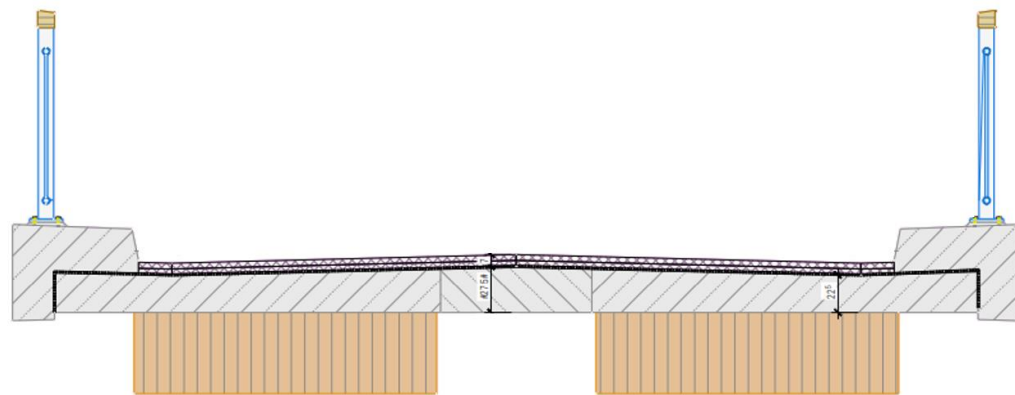


Masterarbeit:

Modellierung von Holz-Beton-Verbundbrücken

- hinsichtlich besonderer Beanspruchungen



[1]

Thabea Kleinschmidt

Gliederung

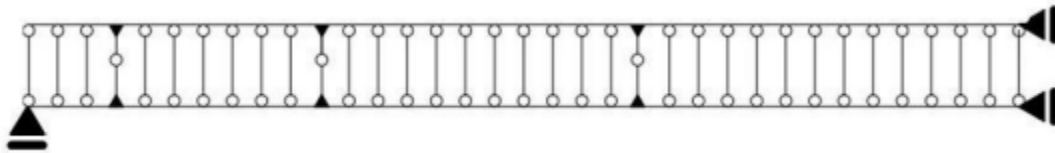
- Einleitung
- Theorie
- Modellierung der Holz-Beton-Verbundbrücken
- Torsionsbeanspruchung
- Ermüdung
- Modellierung der Rissbildung im Beton
- Building Information Modeling
- Fazit

Einleitung

- Vorteile HBV: hoher Vorfertigungsgrad, Dauerhaftigkeit, Tragfähigkeit, Eigengewicht
- Beispiele: Birkbergbrücke in Wippra, Rokoko- und Bahnhofsbrücke in Schwäbisch Gmünd
- Ziel: Untersuchung besonderer Beanspruchungen anhand eigener Modellierung

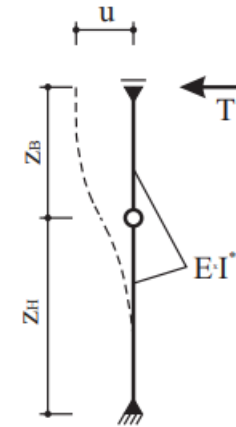
Theorie

Koppelstabwerksmodell nach Rautenstrauch



Ersatzsystem:

- Obergurt Betonplatte
- Untergurt Holzträger
- Verbindungsmittelstäbe mit Ersatzbiegesteifigkeit
- Koppelstäbe für dieselbe Durchbiegung



[2]

$$EI^* = \frac{K_S}{3} * (Z_B^3 + Z_H^3)$$

Theorie

Kerbe:

$$K_{ser} = \begin{cases} 1500 \frac{N/mm}{mm} & \text{für } h_n = 20mm \\ 1000 \frac{N/mm}{mm} & \text{für } h_n \geq 20mm \end{cases}$$

mit h_n : Tiefe der Kerbe

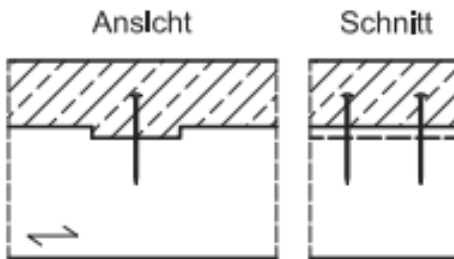
DIN CEN/TS 19103:2022-02

Schubverbinder:

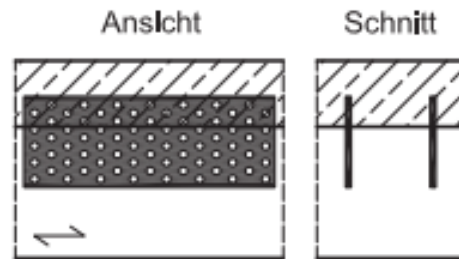
$$T_k = 160 - 8,0 * (d_{zs})^{\frac{1}{2}} \left[\frac{N}{mm} \right]$$

$$K_{ser} = 825 - 250 * (d_{zs})^{0,2} \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

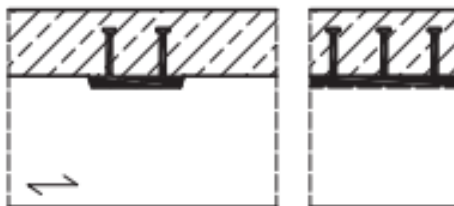
mit d_{zs} : Dicke der Zwischenschicht in mm



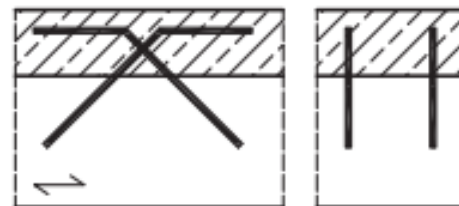
Kerbe mit Abhebesicherung



HBV-Schubverbinder



Dübelleiste



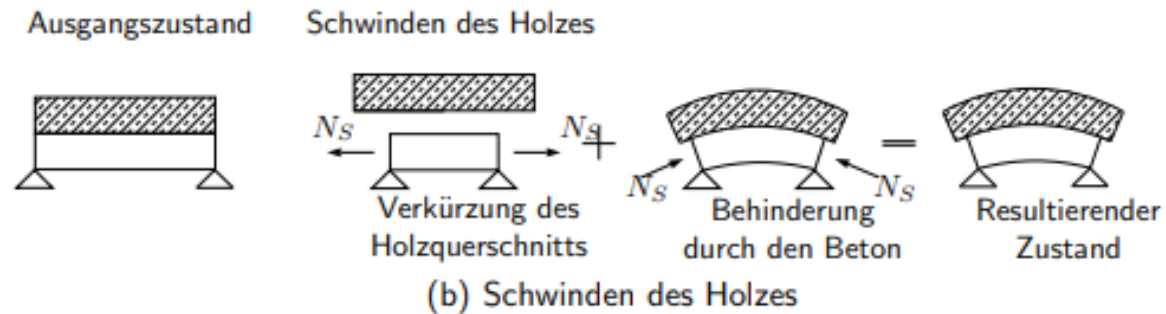
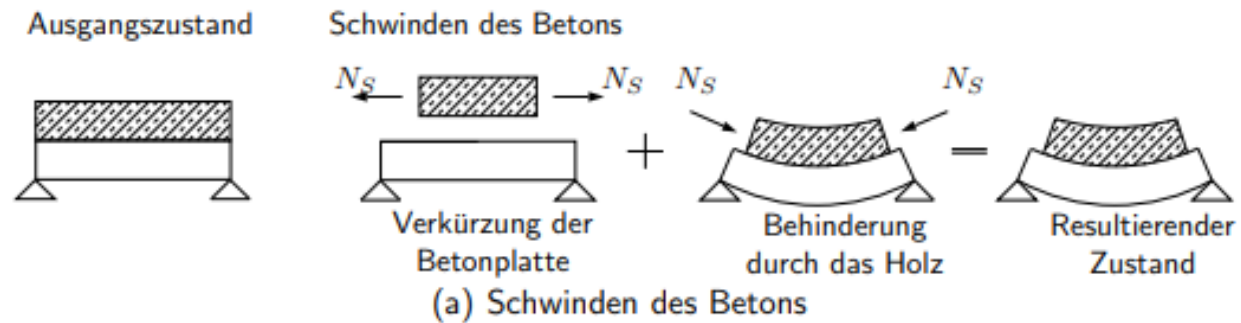
X-Verbinder

[3]

[4]

Theorie

Auswirkungen der spannungslosen Dehnung



[5]

Theorie

Materialkriechen

- allmähliche Verformung eines Tragwerks unter einer ständigen Last
(nimmt mit der Zeit zu)
- Zeitpunkt der Berechnung $t=0$, $t=3-7$ Jahre & $t=\infty$

Holz:

$$E_{tim,fin} = \frac{E_{tim}}{1 + \psi_{tim} * k_{def}}$$

Verbindungsmittel:

$$K_{ser,fin} = \frac{K_{ser}}{1 + \psi_{conn} * k_{def}}$$

ψ : Koeffizient zur Berücksichtigung der Verbundwirkung auf den Verformungsbeiwert

DIN CEN/TS 19103:2022-02

Theorie

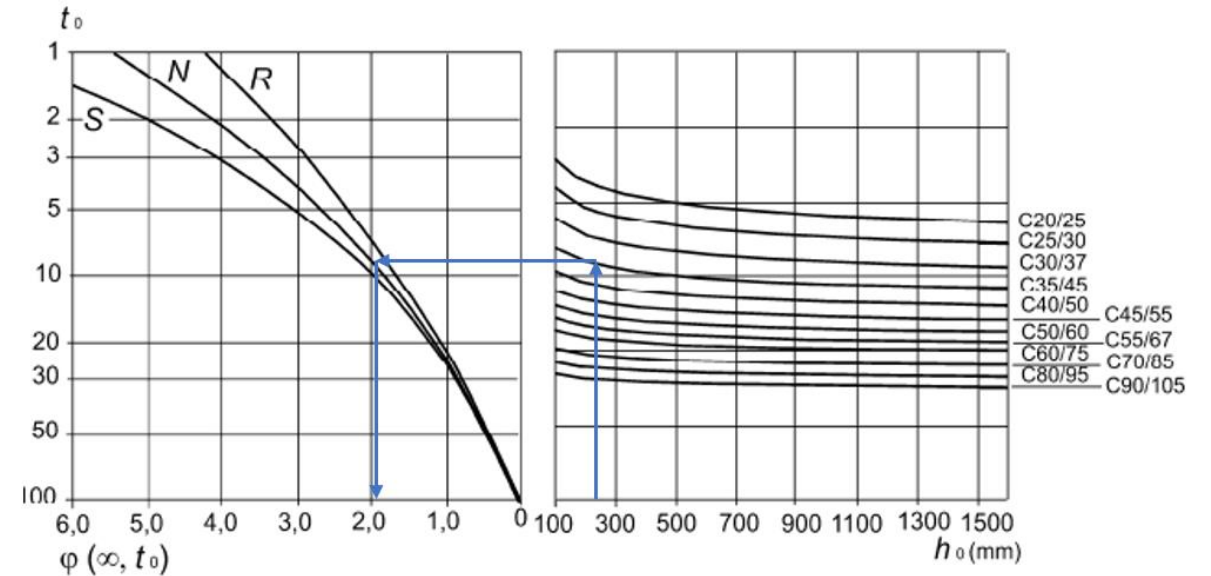
Materialkriechen

Beton:

$$E_{conc.fin} = \frac{E_{conc,t_0}}{1 + \psi_{conc} * \varphi(\infty, t_0)}$$

$$\gamma_1 = \frac{E_{tim} * A_{tim} * E_{tim} * I_{tim} * N_{tim}}{E_{conc} * A_{conc,ef} (E_{tim} * A_{tim} * M_{tim} * z - E_{tim} * I_{tim} * N_{tim})}$$

