



Berechnung und Bemessung einer integralen Geh- und Radwegbrücke in Holz-Beton-Verbundbauweise mit Kervenausbildung

Felix Bäßler

Stuttgart, 15.02.2022

www.harrer-ing.net

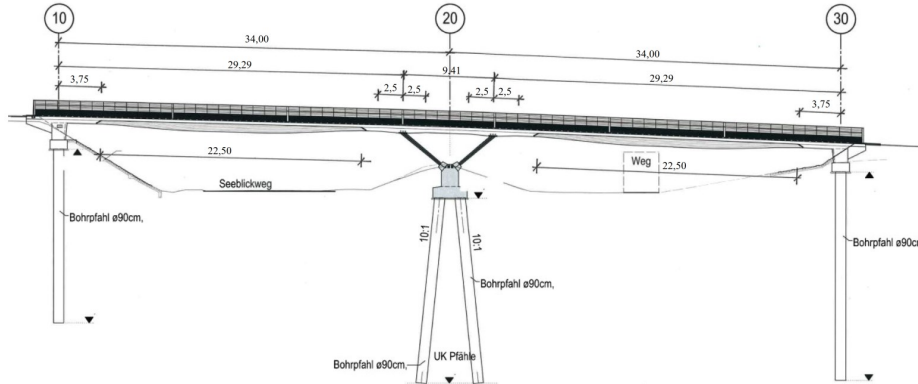


Gliederung

- Problemstellung
- Berechnung und Bemessung
- Beanspruchung der Verbindungsmittel
- Variantenstudie
- Zusammenfassung und Ausblick



Problemstellung



- Einfluss von Geometrieänderungen nicht zweifelsfrei vorhersagbar

Abb. 4-1: Längsschnitt Geh- und Radwegbrücke Seeblickweg (Planauszug modifiziert)

ZIEL

- Darstellung der Einflüsse von Geometrieänderungen
- Kerben als Verbindungsmittel
- Beibehaltung der grundlegenden Nutzbarkeit und Formsprache



Berechnung und Bemessung Statisches Modell

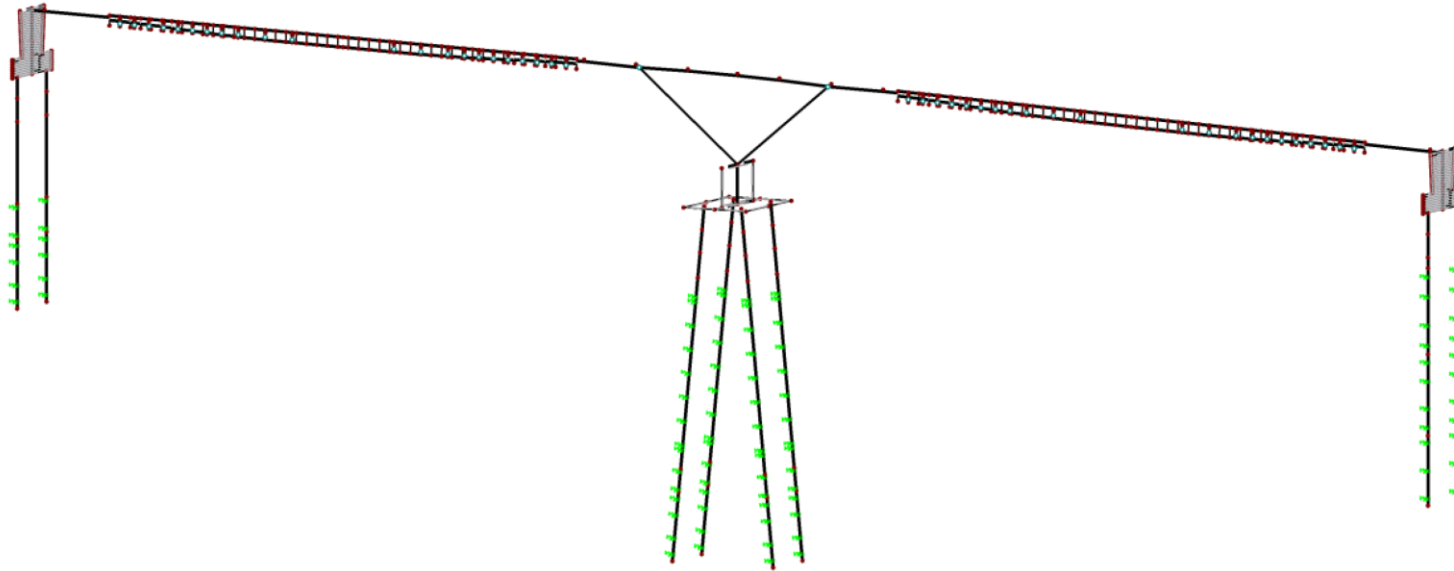
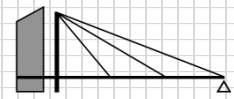
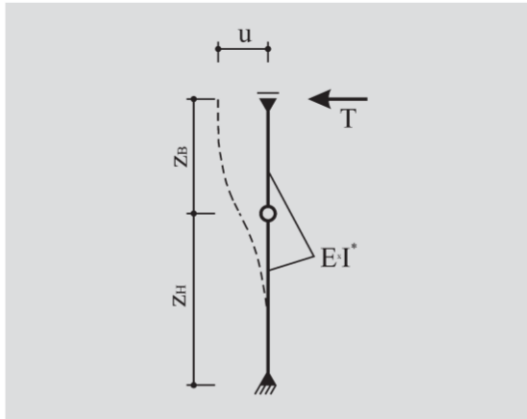


