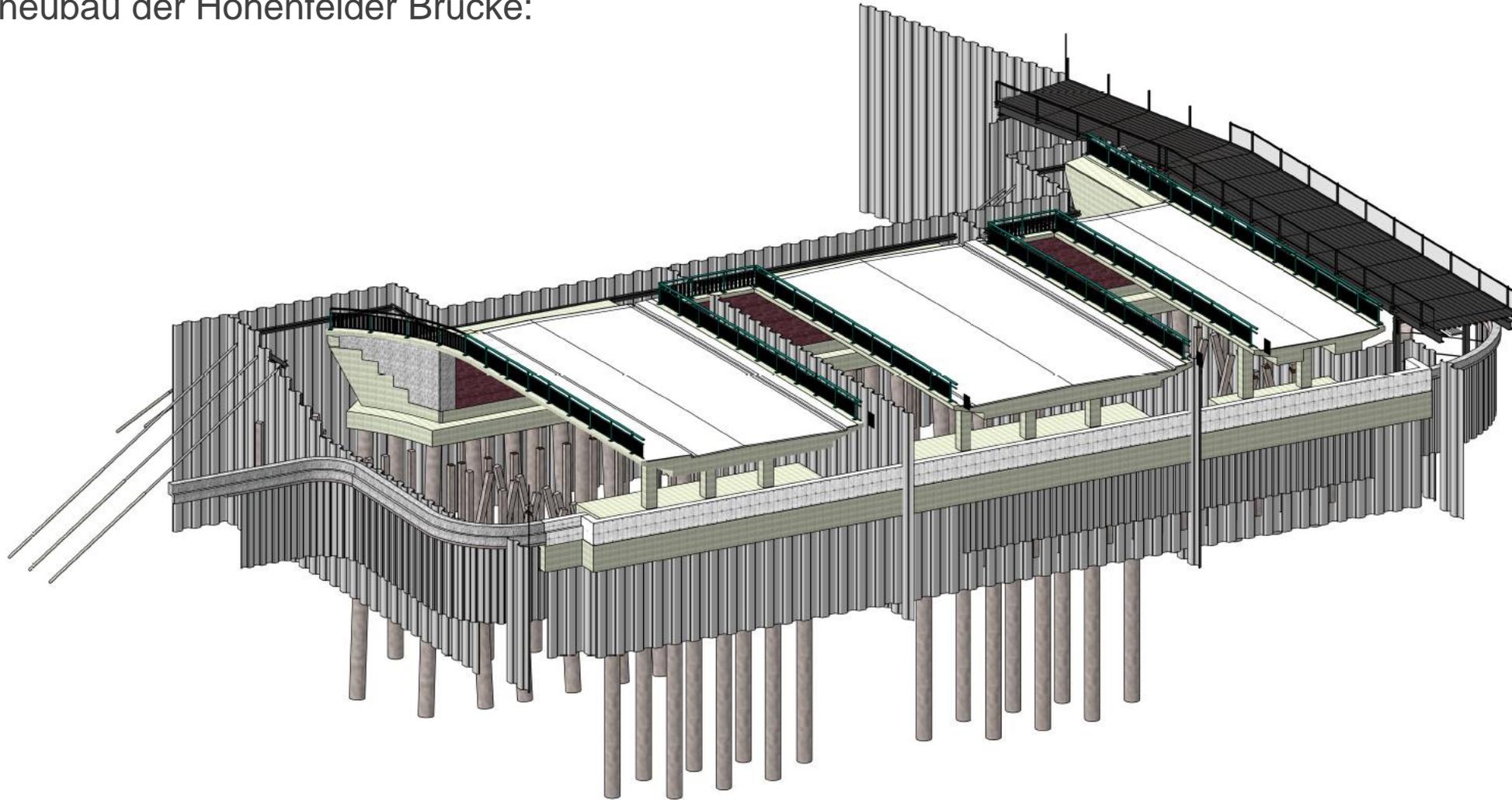




Besonderheiten bei Entwurf und Berechnung von integralen Brückenbauwerken

Ersatzneubau der Hohenfelder Brücke:



1. Einleitung

Merkmale von Integralen Bauwerken:

- Überbau ist monolithisch mit Unterbauten verbunden
- Lager- und fugenlose Bauwerke
- Betongelenke werden als monolithische Verbindung angesehen

Vorteile:

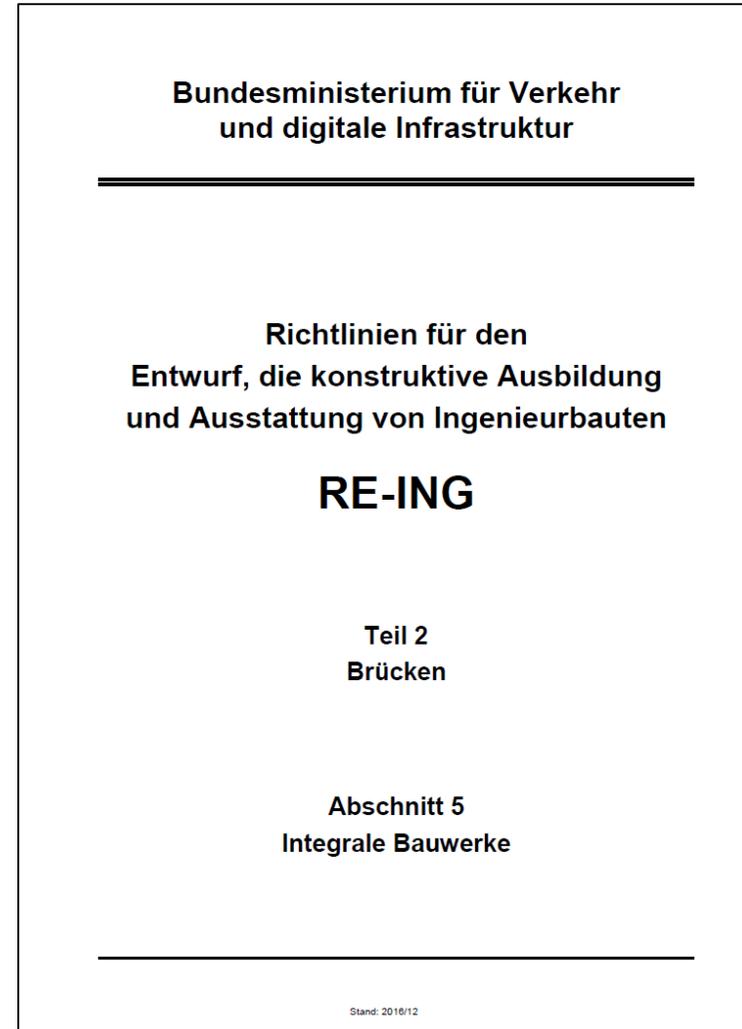
- Verminderung der Herstell- und Instandhaltungskosten
- Vereinfachter und schnellerer Bauablauf durch Wegfall von Lager- und Dehnfugen
- Größere Tragreserven durch Umlagerungsmöglichkeiten im Grenzzustand der Tragfähigkeit
- Werkstoffgerechte und ästhetische Tragwerke

Besonderheiten:

- Zwangsbeanspruchungen beeinflussen stärker das Gesamttragwerk
- Infolge fortschreitender Verdichtung im Hinterfüllbereich können größere Setzungen auftreten, die ggf. Gegenmaßnahmen, z.B. Schleppplatten, erfordern
- Statische Bemessung ist am Gesamttragwerk durchzuführen

2. Berechnungsgrundlagen

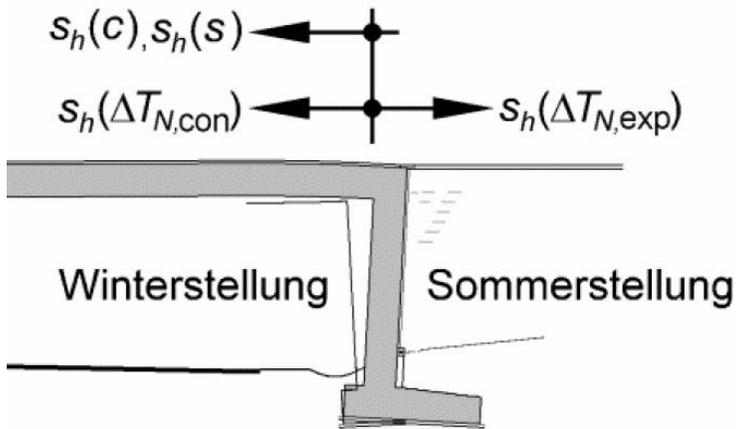
- Bei Schiefen < 80 gon ist das System räumlich abzubilden
- Erddruckbelastung:
 - Untere Grenze: min Erddruck = $\frac{1}{2} \cdot e_a$
 - Obere Grenze: max Erddruck = $e_{ph,mob}$
 - Länge ≤ 20 m: max Erddruck = e_0
- Zwangsschnittgrößen infolge
 - Temperatur
 - Vorspannung
 - Schwinden und Kriechenkönnen gezielt durch das Tragwerk und die Bauweise beeinflusst werden.
- Spezifische Mindestanforderungen in Abhängigkeit von Anforderungsklassen