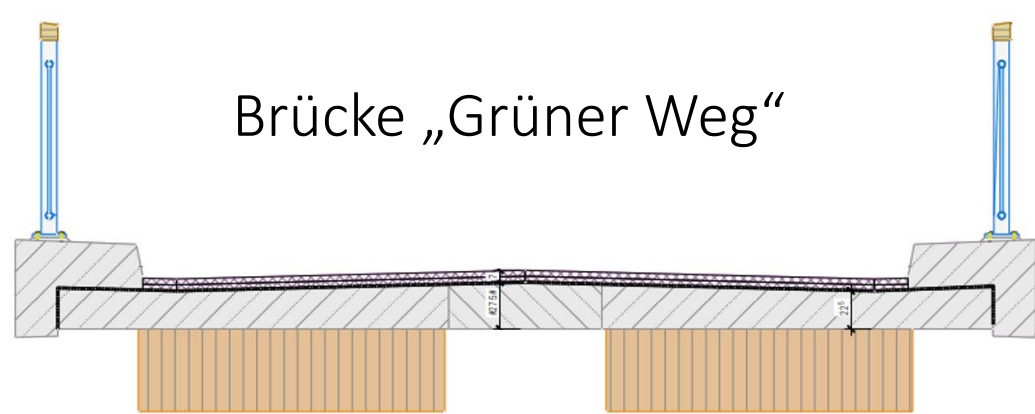
DIN CEN/TS 19103:2022-02



Methode zur Bestimmung der Kriechzahl für Beton bei Außenluft, relative Luftfeuchte = 80%

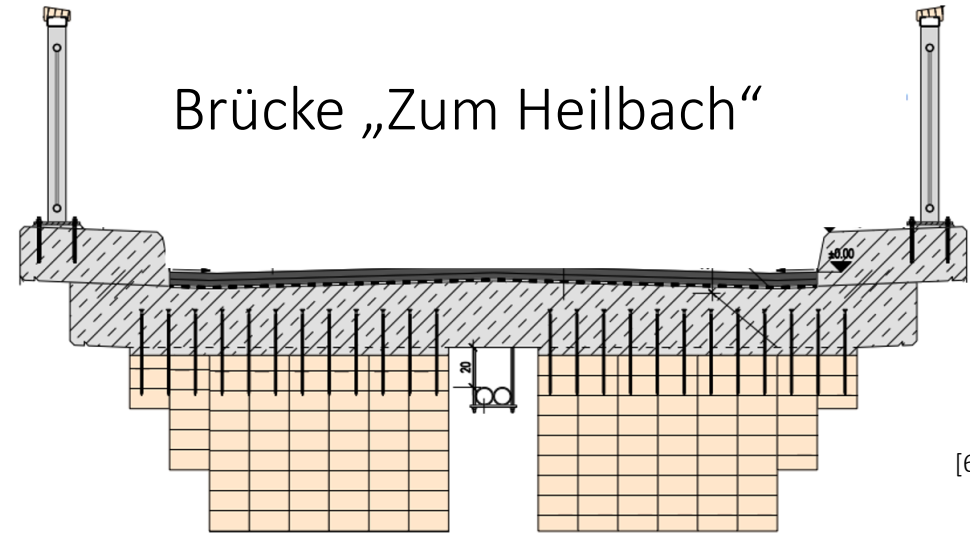
DIN EN 1992-1-1:2011-01

Modellierung der Holz-Beton-Verbundbrücken



Brücke „Grüner Weg“

[1]



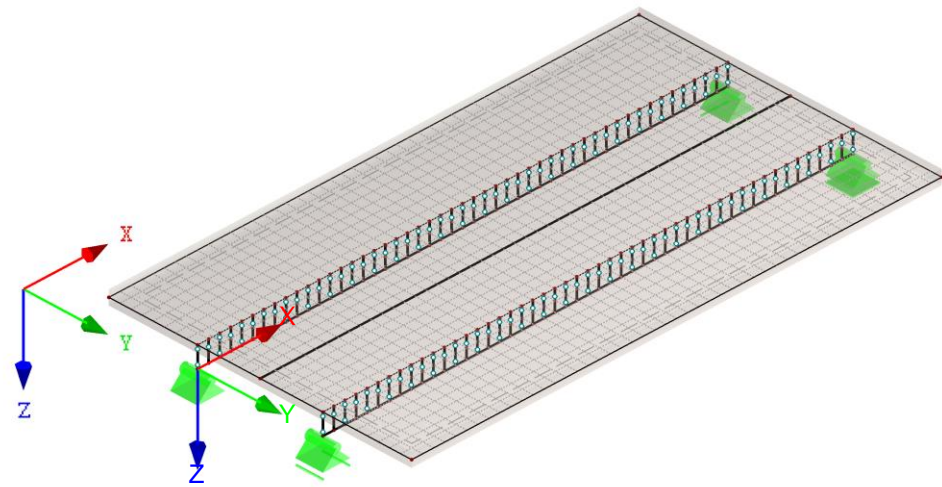
Brücke „Zum Heilbach“

[6]

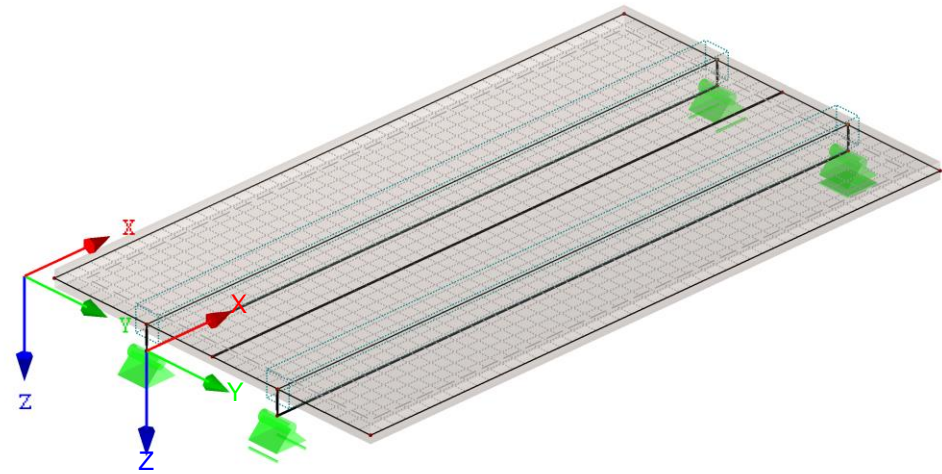
9,6 m	Spannweite	22,2 m
5,5 m	Idealisierte Betonbreite	4,25 m
0,25m	Höhe Beton	0,3 m
1,80m x 0,48m	Holzquerschnitt	1,2m-1,6m x 0,92m
HBV-Schubverbinder	Verbindungsmittel	Kerven
C 35/45 Stahlbetonplatte; BSH GL30c	Baustoffe	C 35/45 Stahlbetonplatte; BSH GL30c

Modellierung der Holz-Beton-Verbundbrücken

Varianten



Modellvariante 3:
Rautenstrauch modifiziert mit
Scheibe



Isometrie

Eigene Darstellung

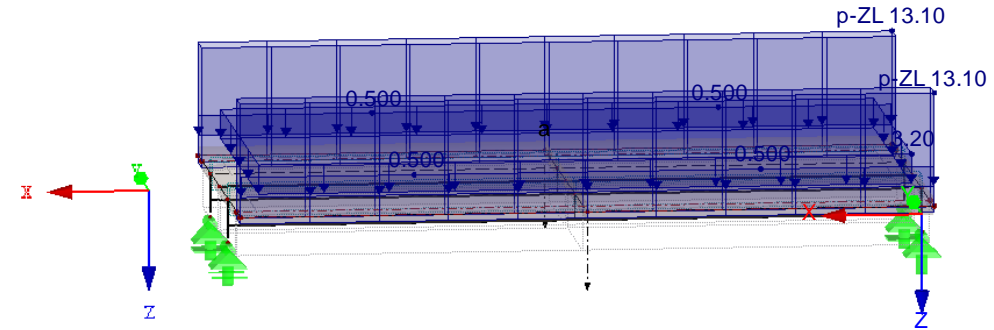
Modellvariante 4 :
Scheibe mit exzentrischen Stäben und
Linienfreigabe

