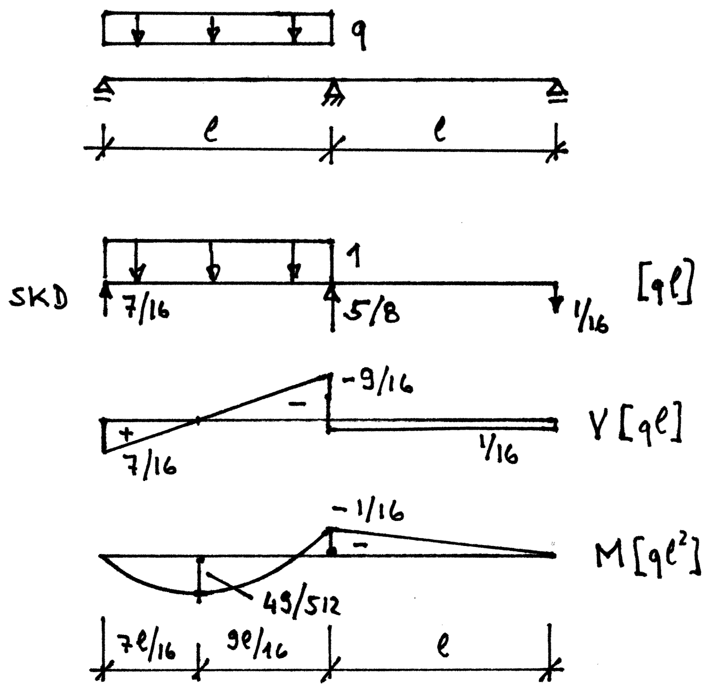
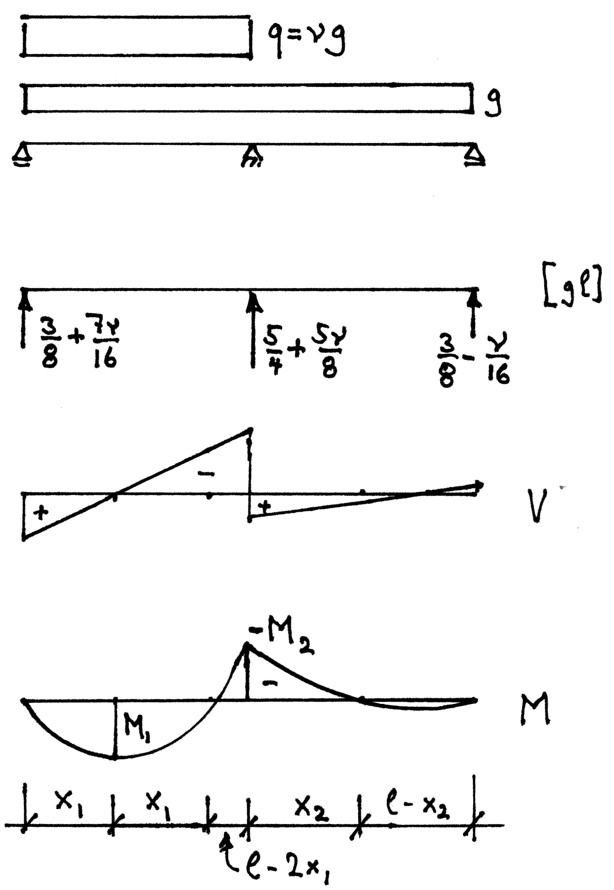
Stahlbeton I – Kolloquium 2

1. Durchlaufträger über zwei gleich lange Felder, EI = const



Aus der Baustatik ist die nebenstehende Lösung für den auf einem Feld einer konstanten Streckenlast unterworfenen Durchlaufträger bekannt.



Durch Superposition der Eigenlast g und der Nutzlast q ergibt sich die nebenstehende Lösung mit