Stand 08/2016

2.1 Interaktion Bauwerk – Baugrund

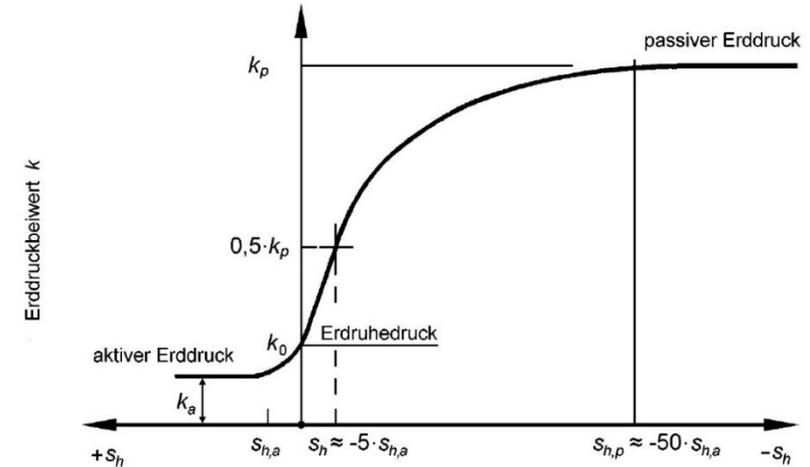
Mobilisierung des passiven Erddrucks:



Mobilisierter passiver Erddruckbeiwert:

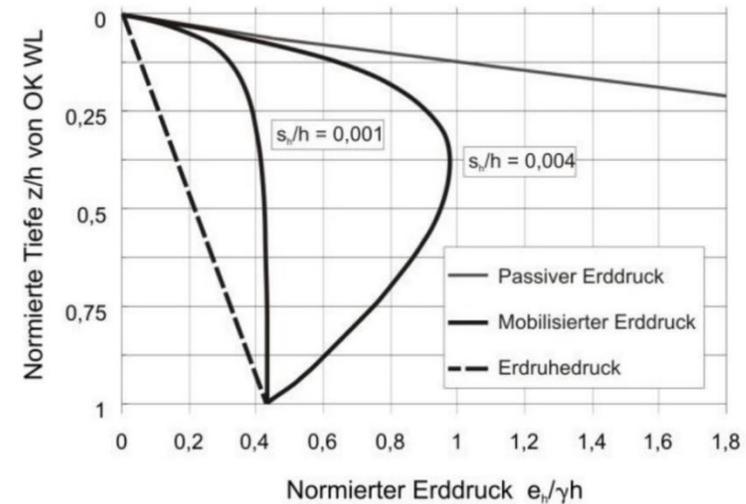
$$K_{ph,mob}(z) = K_0 + (K_{ph} - K_0) \cdot \frac{s_h/z}{a + s_h/z}$$