Modellierung der Holz-Beton-Verbundbrücken

Lastannahmen am Beispiel „Grüner Weg“

- Eigengewicht

Eigengewicht



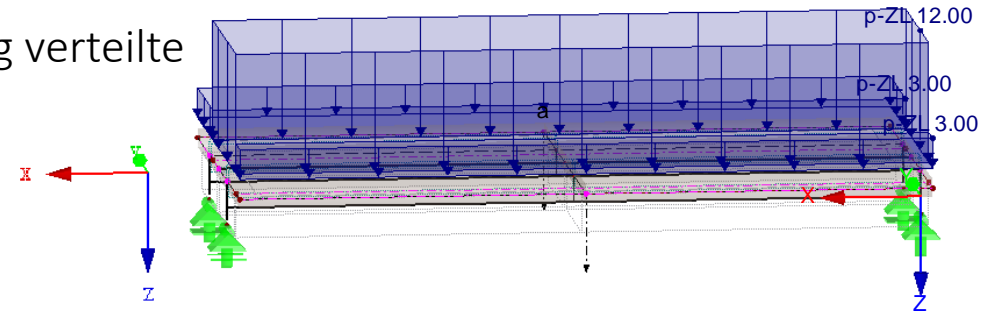
Eigene Darstellung

Modellierung der Holz-Beton-Verbundbrücken

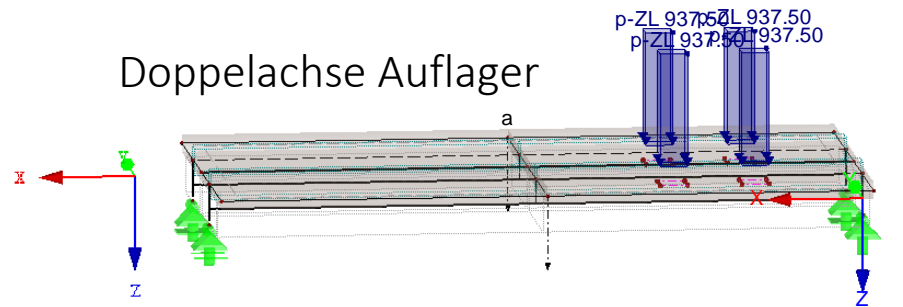
Lastannahmen

- Eigengewicht
- Verkehr

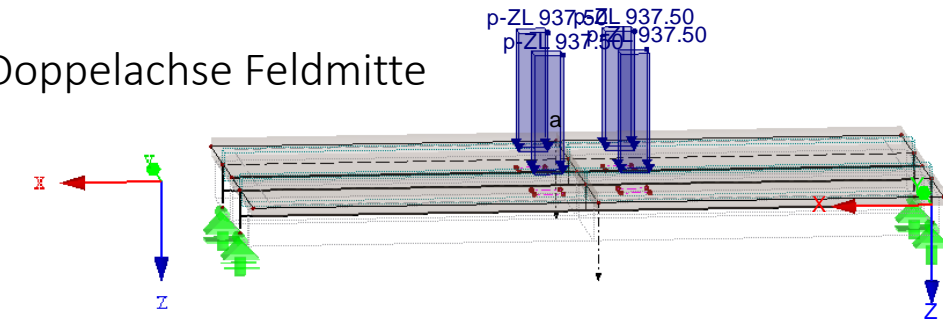
Gleichmäßig verteilte Last UDL



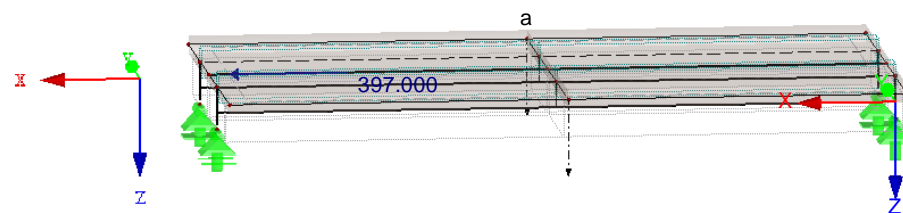
Doppelachse Auflager



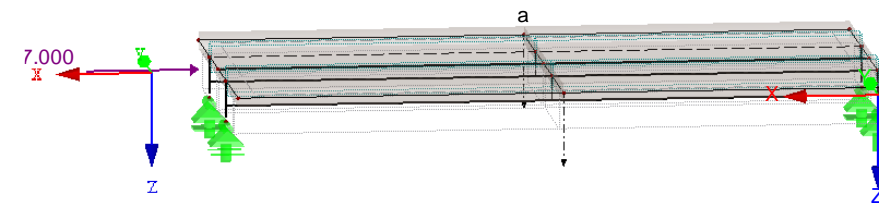
Doppelachse Feldmitte



Horizontalkraft +X



Horizontalkraft -X

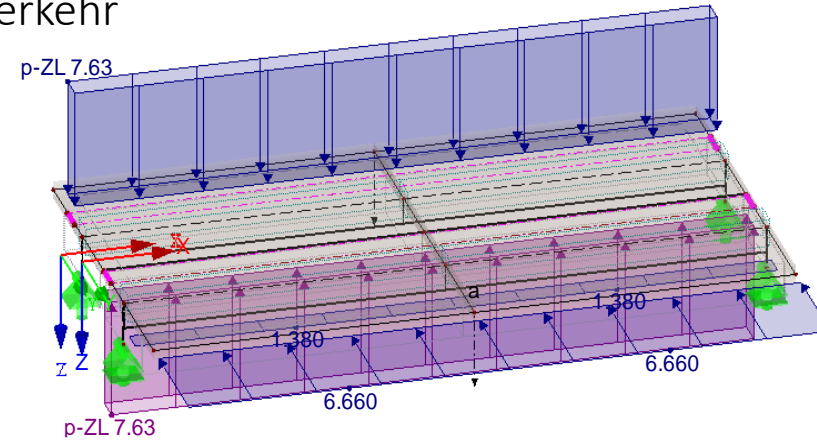


Modellierung der Holz-Beton-Verbundbrücken

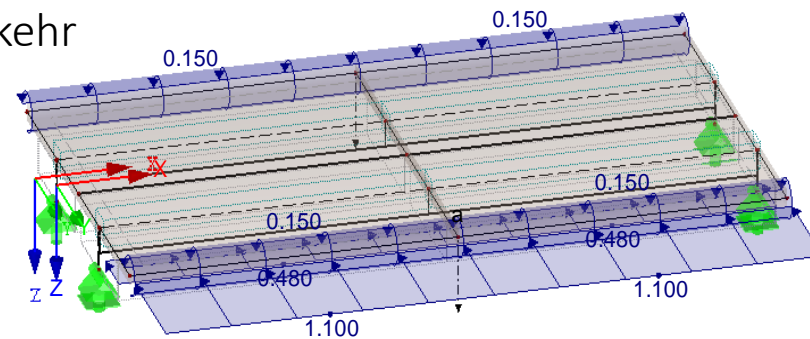
Lastannahmen

- Eigengewicht
- Verkehr
- **Wind**

Wind mit Verkehr



Wind ohne Verkehr



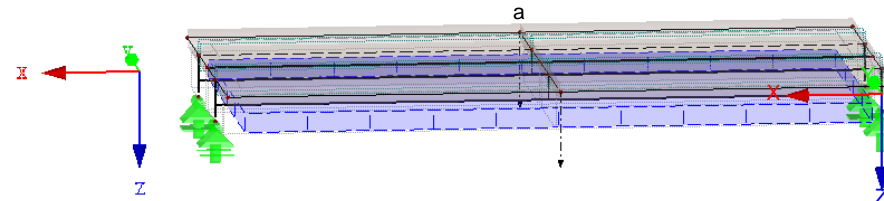
Eigene Darstellung

Modellierung der Holz-Beton-Verbundbrücken

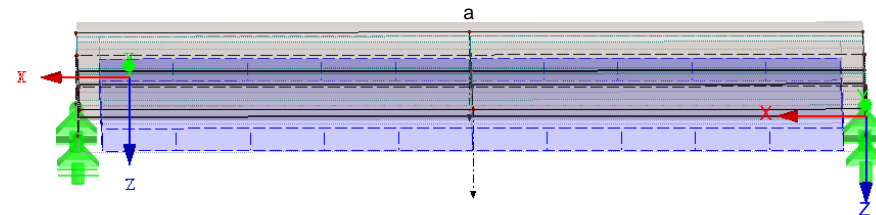
Lastannahmen

- Eigengewicht
- Verkehr
- Wind
- Schnee
- **Betonschwinden**

Betonschwinden $t = 3-7a$



Betonschwinden $t = \infty$



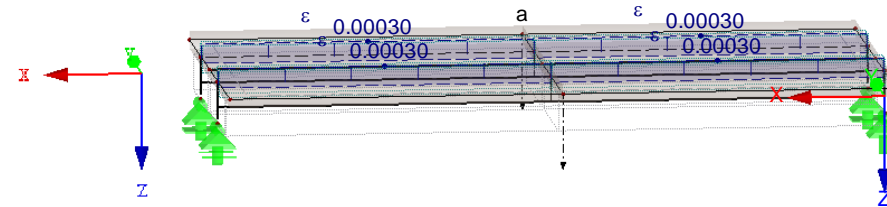
Eigene Darstellung

Modellierung der Holz-Beton-Verbundbrücken

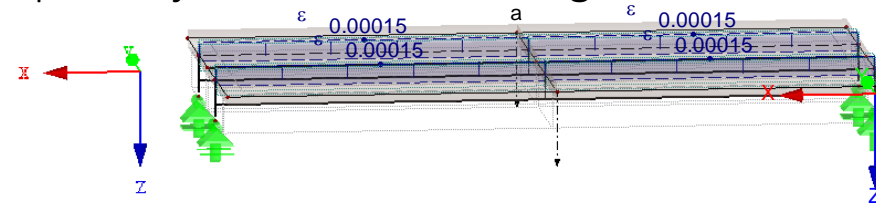
Lastannahmen

- Eigengewicht
- Verkehr
- Wind
- Schnee
- Betonschwinden
- Holzquellen und –schwinden

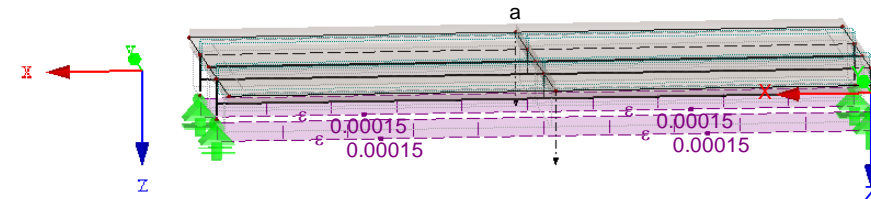
Holzquellen Einbau-/Ausgleichsfeuchte



Holzquellen jährliche Schwankungen



Holzschwinden jährliche Schwankungen



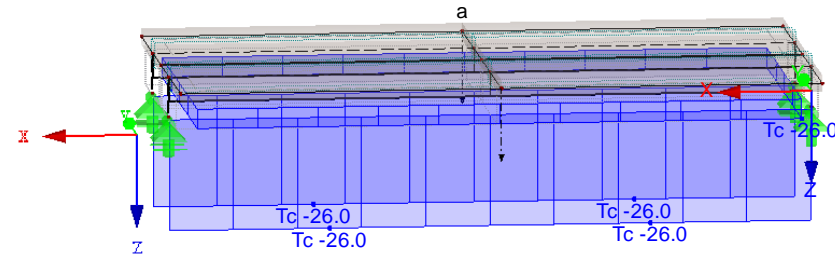
Eigene Darstellung

Modellierung der Holz-Beton-Verbundbrücken

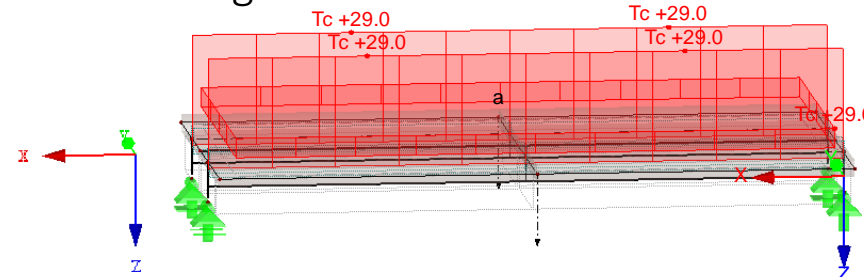
Lastannahmen

- Eigengewicht
- Verkehr
- Wind
- Schnee
- Betonschwinden
- Holzquellen und -schwinden
- **Temperatur**

Abkühlung



Erwärmung

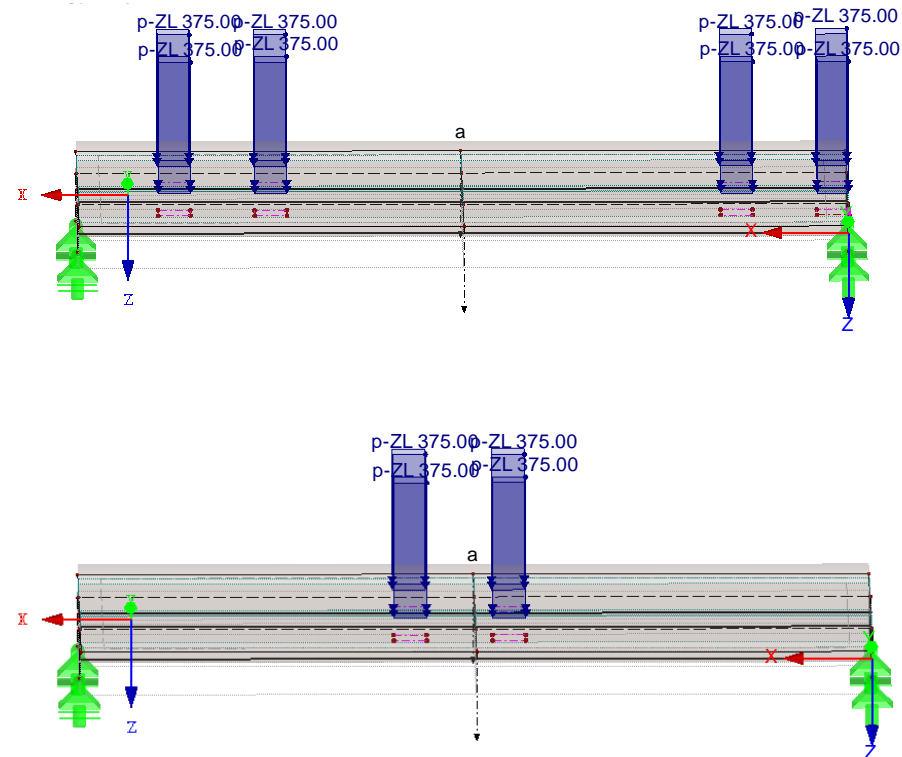


Eigene Darstellung

Modellierung der Holz-Beton-Verbundbrücken

Lastannahmen

- Eigengewicht
- Verkehr
- Wind
- Schnee
- Betonschwinden
- Holzquellen und –schwinden
- Temperatur
- **Ermüdung**



Eigene Darstellung

Modellierung der Holz-Beton-Verbundbrücken

Lastkombinationen

- Nicht miteinander kombinieren:
 - Wind ohne Verkehr & Verkehrslastfälle
 - Abkühlung & Erwärmung
 - jährl. Holzquellen & jährl. Holzschwinden
- Treten nur zusammen auf:
 - Wind mit Verkehr & Verkehrslastfälle
 - Abkühlung & jährl. Holzquellen
 - Erwärmung & jährl. Holzschwinden
 - „Doppelachse“/ Horizontalkräfte mit gleichmäßiger Last (Verkehr)
- $T=3-7 \text{ a} \ \& \ \infty \rightarrow$ aufgeteilt in kurzzeitige Lasten und quasi-ständige Lasten

