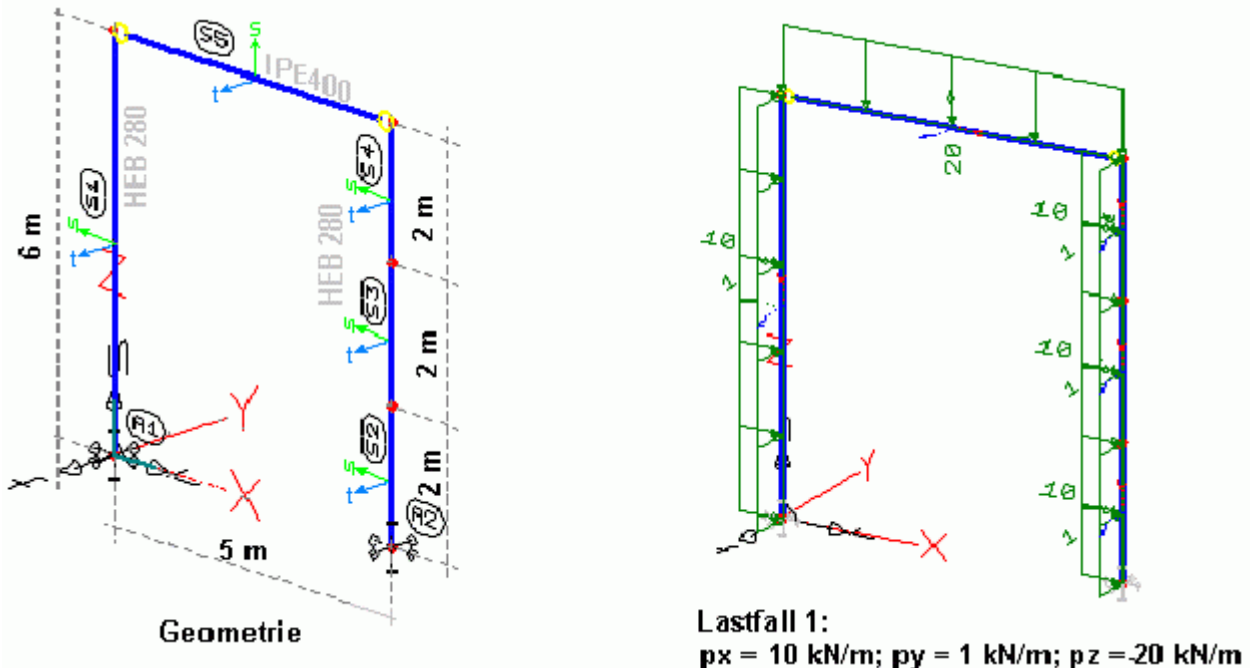


Thema: Bearbeitungsschritte zur Erfassung von geometrischen Imperfektionen

In der statischen Berechnung sind nach DIN 18800 Imperfektionen zu berücksichtigen, die als geometrische Ersatzimperfektionen vorgeschrieben sind. Maßgebend für deren Richtung und Größe sind die *Tragwerksgeometrie*, die *Lastkombination*, die *Kriterien der Berechnung* und das gewählte *Nachweisverfahren*. Das bedeutet, Imperfektionen sind **Stabeigenschaften**, die jeweils in bestimmten Lastkombinationen analog zu den **Lastfällen** aktiviert werden. Die Ausweichrichtungen der Imperfektionen können von Hand eingegeben oder automatisch ermittelt werden analog zur Knick- oder Verformungsfigur der jeweiligen Lastkombination. Hierfür sind bestimmte Bearbeitungsschritte erforderlich, die nachfolgend an einem Beispiel einzeln vorgestellt und erläutert werden.

Grundsätzlich erfordert die Erfassung geometrischer Imperfektionen eine Berechnung nach Theorie 2.Ordnung.

