

## GFK-Laminat: Materialeigenschaften für FEM

UP-Harz:

$$E_{Harz} := 4000 \text{ MPa}$$

$$\nu_{Harz} := 0.4$$

$$G_{Harz} := \frac{E_{Harz}}{2 \cdot (1 + \nu_{Harz})} = 1429 \text{ MPa}$$

Glasfasern:

$$E_{GF} := 73000 \text{ MPa}$$

$$E_{GF2} := 73000 \text{ MPa}$$

$$\nu_{GF} := 0.25$$

$$G_{GF} := \frac{E_{GF}}{2 \cdot (1 + \nu_{GF})} = 29200 \text{ MPa}$$

$$\rho_{GF} := 2.5 \cdot 10^{-9} \frac{\text{tonne}}{\text{mm}^3}$$

$$\rho_{Harz} := 1.2 \cdot 10^{-9} \frac{\text{tonne}}{\text{mm}^3}$$

$$\psi := 0.3$$

Massenanteil der GF

$$\nu_{Vol} := \left( 1 + \frac{1 - \psi}{\psi} \cdot \frac{\rho_{GF}}{\rho_{Harz}} \right)^{-1} = 0.171$$

$$\nu_{Vol} = 0.171 \quad \text{Volumenanteil der GF (minimal)}$$

Annahme: transversal isotrop

$$E_{11} := \nu_{Vol} \cdot E_{GF} + (1 - \nu_{Vol}) \cdot E_{Harz} = 15773 \text{ MPa}$$

$$E_{22} := \frac{E_{GF} \cdot E_{Harz}}{\nu_{Vol} \cdot E_{Harz} + (1 - \nu_{Vol}) \cdot E_{GF}} = 4769 \text{ MPa}$$

$$E_{33} := E_{22} = 4769 \text{ MPa}$$

$$G_{12} := \frac{G_{GF} \cdot G_{Harz}}{\nu_{Vol} \cdot G_{Harz} + (1 - \nu_{Vol}) \cdot G_{GF}} = 1705 \text{ MPa}$$

$$\nu_{12} := \nu_{Vol} \cdot \nu_{GF} + (1 - \nu_{Vol}) \cdot \nu_{Harz} = 0.374$$

Abschätzung:

$$\xi := \frac{3 - 4 \cdot \nu_{Harz} + \frac{G_{Harz}}{G_{GF}}}{4 \cdot (1 - \nu_{Harz})} = 0.604$$

$$G_{23} := G_{Harz} \cdot \frac{\nu_{Vol} + \xi \cdot (1 - \nu_{Vol})}{\frac{G_{Harz}}{G_{GF}} \cdot \nu_{Vol} + \xi \cdot (1 - \nu_{Vol})} = 1884 \text{ MPa}$$

$$\nu_{23} := \frac{E_{22}}{2 \cdot G_{23}} - 1 = 0.266$$

| Materialdefinition   |                               |
|--|-------------------------------|
| Name   | LAMINAT                       |
| Beschreibung   |                               |
| Dichte   | 1.5e-09 tonne/mm <sup>3</sup> |
| <b>Strukturmechanisch</b> Thermal Verschiedenes Farbeffekt Benutzerdefiniert |                               |
| Symmetrie Transversal isotrop  |                               |
| <b>Elastizitätsmodul</b>   |                               |
| E1   | 15773 MPa                     |
| E2=E3  | 4769 MPa                      |
| <b>Querkontraktionszahl</b>  |                               |
| Nu21=Nu31  | 0.374                         |
| Nu32   | 0.266                         |
| <b>Schubmodul</b>  |                               |
| G12=G13  | 1705 MPa                      |
| G23  | :(1+Nu32)]                    |
| <b>Wärmeausdehnungskoeffizient</b>   |                               |
| a1   | 2.8e-05 /C                    |
| a2=a3  | 3e-05 /C                      |
| <b>Materialgrenzwerte</b>  |                               |
| <b>Zugspannung</b>   |                               |
| St1 *  | 200 MPa                       |
| St2 *  | 40 MPa                        |
| <b>Druckspannung</b>   |                               |
| Sc1 *  | -300 MPa                      |
| Sc2 *  | -60 MPa                       |
| <b>Schubspannung</b>   |                               |
| Sc *   | 50 MPa                        |
| <b>Tsai-Wu normalisierter Interaktions-Term</b>                              |                               |
| F12 *  | 1                             |
| <b>* Erforderliche Felder</b>  |                               |
| <b>Versagenskriterium</b>  |                               |
| Tsai-Wu  |                               |
| <input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Abbrechen"/>   |                               |

$$F_{12} := 1$$

Dieser Wert ist in der Praxis schwierig zu ermitteln, da ein biaxialer Versuch notwendig. Der Gültigkeitsbereich wird von Tsai mit -1 bis +1 angegeben.