$$e_{ph,mob}(z) = K_{ph,mob}(s_h/z) \cdot \gamma \cdot z$$



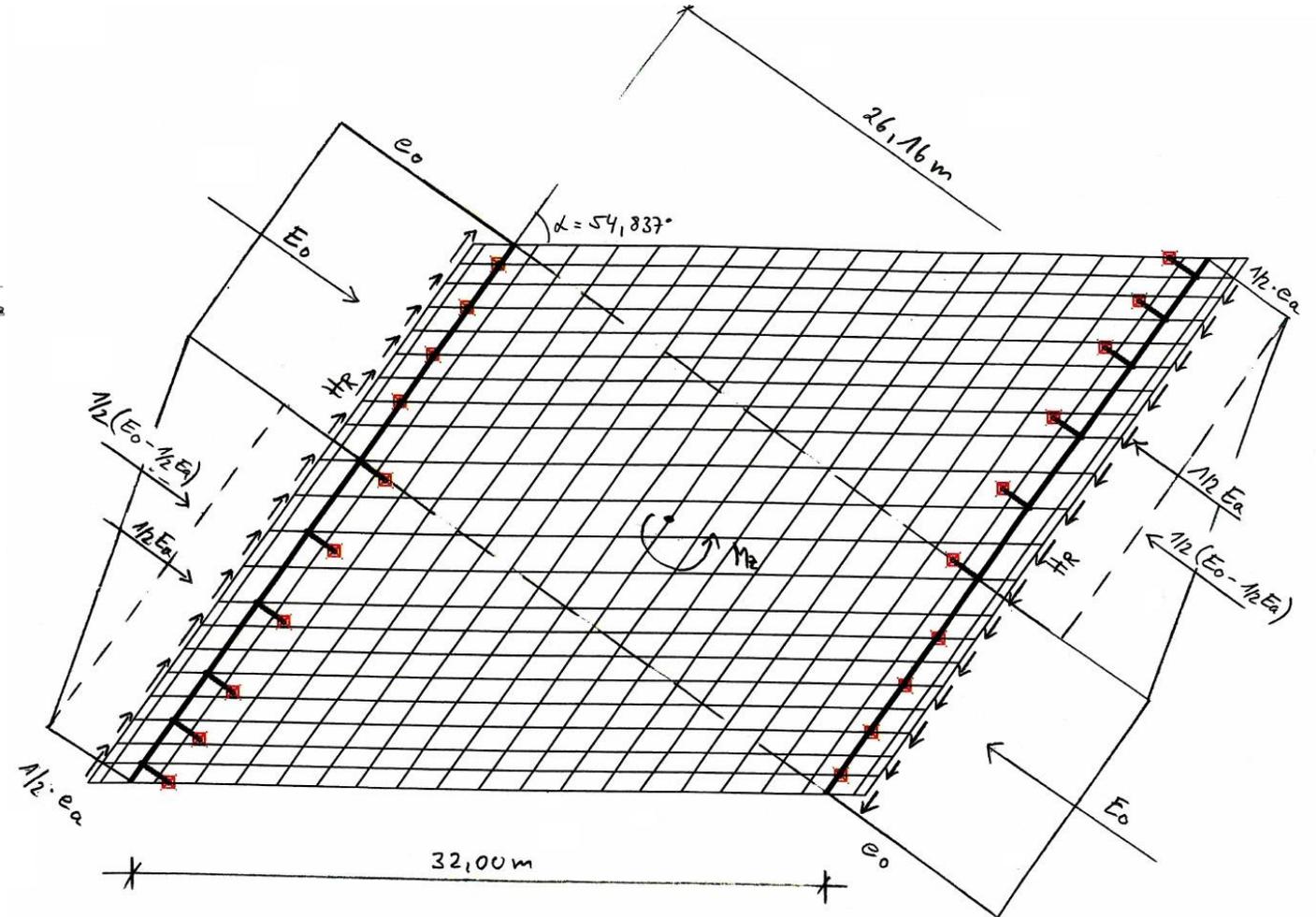
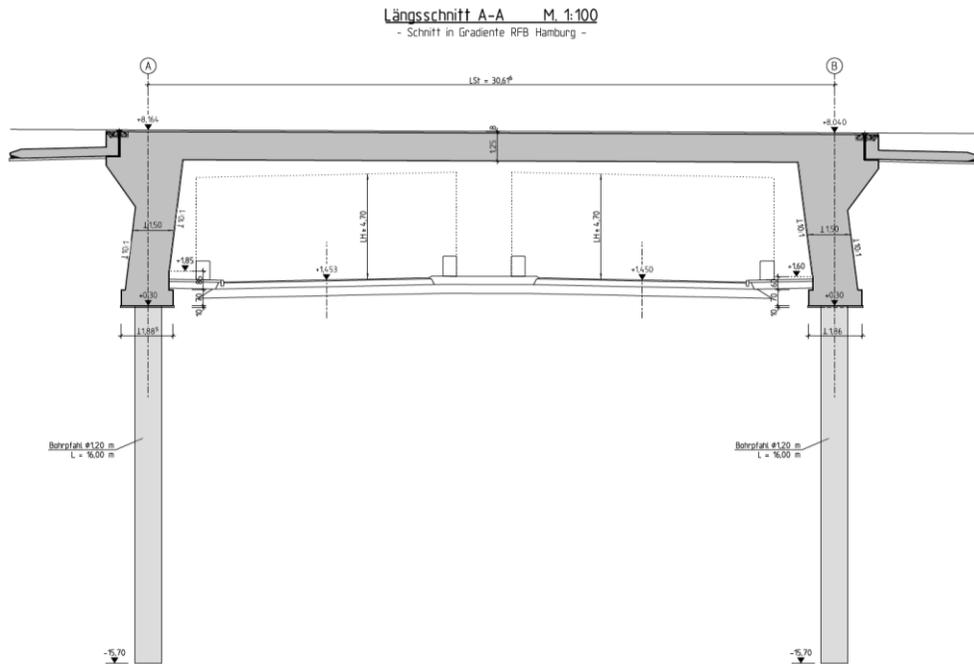
$$s_{h,a} = 0,0020 \cdot h \text{ (Fusspunktdrehung)}$$

$$s_{h,a} = 0,0005 \cdot h \text{ (Kopfpunktdrehung und Parallelverschiebung)}$$



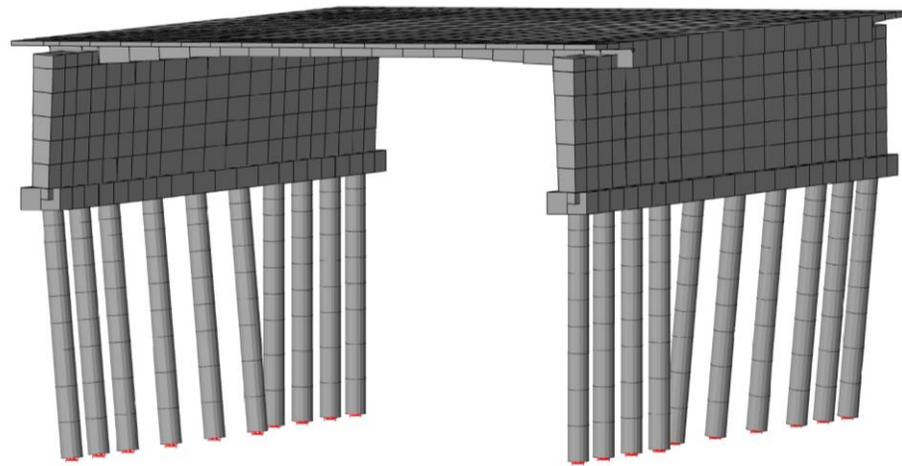
2.1 Interaktion Bauwerk – Baugrund

Beispiel: BW 04 im Zuge der A7 über die A26:



Ca. 47 % des M_z -Moments wird durch tangentielle Reibung an den Widerlagerwänden aufgenommen.