Modellierung der Holz-Beton-Verbundbrücken

Lastkombinationen

Ständige Beanspruchung:

$$E_d = \sum \gamma_{G,j} * G_{k,j} + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * Q_i$$

-

Quasi-ständige Kombination
der Einwirkung:

$$E_d = \sum G_{k,j} + \sum \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

Kurzzeitige Lasten:

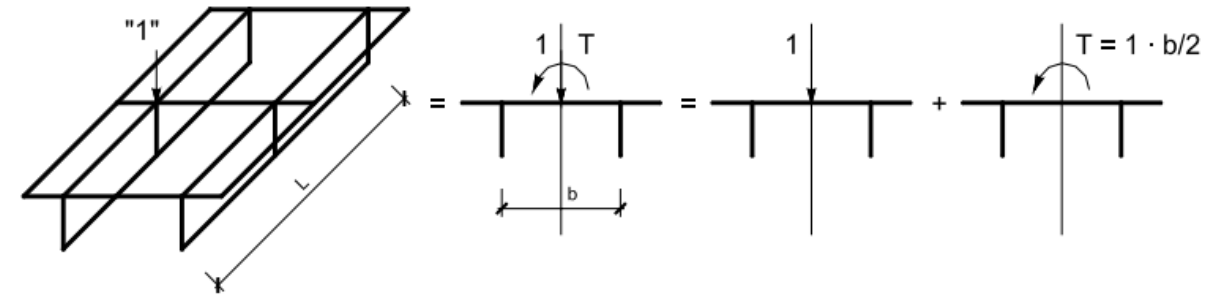
$$E_d = \sum (\gamma_{G,j} - 1) * G_{k,j} + (\gamma_{Q,1} - \psi_{2,i}) * Q_{k,1} + \sum (\gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} - \psi_{2,i}) * Q_i$$

- T=3-7 a & ∞ → aufgeteilt in kurzzeitige Lasten und quasi-ständige Lasten

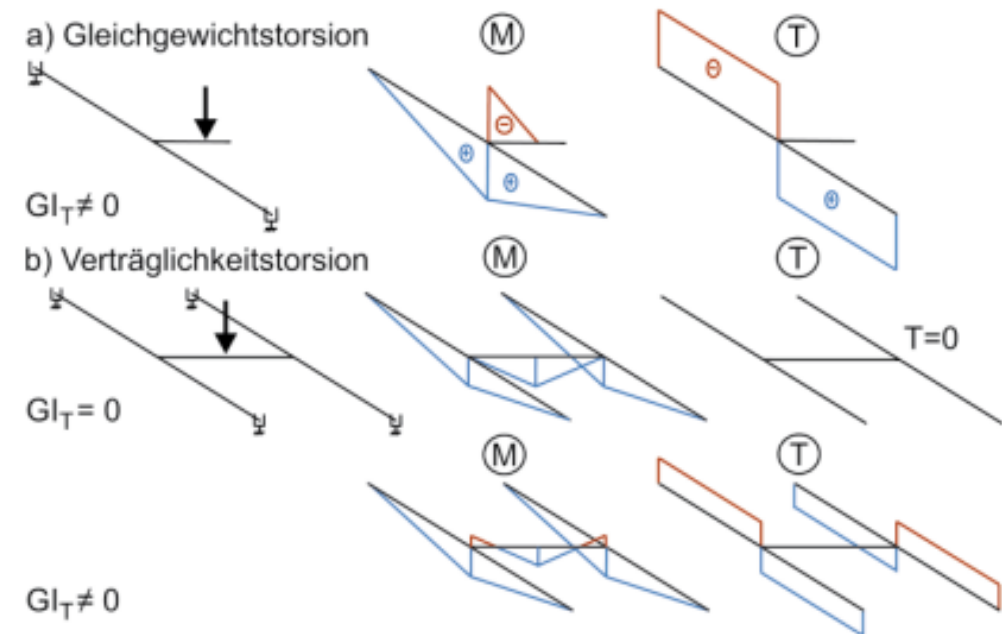
Theorie

Torsion

- reiner Torsion: Saint-Venant'sche Torsion
- vorwölbenden Querschnitt: zusätzliche Normalspannungen & sekundäre Schubspannungen (Wölbkrafttorsion)
- Gleichgewichtstorsion: zum Lastabtrag notwendig
- Verträglichkeitstorsion: Verträglichkeit der Verformung z.B. durch Zwänge
- in DIN CEN/TS 19193:2022-02 nicht berücksichtigt



[7]

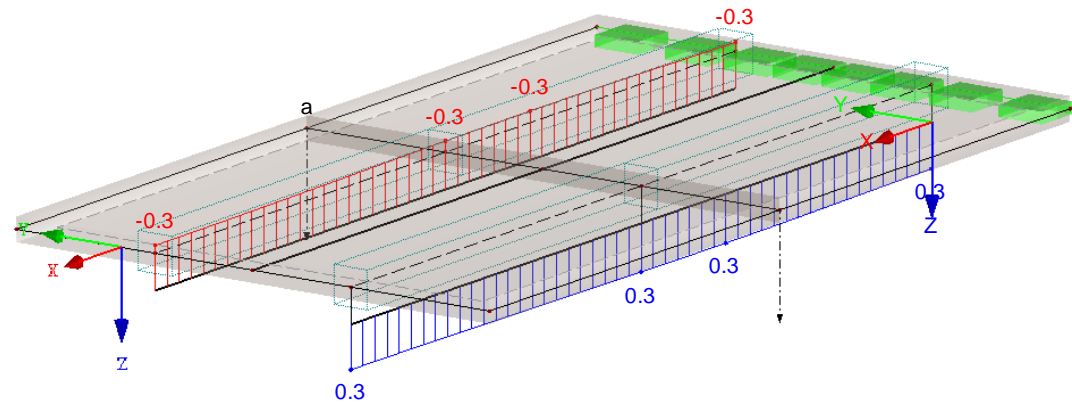


[8]

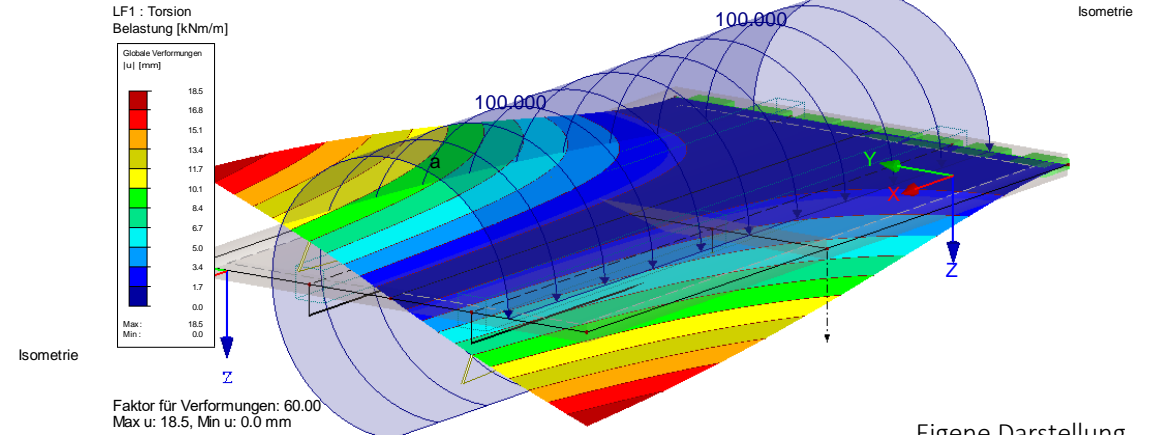
Torsionsbeanspruchung

Verformung

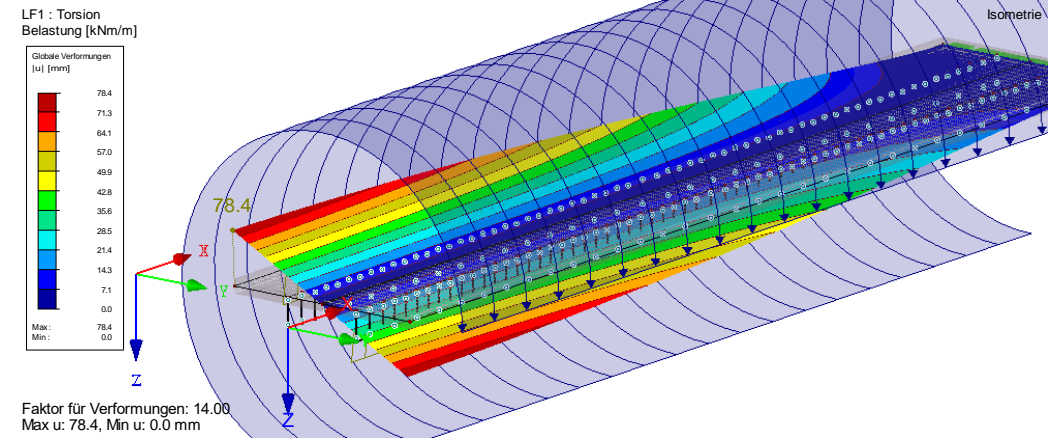
LF1 : Torsion
Stäbe Lokale Verformungen u-x



