Druck (Belastung in Scheibenebene)

Für planmäßig mittig druckbeanspruchte Bauteile (Belastung in Scheibenebene) ist Glg. \eqref{eq:eqn_1} zu erfüllen.

\begin{equation} \label{eq:eqn_1} N_d \over {A_{ef} \cdot f_{c,0,CLT,net,d}} \le 1,0 \end{equation}

Allerdings besteht bei schlanken druckbeanspruchten Bauteilen die Gefahr, dass sie sich durch seitliches Ausweichen (Knicken) der Beanspruchung entziehen. Für diesen Fall stehen zwei unterschiedliche Nachweisverfahren zur Auswahl:

- Nachweis nach dem Ersatzstabverfahren
- Nachweis nach Theorie II. Ordnung

Nachweis nach dem Ersatzstabverfahren

evtl. dort hin verschieben uniaxial_compression_ffss

Beim Ersatzstabverfahren erfolgt der Nachweis nach Glg. \eqref{eq:eqn_2}.

\begin{equation} \label{eq:eqn_2} {{{N_d}} \over {{k_c} \cdot {A_{ef}} \cdot {f_{c,0,CLT,net,d}}}} \le 1,0 \end{equation}

Hier wird die Druckfestigkeit durch den Knickbeiwert k_c nach Glg. \eqref{eq:eqn_4} reduziert. Dieser Knickbeiwert stellt sich als Funktion der relativen Schlankheit λ_{erl}, der Querschnittsform und der Fertigungsqualität (Imperfektionsbeiwert β_c nach Glg. \eqref{eq:eqn_6}) dar. Die relative Schlankheit λ_{rel} wird nach Glg. \eqref{eq:eqn_7} in Abhängigkeit der elastischen ideellen Knicklast n_{cr} ermittelt. Glg. \eqref{eq:eqn_3} berücksichtigt dabei auch die bei BSP nicht zu vernachlässigende Schubnachgiebigkeit. Die darin vorkommende Biegesteifigkeit $K_{CLT,05}$ und die Schubsteifigkeit $S_{CLT,05}$ werden nach Glg. (3) bzw. Glg. (4) berechnet. Allerdings ist für Stabilitätsprobleme der 5 %-Fraktilwert des E-Moduls $E_{0,05}$ sowie der 5 %-Fraktilwert des Schub- bzw. Rollschuhmoduls $G_{CLT,05}$ bzw. $G_{r,CLT,05}$ anstatt der Mittelwerte heranzuziehen.

\begin{equation} \label{eq:eqn_3} {n_{cr}} = {{{K_{CLT,05}} \cdot {\pi ^2}} \over {l_k^2 \cdot \left({1 + {{{K_{CLT,05}} \cdot {\pi ^2}} \over {{S_{CLT,05}} \cdot l_k^2}}} \right)}} = {{{K_{CLT,05}} \cdot {\pi ^2}} \over {l_k^2}} \cdot {1 \over {\left({1 + {\kappa _c}} \right)}} \end{equation}

\begin{equation} \label{eq:eqn_4} {k_c} = \min \left[{\matrix{ {1,0} \cr {{1 \over {k + \sqrt {{k^2} - \lambda _{rel}^2} }}} \cr } } \right] \end{equation}

\begin{equation} \label{eq:eqn_5} k = 0,5 \cdot \left({1 + {\beta _c} \cdot \left({{\lambda _{rel}} - 0,3} \right) + \lambda _{rel}^2} \right) \end{equation}

\begin{equation} \label{eq:eqn_6} {\beta _c} = 0,1 \end{equation}

\begin{equation} \label{eq:eqn_7} {\lambda _{rel}} = \sqrt {{{{A_{ef}} \cdot {f_{c,0,CLT,k}}} \over {{n_{cr}}}}} \end{equation}

Nachweis nach Theorie II. Ordnung

Werden die Schnittgrößen unter Berücksichtigung von Vorkrümmungen und Ausmittigkeiten nach der Spannungstheorie II. Ordnung (Gleichgewicht am verformten System) ermittelt, ergibt sich eine kombinierte Beanspruchung aus Normalkraft und Biegemoment und es ist sicherzustellen, dass Glg. \eqref{eq:eqn_8} erfüllt ist.

\begin{equation} \label{eq:eqn_8} {\left({{{{N_d}} \over {{A_{ef}} \cdot {f_{c,0,CLT,net,d}}}}} \right)^2} + {{M_d^{II}} \over {{W_{ef}} \cdot {f_{m,CLT,d}}}} \le 1,0 \end{equation}