Abb. 4-2: Isometrie Ansicht Stabwerkmodell in RFEM



Berechnung und Bemessung Stabwerkmodell nach Rautenstrauch



$$EI^* = \frac{K_S}{3} * (z_B^3 + z_H^3) \quad (2.25)$$

- mit EI^* Ersatzbiegesteifigkeit
 K_S Verschiebungsmodul des Verbindungsmittels an der jeweiligen Stelle
 z_B Abstand der Querschnittslängsachse des Betons zur Verbundfuge
 z_H Abstand der Querschnittslängsachse des Holzes zur Verbundfuge

Abb. 2-13: Ersatzsystem des Verbindungsmittels bei Vernachlässigung der Gurtverformung [43]

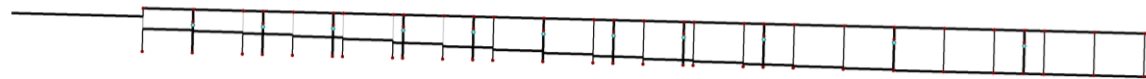


Abb. 4-3: Darstellung abgetrepter Bereich am Trägerenden im Stabwerkmodell in RFEM



Berechnung und Bemessung Einwirkungen und Kombinatorik

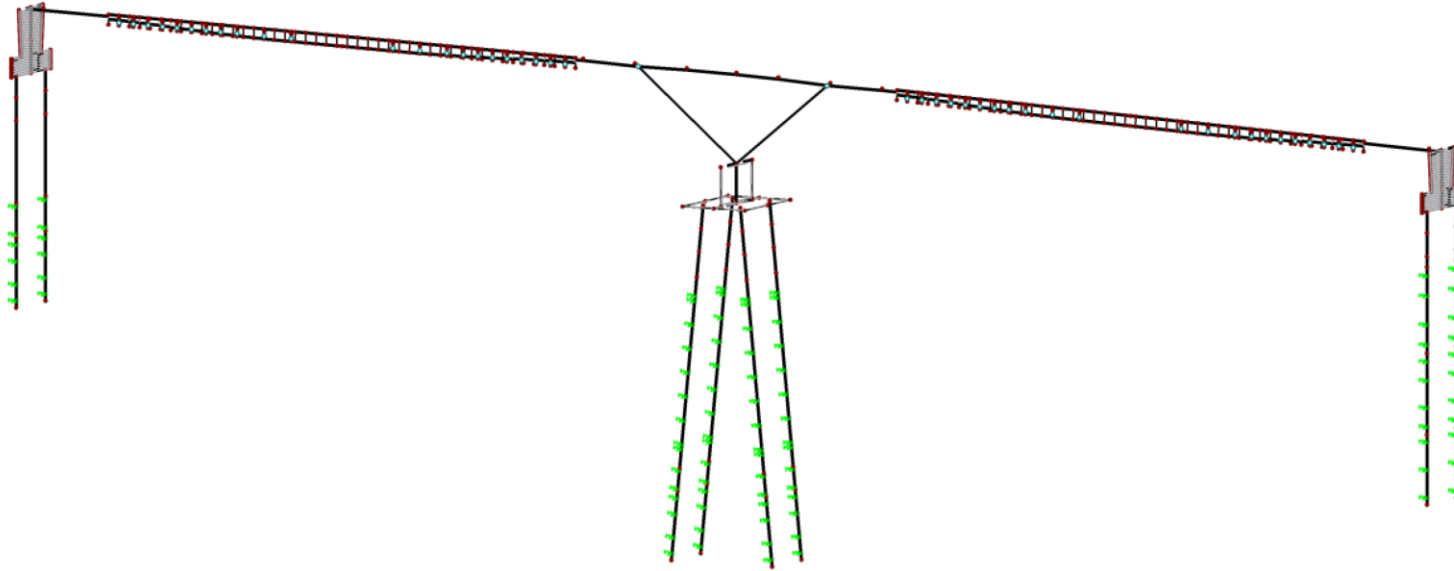
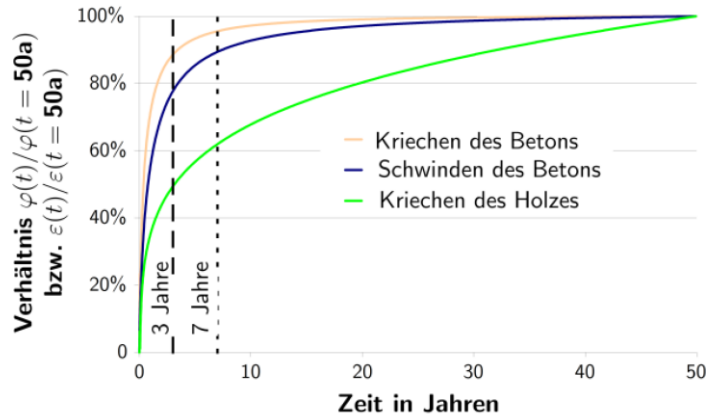