2.1 Interaktion Bauwerk – Baugrund



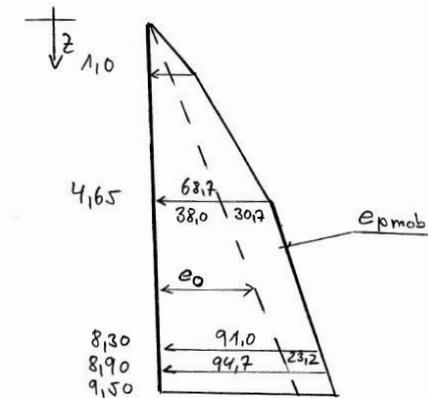
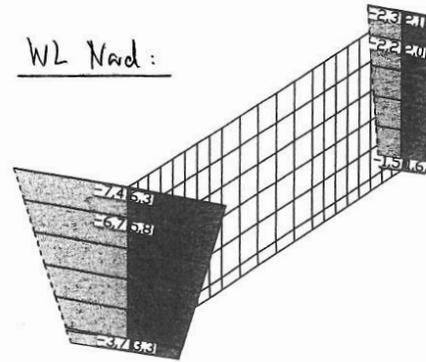
Gesamtsystem Prüfung

Mobilisierter passiver Erddruck - Sommerstellung

Horizontale Verschiebung:

- oben: max $u = 7,4$ mm
- unten: max $u = 3,7$ mm

WL Nord:



$$K_0 = 0,43 \quad K_{ph}(S_p=0) = 3,69$$

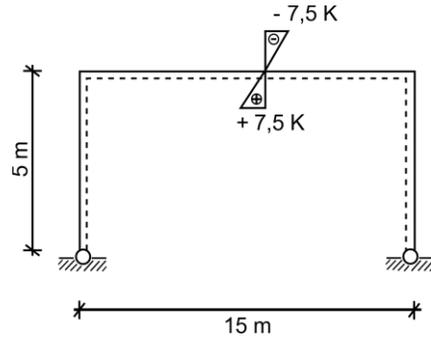
$$K_p - K_0 = 3,69 - 0,43 = 3,26$$

$$K_{ph, mob}(z) = K_0 + (K_p - K_0) \cdot \frac{s_h/z}{0,01 + s_h/z}$$

$z = 1\text{m}:$	$K_{ph, mob} = 0,43 + 3,26 \cdot \frac{7,4/1000}{0,01 + 7,4/1000} = 1,816$	$e_{pmob} = 1,816 \cdot 1 \cdot 19 = 34,5 \text{ kN/m}^2$
$z = 4,65\text{m}:$	$K_{ph, mob} = 0,43 + 3,26 \cdot \frac{5,55/4650}{0,01 + 5,55/4650} = 0,778$	$e_{pmob} = 0,778 \cdot 4,65 \cdot 19 = 68,7 \text{ kN/m}^2$
$z = 8,90\text{m}:$	$K_{ph, mob} = 0,43 + 3,26 \cdot \frac{3,7/8900}{0,01 + 3,7/8900} = 0,56$	$e_{pmob} = 0,56 \cdot 8,90 \cdot 19 = 94,7 \text{ kN/m}^2$

2.2 Zwangsschnittgrößen

Temperaturdifferenzen in Längsrichtung:



$b/h = 1/1 \text{ m}; \quad EI = 2833 \text{ MN/m}^2$
 $C 35/45$
 $\Delta T_M = +15 \text{ K}$ (Riegel, unten wärmer)

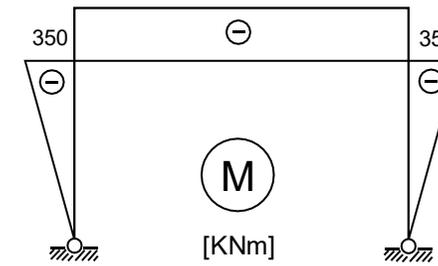
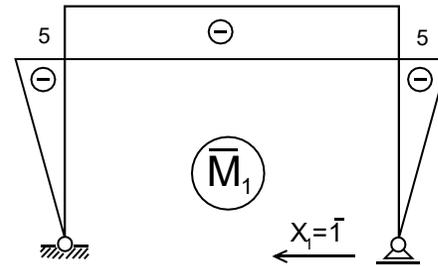
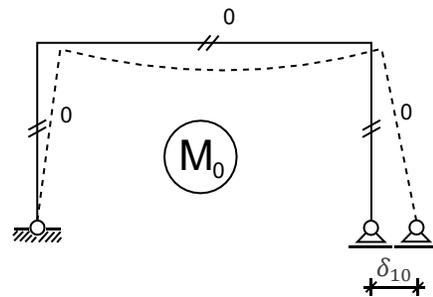
Kraftgrößenverfahren:

$$0 = \delta_{10} + X_1 \cdot \delta_{11} \quad \rightarrow \quad X_1 = -\frac{\delta_{10}}{\delta_{11}}$$

$$M = M_0 + X_1 \cdot \bar{M}_1$$

(Kontinuitätsbedingung)

