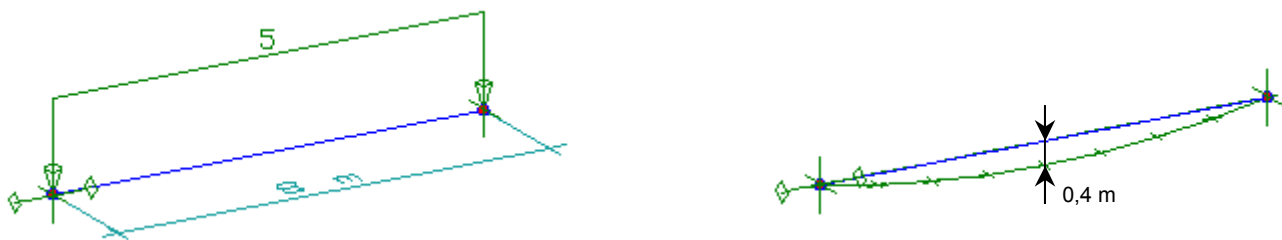


## Thema

Durch den Einbau eines vorgespannten Stahlbetonträgers lassen sich geringere Verformungen, größere Stützweiten und kleinere Querschnittsabmessungen erzielen.

An einem einfachen Beispiel soll die Eingabe einer Vorspannung mit einer parabelförmigen Spanngliedführung gezeigt werden.

## System und Belastung



Es handelt sich um einen Balken auf zwei Stützen. Das System wird mit dem Modul „Allgemeines Tragwerk“ erstellt. Der Balken wird dort als 3D-Stab, gelenkig gelagert auf zwei Punktlager eingegeben.

Um eine einfache Überprüfbarkeit der Ergebnisse zu erhalten, wird das Eigengewicht ausgeschaltet (Wichte = 0) und nur eine Linienlast  $q = 5 \text{ kN/m}$  angesetzt. Die Vorspannung soll der hieraus entstehenden Verformung entgegenwirken, so dass das Moment  $M_s$  in der Stabmitte zu Null wird.

## Bestimmung der Vorspannungsparameter

Zunächst sind noch einige Informationen über die Spanngliedführung und die benötigte Vorspannkraft zu ermitteln.

Das Biegemoment  $M_s$  in Balkenmitte beträgt:

$$M_s = q \cdot l^2 / 8 = 5 \cdot 8^2 / 8 = 40 \text{ kNm}$$

Der maximale Hebelarm des Spanngliedes wird mit 0,40 m gewählt. Hieraus lässt sich die benötigte Vorspannkraft  $F$  ermitteln:

$$F \cdot 0,40 = 40 \text{ kNm} \rightarrow F = 100 \text{ kN}$$

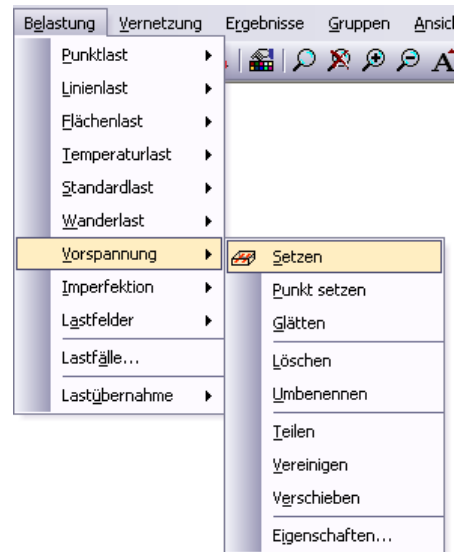
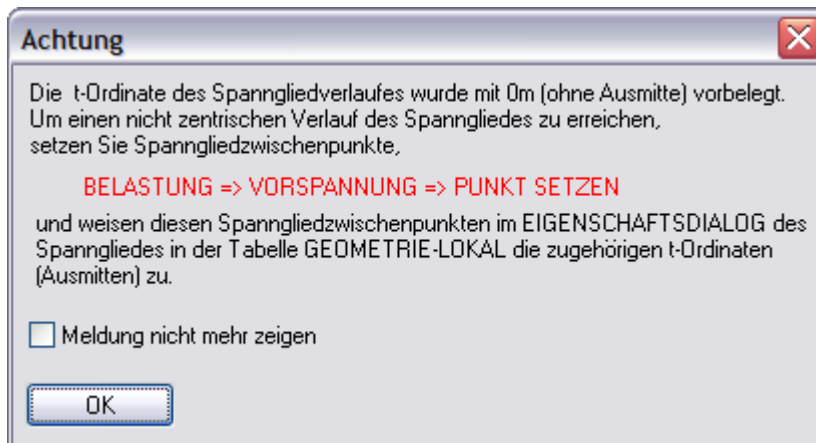
Das Spannglied soll einen parabelförmigen Verlauf erhalten. Die Ausmitte wird in Balkenmitte zu 0,40 m angesetzt. Über den Punktlagern soll das Spannglied keine Ausmitte besitzen. Die Zwischenordinaten des Spanngliedverlaufes können über folgende Funktion berechnet werden, die sich aus der allgemeinen Parabelfunktion im Koordinatensystem  $(r,t)$  ergibt:

$$t(r) = 0,025 \cdot r^2 - 0,2 \cdot r$$

## Eingabe des Spanngliedverlaufes

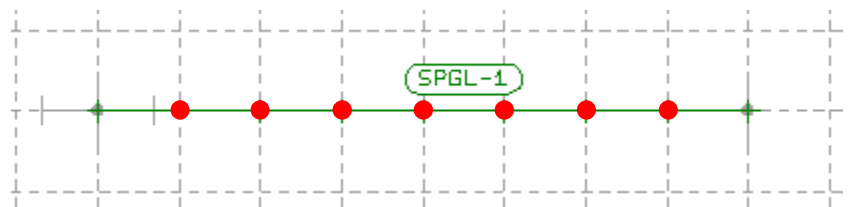
Mit der Funktion „Belastung / Vorspannung / Setzen“ wird ein Spannglied vom Anfang bis zum Ende des 3D-Stabes gesetzt.