$$x_1 = \frac{6+7\nu}{16(1+\nu)}\,\ell$$

$$x_2 = \frac{2+\nu}{8}\,\ell$$

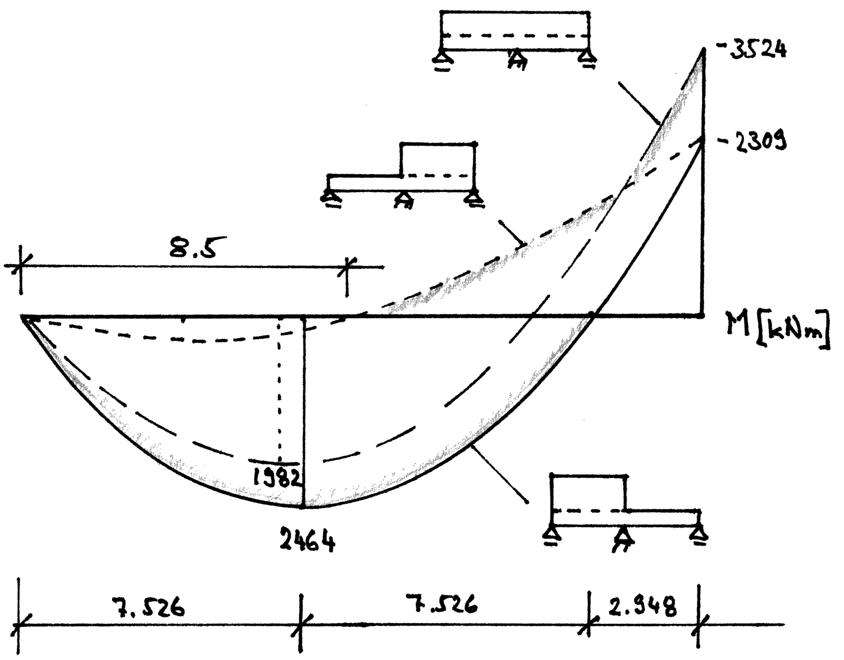
$$M_1 = \frac{(6+7\nu)^2 g\ell^2}{512(1+\nu)}$$

$$-M_2 = \frac{(2+\nu)g\ell^2}{16}$$

2. Grenzwertlinien

- Definition und Beispiel siehe Vorlesungen über Baustatik.
- Ständige Einwirkungen g sind im Gegensatz zu veränderlichen Einwirkungen q nicht nach Einflusslinien in ungünstigster Stellung anzuordnen (vgl. SIA 261, 2.1.2 und 8.3.1).

Beispiel : $\ell = 18m$, $g = g_d = 27\ kN/m$, $q = q_d = 60\ kN/m$, $\gamma = q/g = 20/9$.



$x_1 = 7.526\ m$

$x_2 = 9.5\ m$

$M_1 = 2464\ kNm$

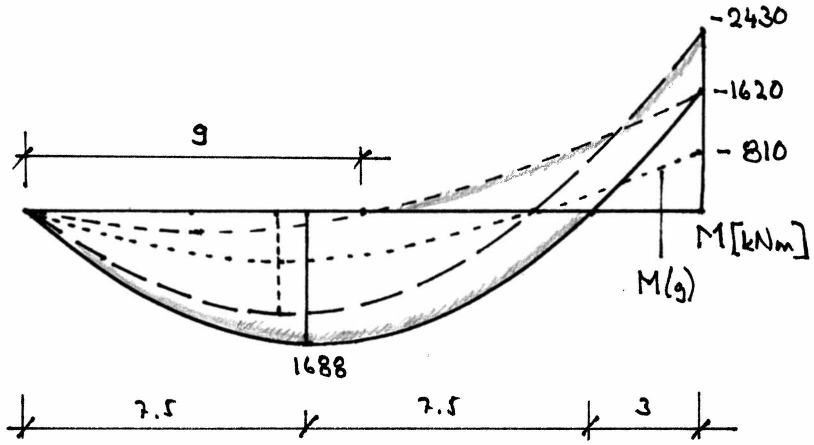
$M_2 = -2309\ kNm$

$$\frac{(g_d+q_d)\ell^2}{8} = 3524\ kNm$$

$$\frac{9(g_d+q_d)\ell^2}{128} = 1982\ kNm$$

- Um den Querkrafteinfluss zu berücksichtigen, ist die Grenzwertlinie bei positiven (negativen) Momenten um das Versatzmass $(z \cot\alpha)/2$ in (entgegen) der Richtung des Querkraftflusses zu verschieben, wobei z = Hebelarm der inneren Kräfte. Bei Deckungslinie (Biegewiderstand) Verankerungslängen beachten!
- Bei der konstruktiven Durchbildung der Biegebewehrung ist u.a. auf folgende Punkte zu achten:
  - Länge und Gewicht der Einzelstäbe → lange/grosse Stäbe möglichst ohne Abbiegungen, sonst Verlegeprobleme
  - Stösse versetzen, z.B. durch alternierendes Verschieben gleicher Stäbe
  - Zwangslängen vermeiden

Gleiches Beispiel jedoch Gebrauchslastniveau : $g = 20\,kN/m$, $q = 40\,kN/m$, $\nu = 2$