(Superpositionsgesetz)



$$\delta_{10} = \int \frac{tu - to}{h} \cdot \alpha_t \cdot \bar{M}_1 ds$$

$$= \frac{+7,5 + 7,5}{1} \cdot 10^{-5} \cdot (-5) \cdot 15$$

$$= -0,01125$$

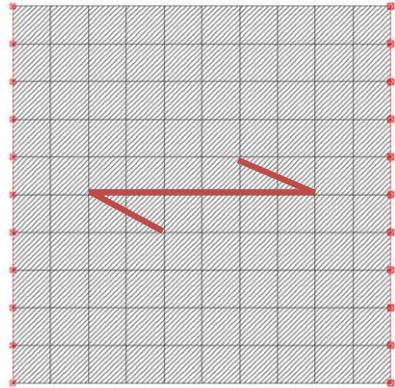
$$\delta_{11} = \frac{2/3 \cdot (-5) \cdot (-5) \cdot 5 + (-5) \cdot (-5) \cdot 15}{EI}$$

$$\delta_{11} = \frac{458}{EI}$$

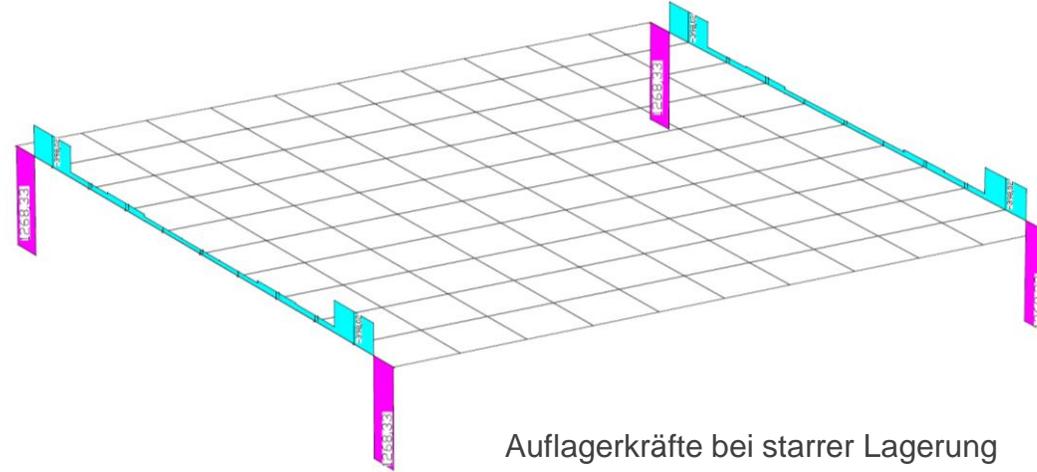
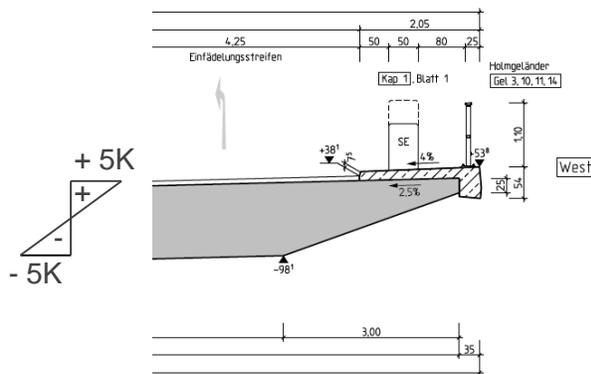
$$\rightarrow X_1 = +\frac{0,01125 \cdot EI}{458} = +0,07$$