Eigene Darstellung



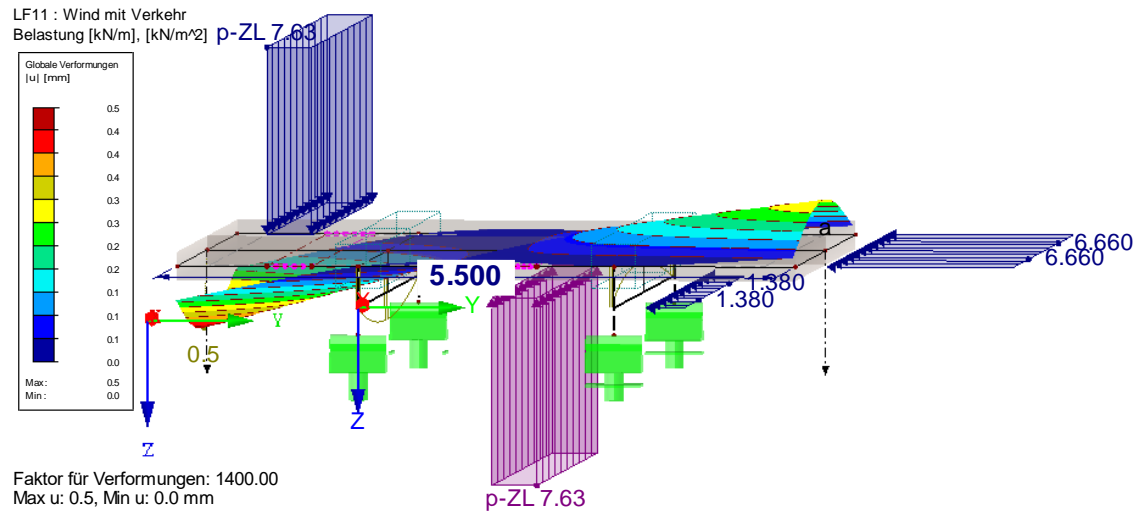
Eigene Darstellung



Eigene Darstellung

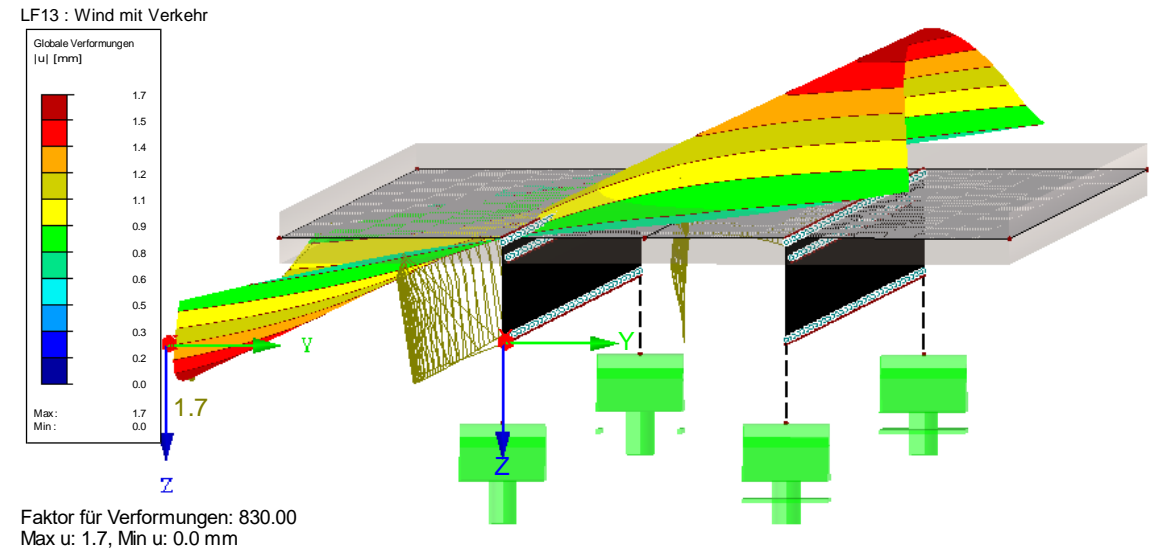
Torsionsbeanspruchung

Verformung



Eigene Darstellung

Brücke „grüner Weg“



Eigene Darstellung

Brücke „zum Heilbach“

Torsionsbeanspruchung

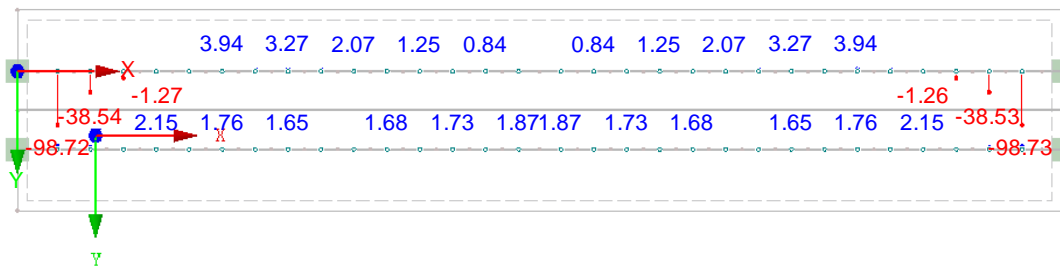
Nachweise

	Brücke „Grüner Weg“			Brücke „Zum Heilbach“		
Holz						
Ausnutzungsgrad	8%			16%		
Verbindungsmittel	Schubblech			Kerbe		
Ausnutzungsgrad	31%			30% Schubversagen Holz		
Beton						
$V_{ed} + T_{ed}$	asw	1,5E-03	cm ² /m	asw	7,4E-04	cm ² /m
	Asl	5,4E-04	cm ²	Asl	2,3E-04	cm ²

Eigene Tabelle

Torsionsbeanspruchung

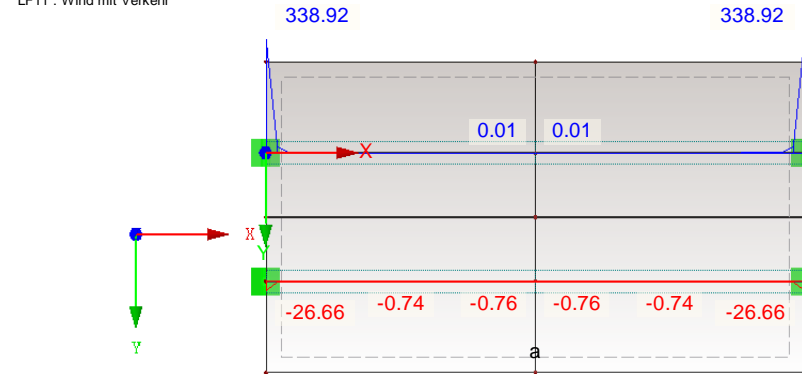
Kräfte in Y-Richtung Verbindungsmittel Lastfall Wind



Eigene Darstellung

Liniengelenke u-x [mm]
 Linienfreigabe v-y [kN/m]
 LF11 : Wind mit Verkehr

In Z-Richtung



Max v-y: 338.92, Min v-y: -26.66 kN/m

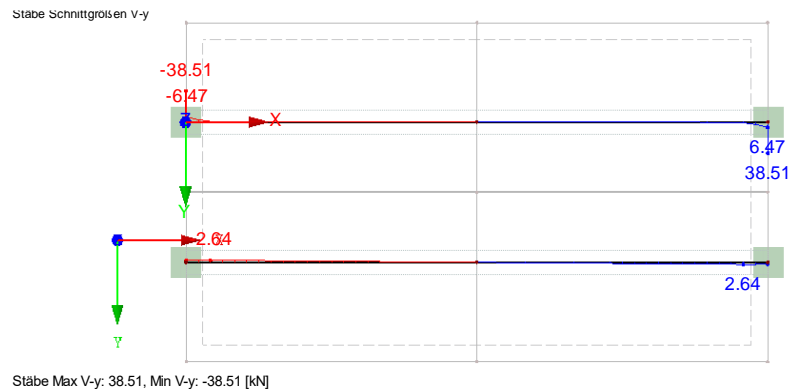
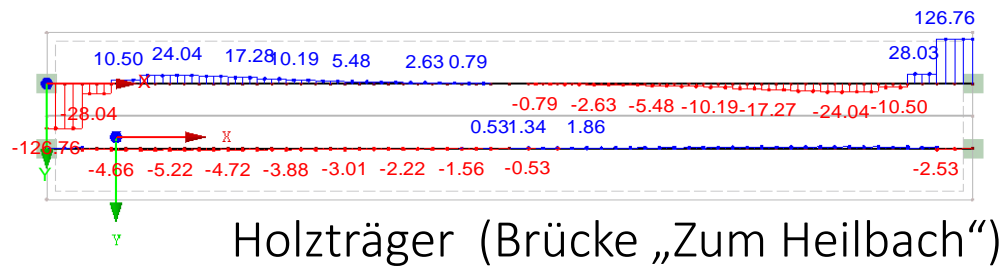
Eigene Darstellung

Verbindungsmittelstäbe
 (Brücke „Zum Heilbach“)

Linienfreigabe (Brücke „Grüner Weg“)

Torsionsbeanspruchung

Kräfte in Y-Richtung Lastfall Wind



Überschlägiger Reibungsnachweis über Biegung der Betonplatte

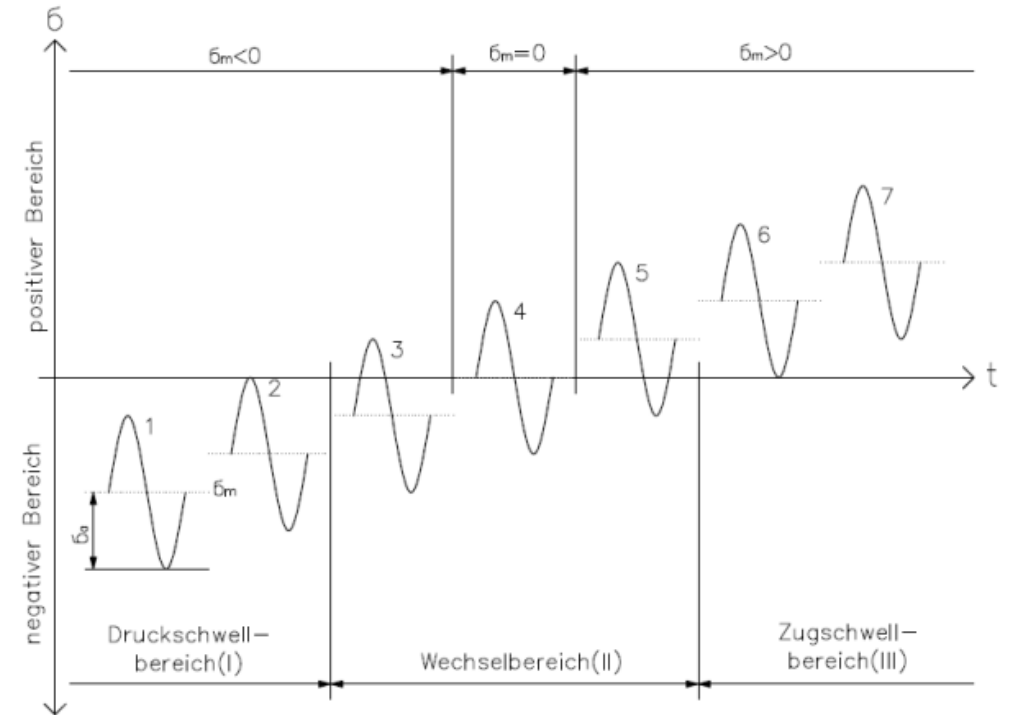
$F_{\text{Reibung}} \leq \mu * F$		
	„Grüner Weg“	„Zum Heilbach“
A_{s1}	0,44 cm ²	2,41cm ²
$\rightarrow M/z * (1/f_{yd})$	$\rightarrow 1\emptyset 12$	$\rightarrow 2\emptyset 14$

Eigene Darstellungen und Tabelle

Theorie

Ermüdung

- Materialermüdung: Schädigung bzw. Versagen durch mehrfach wiederholter Beanspruchungen
- sinusförmige Belastung mit konstanter Amplitude und einem Mittelwert σ_m
- Schwellbereich: gleiches VZ
- Wechselbeanspruchungen: VZ springen zwischen Zug und Druck



[9]

Theorie

Ermüdung

$$\kappa = \frac{|\sigma_{d,max} - \sigma_{d,min}|}{\frac{f_k}{\gamma_{M,fat}}}$$

$$\sigma_{d,max} \leq f_{fat,d} = k_{fat} * \frac{f_k}{\gamma_{M,fat}}$$

$$k_{fat} = 1 - \frac{1-R}{a(b-R)} * \log(\beta * N_{obs} * t_l) \geq 0$$

$$R = \frac{\sigma_{d,min}}{\sigma_{d,max}} \quad \text{mit } -1 \leq R_T \leq 1$$

Formeln nach DIN EN 1995-2:2010-12

- $\sigma_{d,min}$: Min. Bemessungsspannung infolge ermüdungsrelevanter Einwirkungen
 $\sigma_{d,max}$: Max. Bemessungsspannung infolge ermüdungsrelevanter Einwirkungen
 f_k : charakteristische Festigkeit
 $\gamma_{M,fat}$: Teilsicherheitsfaktor für Ermüdungsfestigkeit
 k_{fat} : Beiwert der Festigkeitsminderung infolge Anzahl der Belastungen
 N_{obs} : Anzahl d. Belastungszyklen mit konst. Amplitude nach EN 1991-2:2010-12
 t_l : Bemessungsnutzungsdauer des Tragwerks nach EN 1990:2002 (z. B. 100 a)
 a, b : Beiwerte für die Art der Ermüdungseinwirkung nach Tab. A.1

$$\beta = \begin{cases} 1 & \text{für beträchtliche Konsequenzen} \\ 3 & \text{ohne beträchtliche Konsequenzen} \end{cases}$$