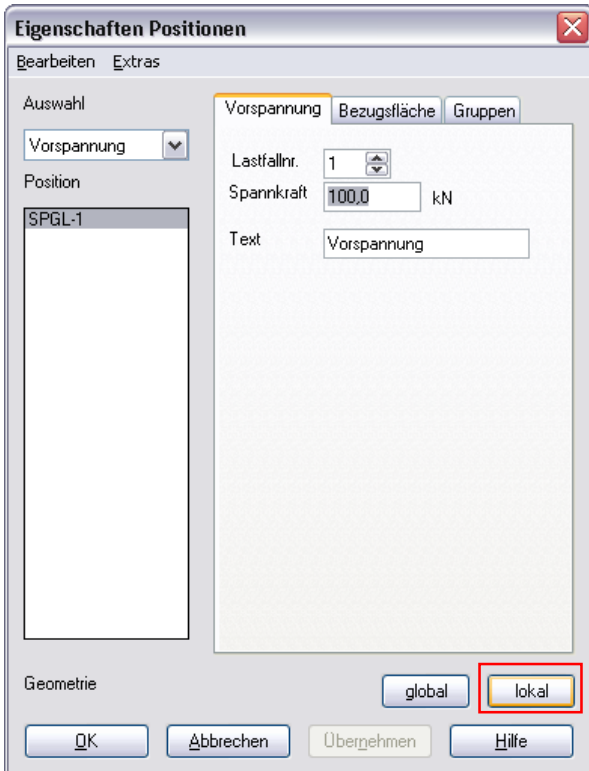
Nach dieser Eingabe erscheint folgende Warnung:



Dies bedeutet, dass ein Spannglied gesetzt wurde, welches lediglich eine Druckkraft in dem Balken bewirkt, da noch keine Ausmitte festgelegt wurde.

Um diese festzulegen, werden dem Spannglied zusätzlich Zwischenpunkte zur Eingabe des Spanngliedverlaufes zugewiesen. Hierzu werden über die Funktion „Belastung / Vorspannung / Punkt setzen“ Spanngliedzwischenpunkte (in diesem Beispiel sieben im 1m-Abstand, z.B. mit Hilfe eines Rasters) auf das Spannglied gesetzt. Die Punkte sind hier rot markiert.





Diesen Zwischenpunkten müssen nun die berechneten Ordinaten des Spanngliedverlaufes zugewiesen werden. Hierzu wird der Eigenschaftsdialog der Vorspannung aufgerufen. Falls die Vorspannkraft noch nicht auf 100 kN gesetzt wurde, kann dies hier in dem Feld *Spannkraft* eingetragen werden. Die Eingabefunktion der Spanngliedsgeometrie wird durch den markierten Button aktiviert.

Im geöffneten Geometriedialog sind die entsprechenden Ordinaten einzutragen. Dazu kann mit der linken Maustaste einfach in das zu verändernde Feld (3. Spalte) geklickt werden<sup>1</sup>.

r (m)	s (m)	t (m)
4,0	0,0	0,0
4,0	1,0	-0,175
4,0	2,0	-0,3
4,0	3,0	-0,375
4,0	4,0	-0,4
4,0	5,0	-0,375
4,0	6,0	-0,3
4,0	7,0	-0,175
4,0	8,0	0,0

gegeben, der die parabelförmige Spanngliedführung näherungsweise darstellt.

Damit ist ein polygonaler Spanngliedverlauf ein-

## Ergebnisdiskussion

Im vorliegenden Beispiel wurde nur mit einem Lastfall gerechnet. Dieser enthielt sowohl die Linienlast, als auch die Vorspannung. Beide Lasten sind als ständige Last definiert.

Aus den Ergebnissen wird sichtbar, dass der Momentenverlauf  $M_s$  nicht über den gesamten Stab zu Null wird, sondern dass kleine "Fischbäuche" entstehen. Dieser Effekt ist auf die polygonale Approximation der parabelförmigen Spanngliedführung zurückzuführen.



Max.= 0,8 kNm, Min.= 0 kNm

Wird eine genauere Erfassung der Spanngliedführung durch weitere Spanngliedzwischenpunkte vorgesehen (nachfolgend alle 0,25 m), so nähert sich das Ergebnis noch besser dem genauen Momentenverlauf  $M_s$  an.



Max.= 0,2 kNm, Min.= 0 kNm

<sup>1</sup> In diesen Feldern können übrigens auch Berechnungen durchgeführt werden: z. B.  $0.025*1*1 - 0.2*1$  ergibt -0.175.