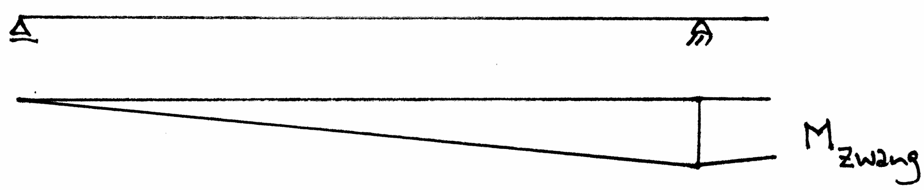
$x_1 = 7.5\,m$

$x_2 = 9\,m$

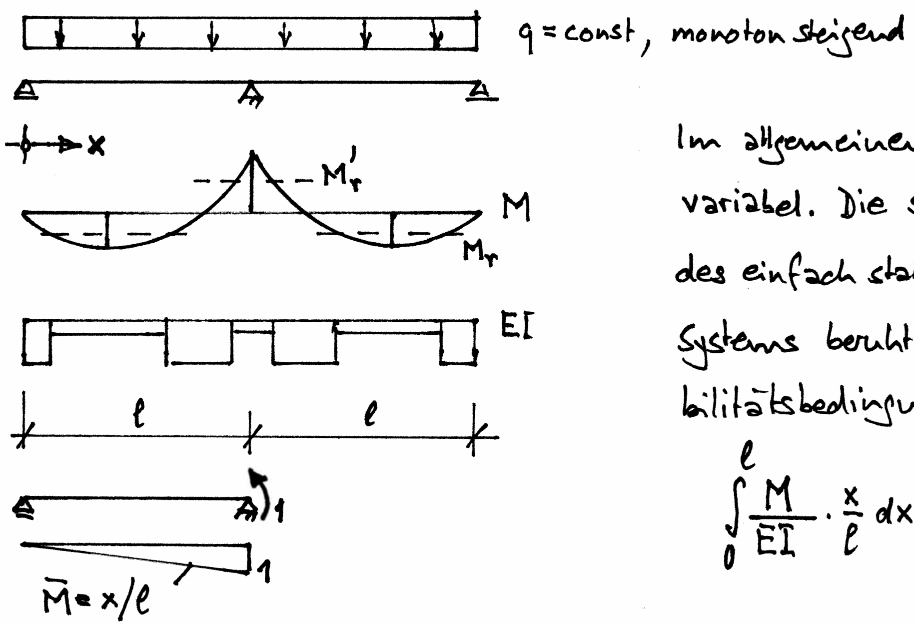
$M_1 = 1688\,kNm$

$M_2 = -1620\,kNm$

Beim Nachweis der Tragsicherheit darf grundsätzlich jedem Lastfall ein (optimaler) Zwängungszustand überlagert werden. Soll Einspielen (shake-down) gewährleistet werden, kann lediglich die Schlusslinie des Grenzwertliniendiagramms (optimal) eingepasst werden, vgl. Vorlesungen über Baustatik:



3. Variable Biegesteifigkeit EI

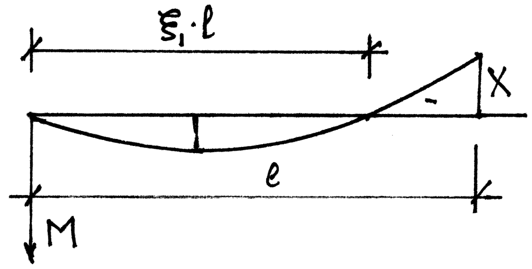


Im allgemeinen ist $EI = EI(x)$ variabel. Die statische Berechnung des einfach statisch unbestimmten Systems beruht auf der Kompatibilitätsbedingung

$$\int_0^\ell \frac{M}{EI} \cdot \frac{x}{\ell}\, dx = 0$$

Für jede Belastung q kann eine überzählige Grösse X = Biegemoment über Zwischenauflager geschätzt und sukzessive verbessert werden, bis die Kompatibilitätsbedingung erfüllt ist. Die zu den jeweiligen M pro Querschnitt gehörigen EI sind dabei dem M-χ-Diagramm des Querschnitts zu entnehmen. Die praktische Rechnung kann z.B. mit einem Tabellenkalkulationsprogramm bewerkstelligt werden (Iteration?).

Spezialfall : EI für positive M = const (EI)
EI " negative M = const (kEI)



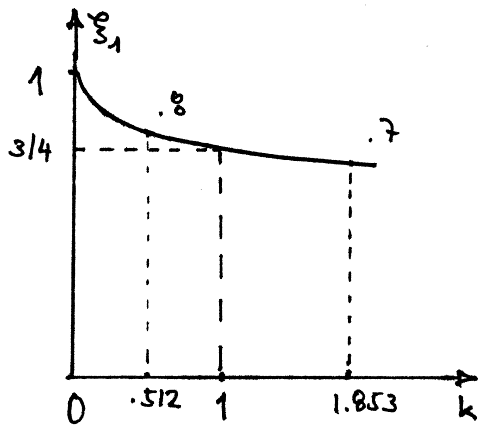
$$M(x) = \frac{q}{2}x(l-x) - X\cdot\frac{x}{l}$$

$$\int_0^l \frac{M}{EI}\cdot\frac{x}{l}\,dx = 0$$ führt zu

$$\xi_1^4(k-1) + 4\xi_1 - 3 = 0 \rightarrow \xi_1(k)$$

sowie

$$X = (1-\xi_1)\cdot\frac{ql^2}{2}$$



N.B. $k = 0$: $\xi_1 = 1$ einfacher Balken
$k = 1$: $\xi_1 = 3/4$ elast. Lösung (EI = const)
$k \rightarrow \infty$: $\xi_1 \rightarrow 0$ Kragarm