	<i>a</i>	<i>b</i>
Holzbauteile beansprucht auf		
— Druck, parallel oder senkrecht zur Faser	2,0	9,0
— Biegung und Zug	9,5	1,1
— Schub	6,7	1,3
Verbindung mit		
— Dübeln und Passbolzen mit $d \leq 12 \text{ mm}^a$	6,0	2,0
— Nägeln	6,9	1,2
<small>^a Die Werte für Dübel und Passbolzen basieren größtenteils auf Tests an 12 mm dicken Passbolzen. Dübel und Passbolzen mit deutlich größeren Durchmessern sowie Bolzen können weniger günstige Ermüdungseigenschaften haben.</small>		

DIN EN 1995-2:2010-12

Theorie

Ermüdung

$$\kappa = \frac{|\sigma_{d,max} - \sigma_{d,min}|}{\frac{f_k}{\gamma_{M,fat}}}$$

$$\sigma_{d,max} \leq f_{fat,d} = k_{fat} * \frac{f_k}{\gamma_{M,fat}}$$

$$R = \frac{\sigma_{d,min}}{\sigma_{d,max}} \quad \text{mit } -1 \leq R_T \leq 1$$

- $\sigma_{d,min}$: Min. Bemessungsspannung infolge ermüdungsrelevanter Einwirkungen
- $\sigma_{d,max}$: Max. Bemessungsspannung infolge ermüdungsrelevanter Einwirkungen
- f_k : charakteristische Festigkeit
- $\gamma_{M,fat}$: Teilsicherheitsfaktor für Ermüdungsfestigkeit
- k_{fat} : Beiwert der Festigkeitsminderung infolge Anzahl der Belastungen
- N_{obs} : Anzahl d. Belastungszyklen mit konst. Amplitude nach EN 1991- 2:2010-12
- t_l : Bemessungsnutzungsdauer des Tragwerks nach EN 1990:2002 (z. B. 100 a)
- a, b : Beiwerte für die Art der Ermüdungseinwirkung nach Tab. A.1

$$\beta = \begin{cases} 1 & \text{für beträchtliche Konsequenzen} \\ 3 & \text{ohne beträchtliche Konsequenzen} \end{cases}$$

	Compression	Bending, tension and reversed axial	Connections with dowels
$-1 \leq R < 0$ (reversed loading)	-	0,13 [0,08]	0,04 [-]
$0 \leq R$ (non-reversed loading)	0,52 [0,49]	0,17 [0,13]	0,28 [0,24]

prEN 1995-1-1:20XX

Ermüdung

Einwirkungsseite	Widerstandsseite	entspricht	
$\gamma_F = 1,0$ ermüdungsrelevante Einwirkungen	$\gamma_M = 1,0$	Aktuell gültige deutsche Norm (NA), Anhang A	
$\gamma_F = 1,0$ +inkl. ständige Einwirkungen	γ_M nach Material	zukünftige Normen, Kapitel 10	+ neuer vereinfachter Nachweis

Ermüdung

- Schnittgrößen (Brücke „Zum Heilbach“)

ohne ständige Lasten

Moment	$M_{d,max}$	294 kNm
	$M_{d,min}$	0 kNm
Zug	$N_{d,max}$	1044 kN
	$N_{d,min}$	0 kN
Druck	$N_{d,max}$	0 kN
	$N_{d,min}$	0 kN
Querdruck	$F_{d,max}$	60 kN
	$F_{d,min}$	0 kN
Querkraft	$V_{d,max}$	192 kN
	$V_{d,min}$	0 kN
Verbindungsmittel	$F_{d,max}$	143 kN
	$F_{d,min}$	0 kN

mit ständige Lasten

Moment	$M_{d,max}$	1504 kNm
	$M_{d,min}$	1027 kNm
Zug	$N_{d,max}$	2734 kN
	$N_{d,min}$	1012 kN
Druck	$N_{d,max}$	2,41 kN
	$N_{d,min}$	0 kN
Querdruck	$F_{d,max}$	60 kN
	$F_{d,min}$	0 kN
Querkraft	$V_{d,max}$	574 kN
	$V_{d,min}$	383 kN
Verbindungsmittel	$F_{d,max}$	280 kN
	$F_{d,min}$	0 kN

Eigene Tabellen

$$\beta = 3$$

$$N_{obs} = 5,00E+04$$

$$t_L = 100a$$

Ermüdung

- nach aktueller Norm DIN EN 1995-2, Anhang A (Brücke „Zum Heilbach“)

	$\sigma_{d,max}$ kN/cm ²	$\sigma_{d,min}$ kN/cm ²	f_k kN/cm ²	f_d kN/cm ²	K_{grenz}	K		R	a	b	k_{fat}	$f_{fat,d}$	Ausnutzung	Ausnutzung mit ständigen Lasten
Biegung	0,16	0,00	3,00	3,00	0,20	0,05	kein NW	0,00	9,5	1,1	0,31	0,94	17%	64%
Zug	0,08	0,00	1,95	1,95	0,20	0,04	kein NW	0,00	9,5	1,1	0,31	0,61	13%	31%
Druck II	0,00	0,00	2,45	2,45	0,60	0,00	kein NW	0,00	2,0	9,0	0,60	1,47	0%	0%
Druck T	0,04	0,00	0,25	0,25	0,60	0,15	kein NW	0,00	2,0	9,0	0,60	0,15	25%	25%
Schub	0,02	0,00	0,35	0,35	0,15	0,06	kein NW	0,00	6,7	1,3	0,18	0,06	36%	63%

	kN/m	kN/m	kN	kN										
Kerbe	6,51	0,00	270,77	270,77	0,15	0,02	kein NW	0,00	6,7	1,3	0,18	47,68	14%	27%
	6,51	0,00	331,69	331,69	0,15	0,02	kein NW	0,00	2,0	9,0	0,60	199,46	3%	6%

Ermüdung

Brücke „Zum Heilbach“

- nach künftiger Norm prEN1995-1-1
→ vereinfachter Nachweis

$$\beta = 3$$

$$N_{\text{obs}} = 2,00\text{E}+06$$

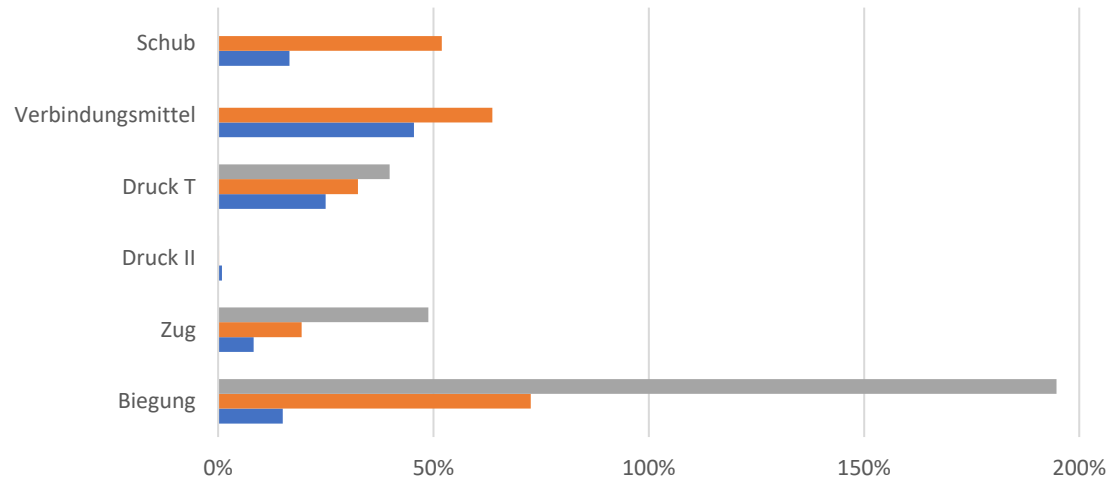
$$t_L = 100\text{a}$$

	$\sigma_{d,\text{max}}$ kN/cm ²	$\sigma_{d,\text{min}}$ kN/cm ²	f_k kN/cm ²	R_T	k_{fat}	$f_{\text{fat},d}$ kN/cm ²	Ausnutzung	
Biegung	0,82	0,56	3,00	0,68	0,13	0,30	273%	
Zug	0,21	0,08	1,95	-0,37	0,13	0,20	109%	
Druck II	0,00	0,00	2,45	0,00	0,49	0,92	0%	
Druck T	0,04	0,00	0,25	0,00	0,49	0,09	40%	
Verbindungs- mittel	12,72	0,00	160,00	0,00	-	-	-	kein NW möglich
Schub	0,07	0,04	0,35	0,67	-	-	-	kein NW möglich

Eigene Tabelle

Ermüdung

Ausnutzung Ermüdungs-Nachweis

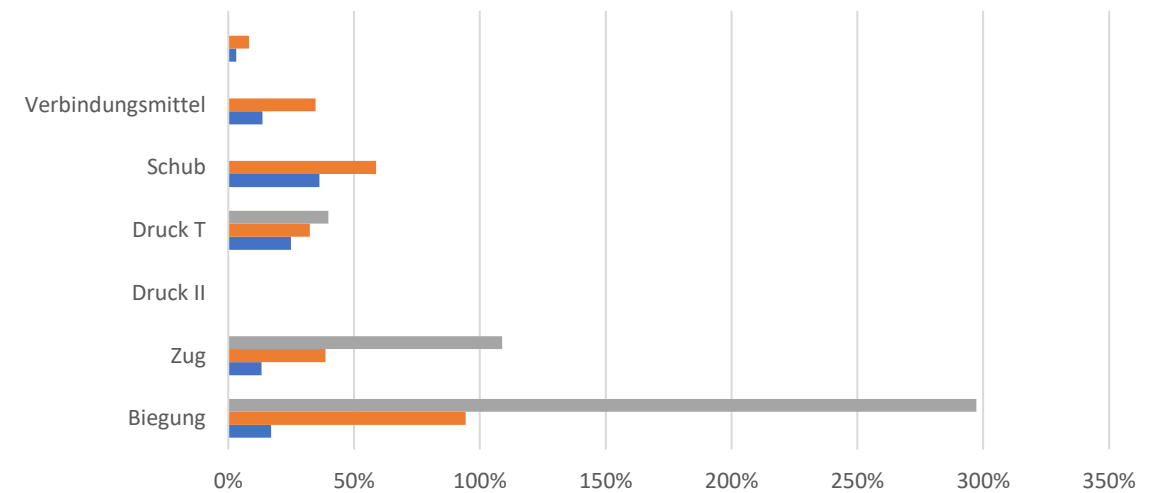


■ neuer Nachweis, vereinfacht, Grüner Weg ■ neuer NW, Grüner Weg ■ aktueller NW, Grüner Weg

Eigene Darstellung

Brücke „Grüner Weg“

Ausnutzung Ermüdungs-Nachweis



■ neuer Nachweis, vereinfacht, Zum Heilbach ■ neuer NW, Zum Heilbach ■ aktueller NW, Zum Heilbach

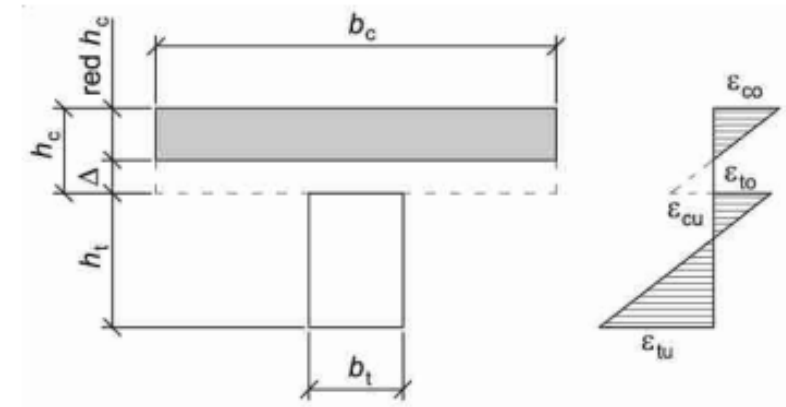
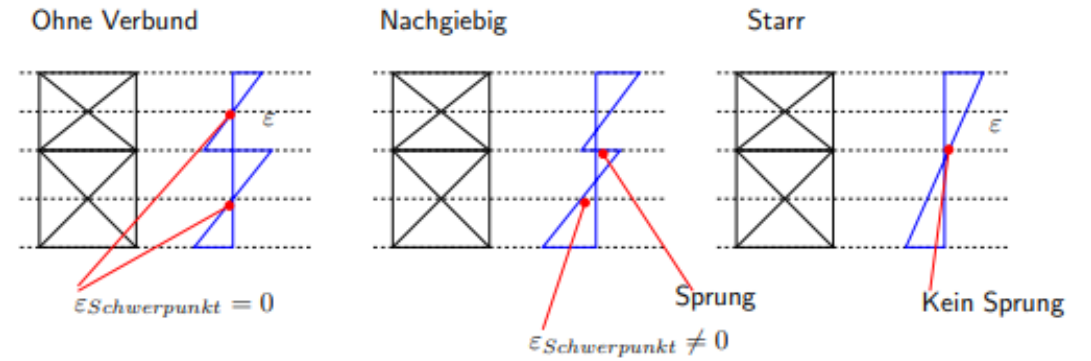
Eigene Darstellung