2.2 Zwangsschnittgrößen

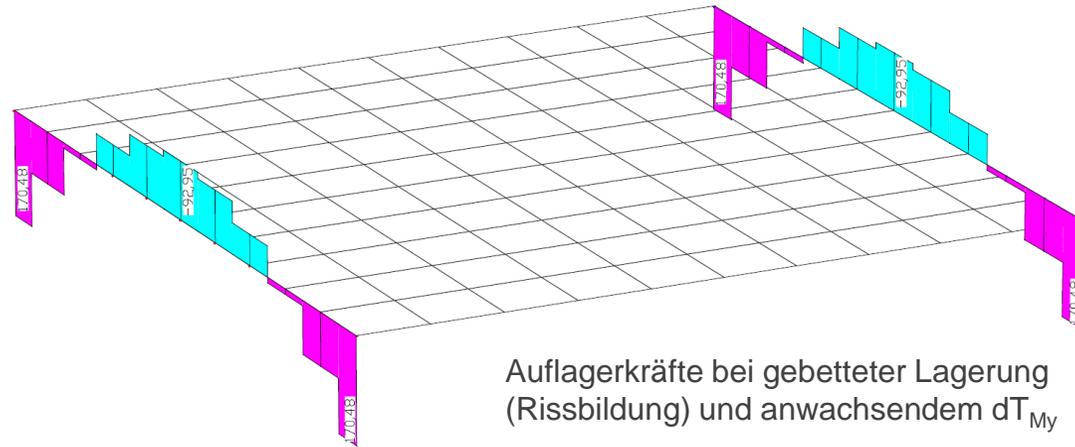
Temperaturdifferenzen in Querrichtung:



$l = 10 \text{ m}, h = 1,0 \text{ m}, dT_{My} = - 10 \text{ K}$



Auflagerkräfte bei starrer Lagerung

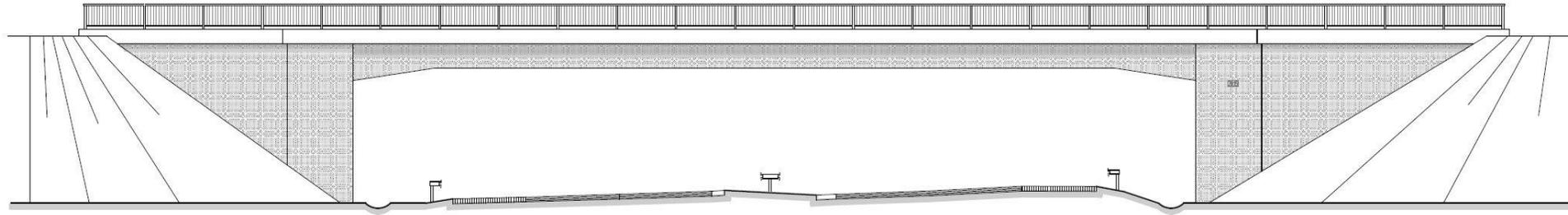


Auflagerkräfte bei gebetteter Lagerung (Rissbildung) und anwachsendem dT_{My}

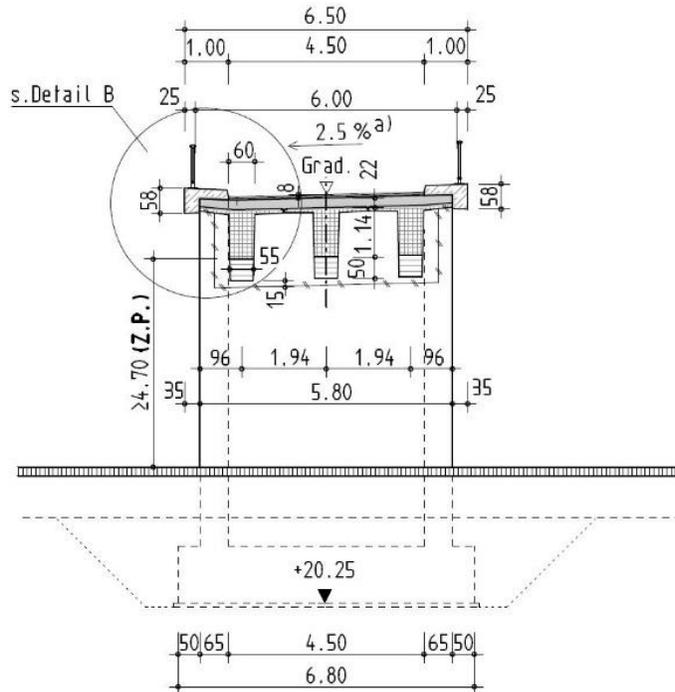
LBV-SH: Rechnerisches System ist so zu wählen, dass keine Zwangungsspannungen in Brückenquerrichtung entstehen (Hinweise zu den ZTV-ING, 04/2014)

