUR**
- M370 Plattentragerwerke aus Stahl, DIN 18800 (11/08) 390,- EUR**
- M162 Lastverteilung in MicroFe und EuroSta 490,- EUR**

Es gelten unsere Allg. Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten.
 Alle Preise zzgl. Versandkosten (7,50 EUR) und ges. MwSt. Hardlock für Einzelplatzlizenzen, je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Handbücher auf DVD. Betriebssystem Windows XP (32) / Windows Vista (32/64) / Windows 7 (32/64) – Stand: Dezember 2011

Preisliste siehe www.mbaec.de