Brücke „Zum Heilbach“

Theorie

Risse

- Bei Verbindungsmitteln mit geringer Steifigkeit gehen einige Abschnitte der Betonplatte in den Zustand II über (Rissbildung)
 - Verminderung der Biege- und Dehnsteifigkeit
 - Gesteigerte Beanspruchung der Teilquerschnitte in den Nachbarbereichen
- Es entsteht zwischen den Materialien eine „klaffende Fuge Δ “
 - Iterativ berechenbar



[10]

Theorie

Risse

Beton

$E_B =$	3.400 kN/cm ²	E-Modul
$b_B =$	550 cm	Breite
$h_B =$	10,4 cm	Höhe
$A_B =$	5.720 cm ²	Fläche
$I_B =$	51.556 cm ⁴	Flächenträgheitsmoment

$M_B =$	76,7 kNm	Moment im Betonquerschnitt
$N_B =$	-4423,4 kN	Normalkraft im Betonquerschnitt
$\sigma_{B,o} =$	-1,55 kN/cm ²	Randspannung oben
$\sigma_{B,u} =$	0,00 kN/cm ²	Randspannung unten
$\epsilon_{B,N} =$	-0,227 ‰	Dehnung aus Normalkraft
$t_R =$	0,00 cm	Risstiefe

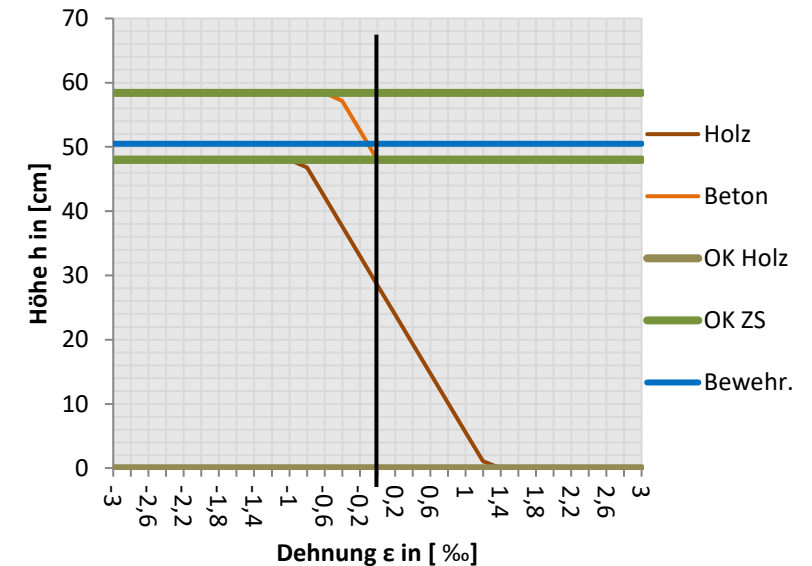
Zwischenschicht

$h_{ZS} =$	0 cm	Höhe
------------	------	------

Holz

$E_H =$	1.300 kN/cm ²	E-Modul
$b_H =$	360 cm	Breite
$h_H =$	48 cm	Höhe
$A_H =$	17.280 cm ²	Fläche
$I_H =$	3.317.760 cm ⁴	Flächenträgheitsmoment

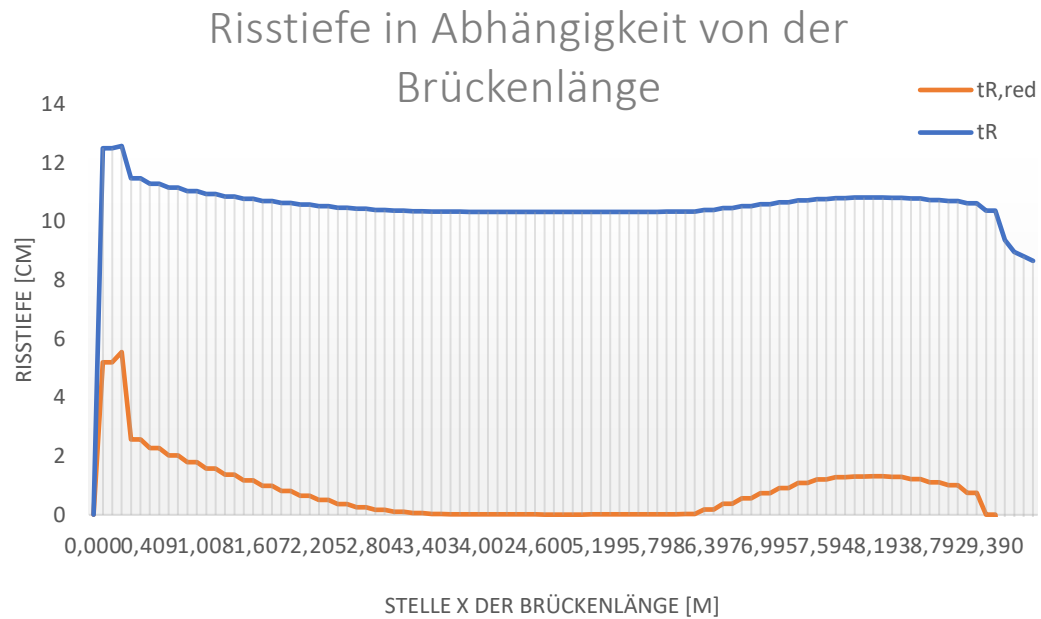
$M_H =$	1886,62 kNm	Moment im Holzquerschnitt
$N_H =$	4423,41 kN	Normalkraft im Holzquerschnitt
$\sigma_{H,u} =$	1,62 kN/cm ²	Randspannung unten
$\kappa =$	4,37E-05 1/cm	Krümmung des Verbundquerschnitts in Feldmitte
$1/\kappa =$	22.861 cm	Krümmungsradius des Verbundquerschnitts in Feldmitte
$\epsilon_{H,N} =$	0,197 ‰	Dehnung infolge Normalkraft
$\epsilon_{H,M} =$	1,050 ‰	Randdehnung infolge Moment
$\epsilon_{H,u} =$	1,247 ‰	Randdehnung unten



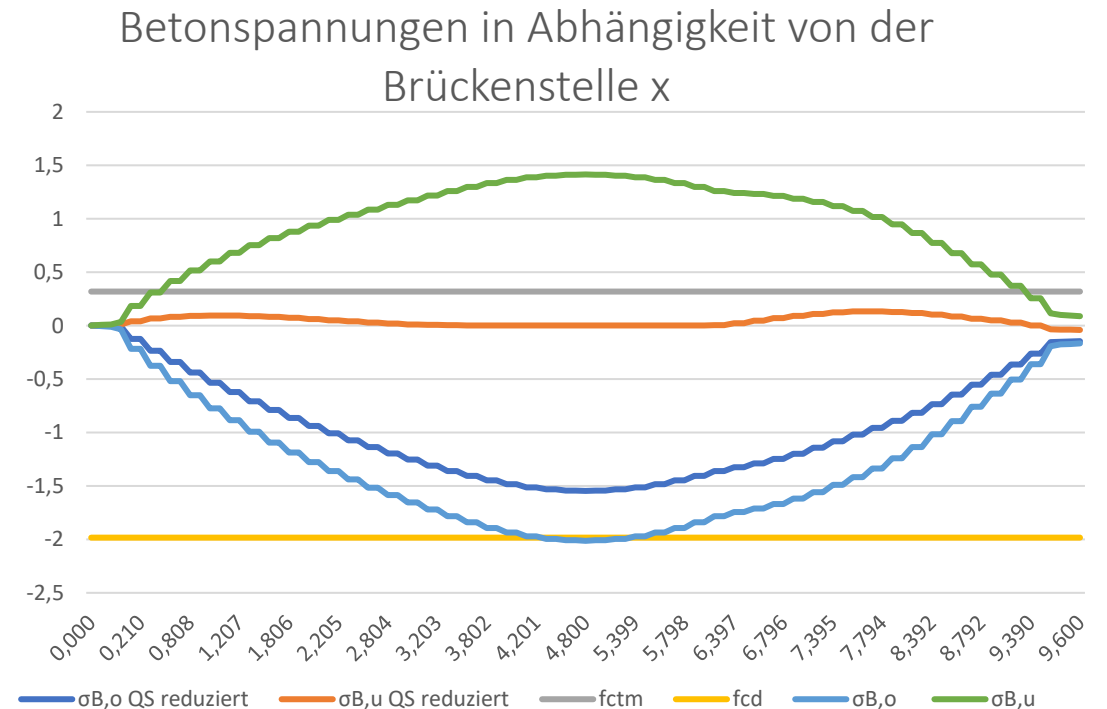
[11]