3. Beispiel: Vorgespanntes Bauwerk in Fertigteilbauweise

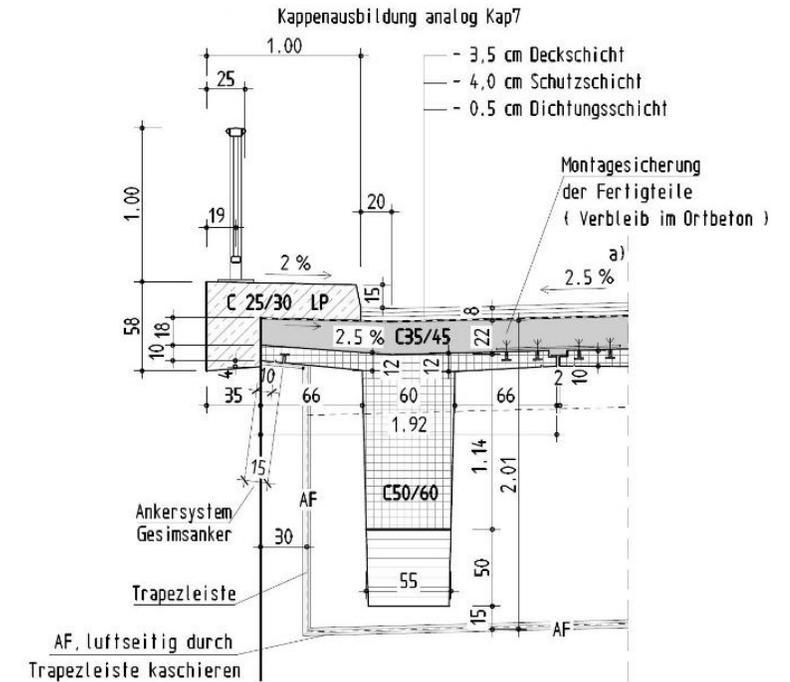
Ansicht:



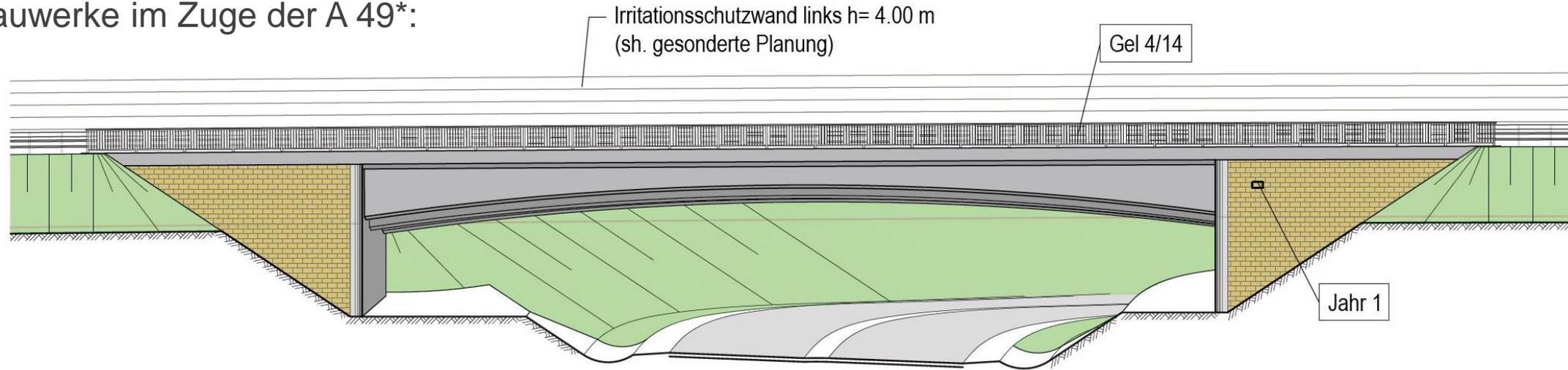
Schnitt A-A:



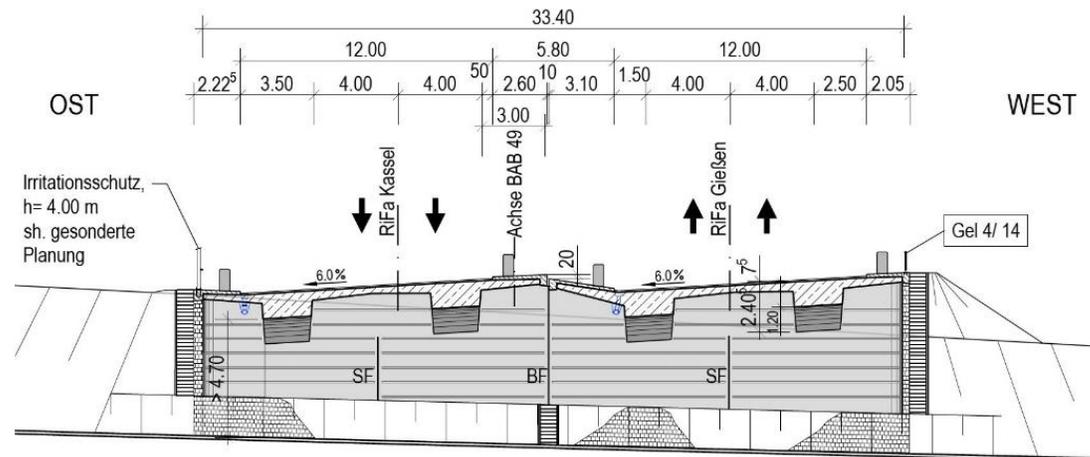
Detail B:



10 Bauwerke im Zuge der A 49*:



Querschnitt:



* Vorplanung DEGES

Visualisierung:



© Ing.-Büro Dipl.-Ing. H. Vössing GmbH