Beispiel: System und Belastung



Vorgehensweise:

1. Vorberechnung der *geometrischen* Imperfektionswerte

für die Stiele von Hand:

Vorverdrehung: $\varphi_0 = 1/200 * r_1 * r_2$ (Vorkrümmung gemäß DIN-Tabelle)

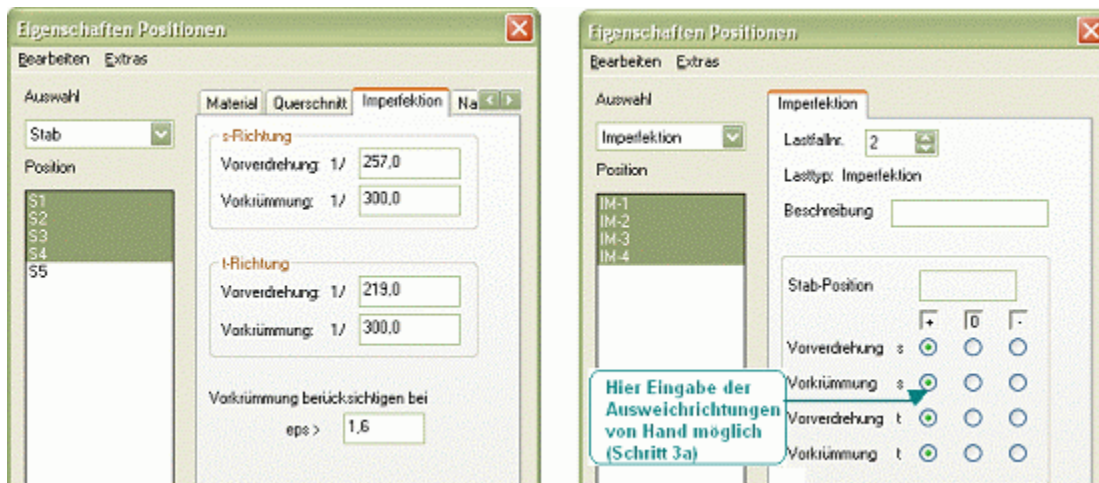
s-Richtung: $r_1 = \sqrt{5.0/6.0} = 0.913$ und für $n=2$, $r_2 = 0.5 * (1+1/\sqrt{2}) = 0.853 \rightarrow \varphi_{0,s} = 1/257$

t-Richtung: $r_1 = \sqrt{5.0/6.0} = 0.913$ und für $n=1$, $r_2 = 1,0 \rightarrow \varphi_{0,t} = 1/219$

Falls Nachweisverfahren E-E gewählt, ist Faktor 2/3 nutzbar: $\varphi_{0,s'} = 1/385$; $\varphi_{0,t'} = 1/328$
 oder es werden die voreingestellten (ungünstigeren) Werte $\varphi_0 = 1/200$ verwendet.

2. Imperfektionszuweisung

Für alle druckbeanspruchten Positionen folgt dann die **Imperfektionszuweisung** über Dialog *Stab* \rightarrow *Eigenschaften* \rightarrow *Imperfektion*:



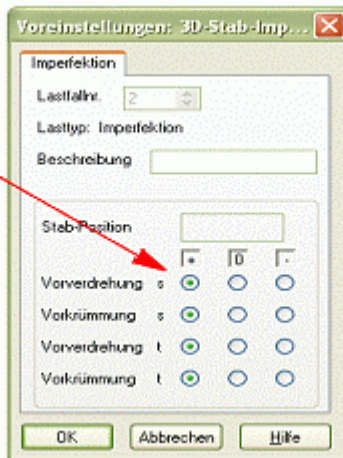
3. Setzen der Imperfektionen

an die Stabpositionen jeweils als (Zusatz-)Lastfall, d.h. mit Dialog *Ergebnisse* → *Lastfälle* → *Lastkombination...* ist jeweils der neue Imperfektionslastfall der entsprechenden nichtlinearen Lastkombination zuzuordnen ($\gamma_m=1.0$).

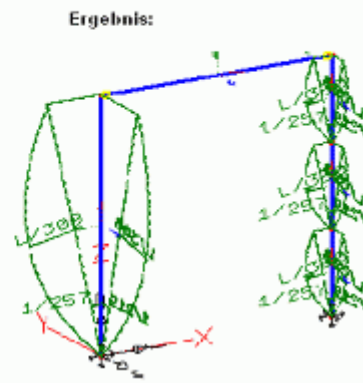
1. Lastfall definieren:



2. Aktive Imperfektionen festlegen:

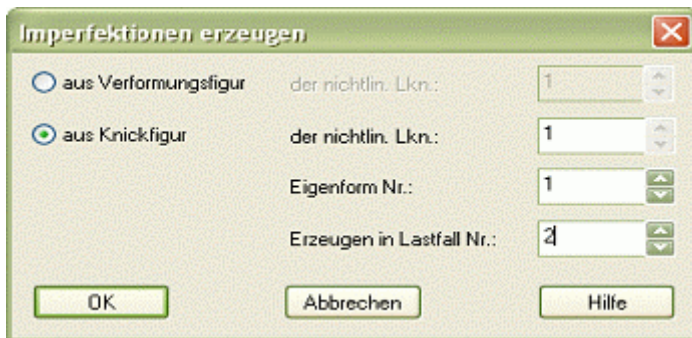


3. Mit Mausclick an die Stabpositionen setzen:



4. Bestimmung der Ausweichrichtungen der Imperfektionen

- Ausweichrichtungen von Hand eingeben über Dialog *Imperfektion* → *Eigenschaften Positionen*
- Ausweichrichtungen automatisch über den Dialog *Imperfektion* → *Erzeugen aus...* der Verformungsfigur oder der Knickfigur der Lastkombination ermitteln



Es ist i.a. die baustatisch relevante 1. Eigenform-Nr. zu wählen. Als Lastfall Nr. ist der Imperfektionslastfall einzugeben, der der oben angegebenen nichtlinearen Lkn. zugeordnet ist. Nach OK wird signalisiert, dass zunächst zur Bestimmung der Stabkennzahlen eine vorlaufende statische Berechnung erfolgt, mit folgender Tabelle:

Stabkennzahlen

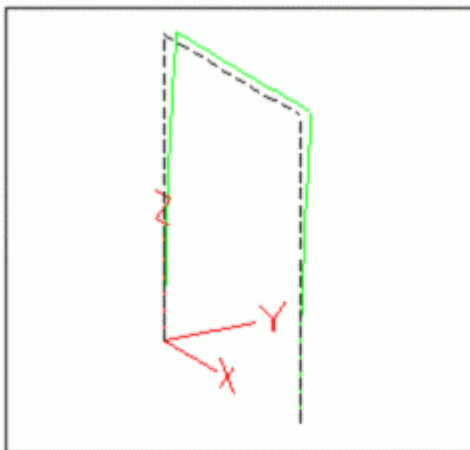
$$\epsilon_s = L \cdot \sqrt{N \cdot \gamma_m / (E \cdot I)}$$

s | t = lokale r_s-Ebene | r_t-Ebene

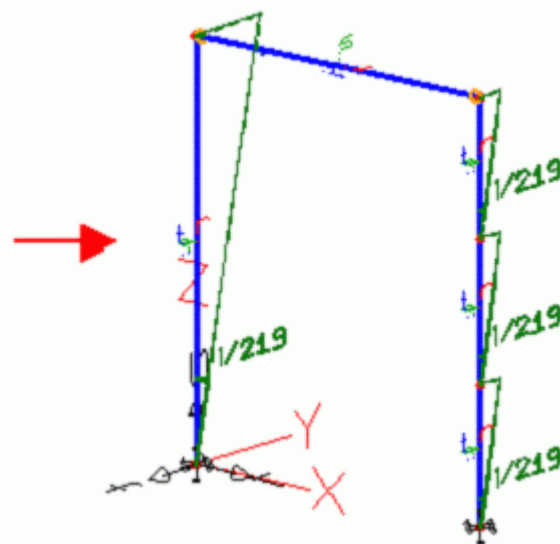
Stab	Stabkennzahlen	
	eps s	eps t
Lastkombination 1		
S1	0.26	0.44
S2	0.09	0.15
S3	0.09	0.15
S4	0.09	0.15
S5	0.00	0.00

Die Stabkennzahlen ϵ_s liegen im Beispiel durchweg unter 1.6, folglich setzt das Programm keine Vorkrümmungen an. Dann läuft eine Stabilitätsberechnung zur Ermittlung der Knickfigur für die betrachtete Lastkombination an, aus der schließlich die Ausweichrichtungen intern bestimmt werden:

Systemstabilität - Eigenknickwerte und -formen
1. Eigenknickform der LK 1 mit Systemknickstabilität 18.95



Ergebnis: Ausweichrichtungen der Vorverdrehungen erzeugt aus Knickfigur



5. Statische Berechnung nach Theorie II. Ordnung

Nun schließt sich die eigentliche **statische Berechnung nach Theorie II. Ordnung** an, ggf. mit automatischer Knicklängenermittlung für die Stabilitätsnachweise. Es zeigt sich übrigens, dass die Vorverdrehung am Stab S1 über die gesamte Länge exakt zu den gleichen Ergebnissen führt wie die „aufgeteilte“ Vorverdrehung an den Stäben S2 bis S4 (Bei vorhandener Vorkrümmung wäre das nicht der Fall!).