Modellierung der Rissbildung im Beton

Brücke „Grüner Weg“



Eigene Darstellung

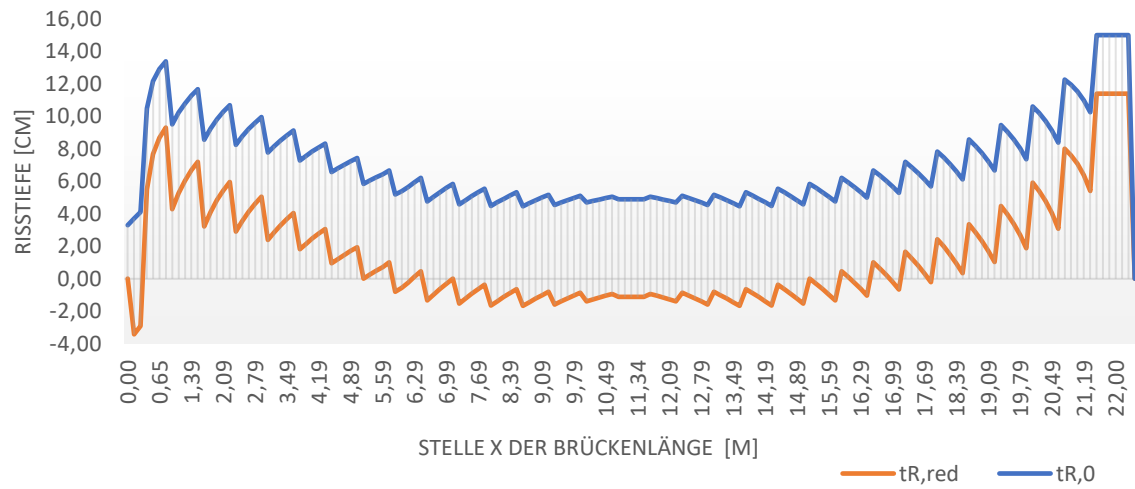


Eigene Darstellung

Modellierung der Rissbildung im Beton

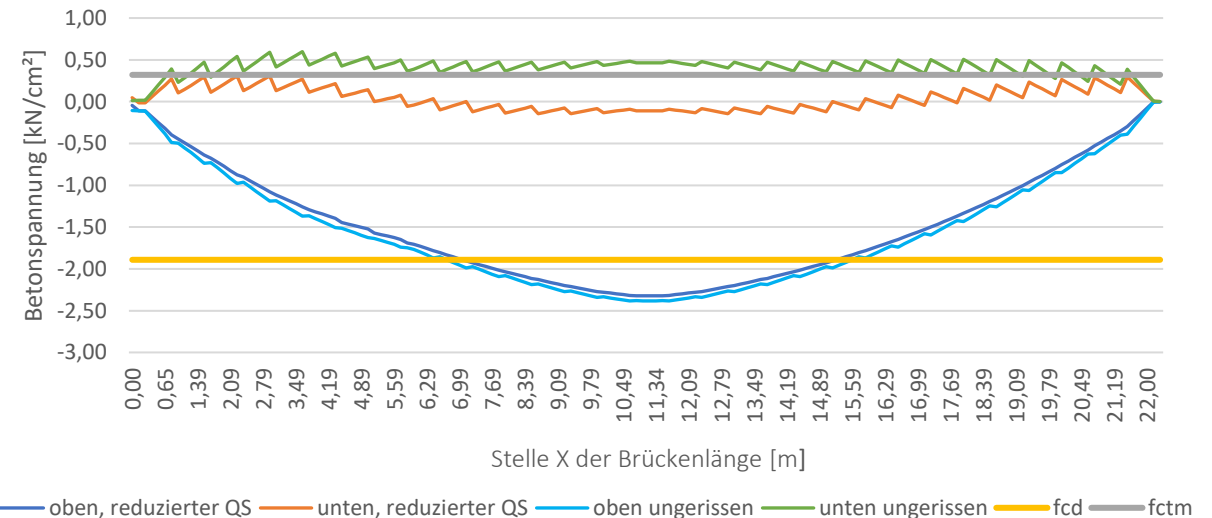
Brücke „Zum Heilbach“

Risstiefe in Abhängigkeit von der Brückenlänge



Eigene Darstellung

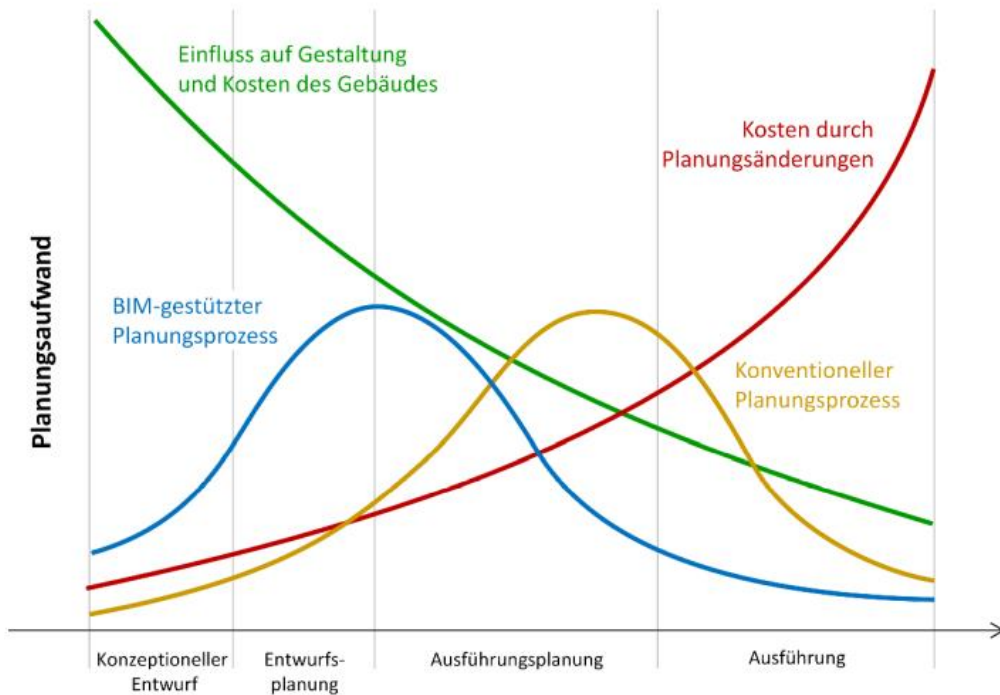
Betonspannung mit und ohne Reduzierung



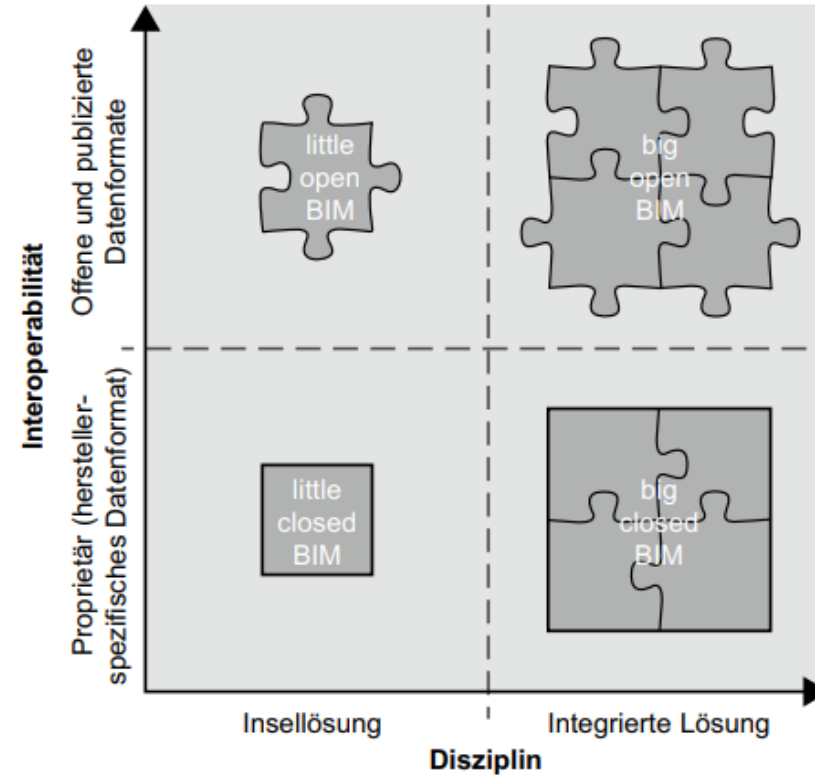
Eigene Darstellung

Theorie

Building Information Modeling



[12]

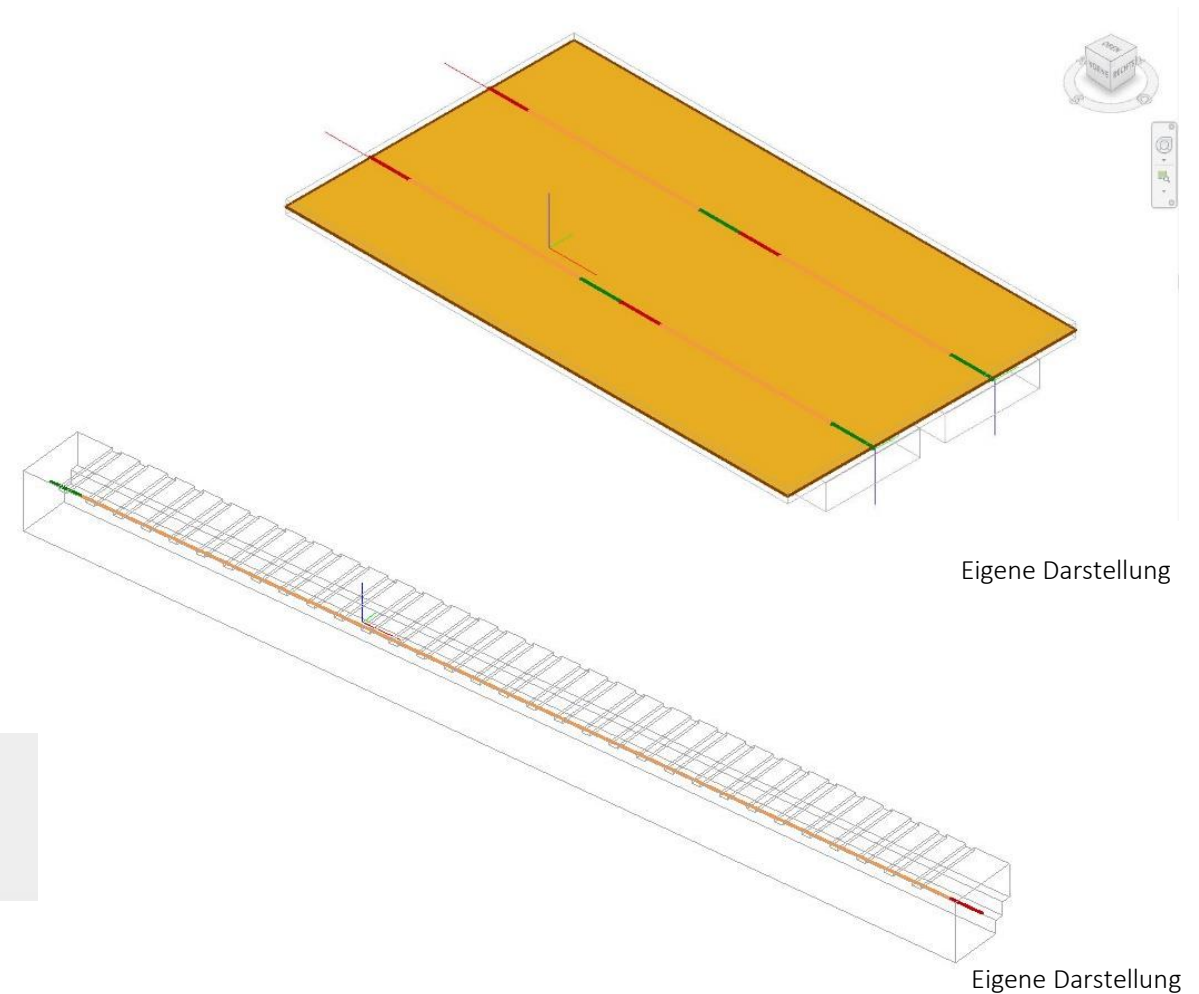


[13]

Building Information Modeling

Nicht in Revit darstellbar:

- Linienfreigabe
- Stab: Fest-Fest-Verbindung
- Temperaturlasten
- Dehnungslasten



Reiter „Dlubal“ in Revit,
eigene Darstellung

Building Information Modeling



Reiter „Enscape“ in Revit, eigene Darstellung



Eigene Darstellung



Eigene Darstellung

Fazit

- Modell von Rautenstrauch zu Dreidimensionalität modifiziert
- Ein Holzträger mehr beansprucht
 - Normalkraft/Biegung: 4-8% („Zum Heilbach“) bzw. 20-25% („Grüner Weg“)
 - Torsion 4mal („Zum Heilbach“) bzw. 7mal („Grüner Weg“) höher
- Kräfte in Y-Richtung

- Ermüdungsnachweise mit ständigen Lasten & anderem Teilsicherheitsbeiwert deutlich höher
- Ermüdungsrelevante Einwirkungen & Kombination der Belastungen strittig

Fazit

- Spannungen sinken betragsweise bei beiden Modellen im reduzierten Querschnitt
- Bei der Dicke von 9cm (Brücke „Zum Heilbach“) bzw. 15cm (Brücke „Grüner Weg“) reißt der Betonquerschnitt nicht mehr ein
- Geometrien und Materialien werden von Dlubal in Revit fehlerfrei übertragen
- Schnittstelle von Revit und Dlubal kann noch nicht alle Features übergeben
- Export eines Revit-Modells: Beachtung der Materialbezeichnung & Darstellung im 3D-Berechnungsmodell



Hochschule für Forstwirtschaft
Rottenburg

Hochschule für Angewandte Wissenschaften

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
Gibt es Fragen?