Abb. 4-2: Isometrie Ansicht Stabwerkmodell in RFEM



Berechnung und Bemessung

Kriechen



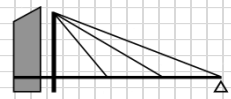
- Unterschiedliches Langzeittragverhalten von Beton und Holz
- Kraftumlagerungen zwischen den Teilquerschnitten finden statt
- Neben Anfangs- und Endzeitpunkt ist ein dazwischen liegender Zeitpunkt nötig

Abb. 2-3: Zeitlicher Verlauf der Kriechbeiwerte φ_i und der Schwinddehnung ε_i bezogen auf die jeweiligen Endwerte [47]



Beanspruchung der Verbindungsmittel

$$F_{Ed} = \int_{s_i} q(x) dx$$

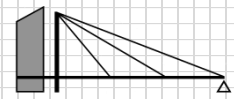


Beanspruchung der Verbindungsmittel

$$F_{Ed} = \int_{S_i} q(x) dx$$

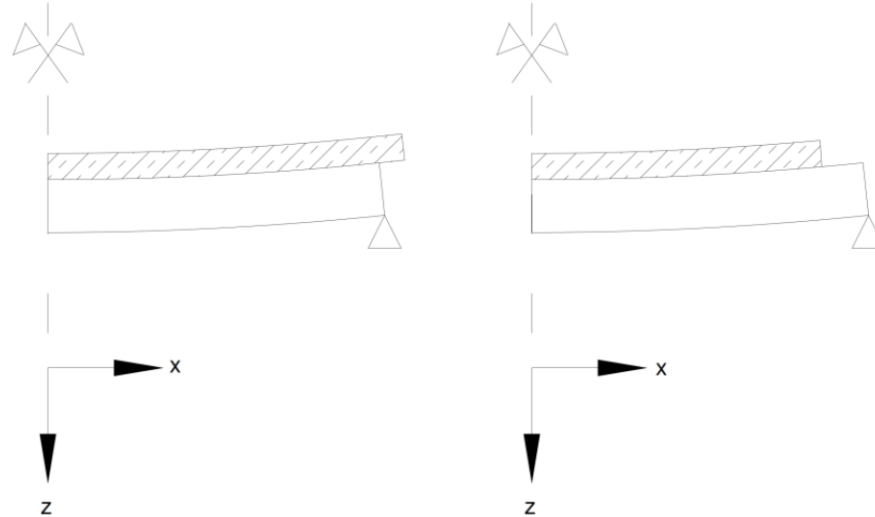
$$q_{Last}(x) = \tau_{xz} = \tau_{zx} = \frac{V(x) * S_y}{I_y * b}$$

$q_{Dehnung}(x)$



Beanspruchung der Verbindungsmittel

$q_{Dehnung}(x)$



(a) positiver Schlupf

(b) negativer Schlupf

Abb. 3-1: Definition des Vorzeichens des Schlupfs [47]



Beanspruchung der Verbindungsmittel

$q_{Dehnung}(x)$

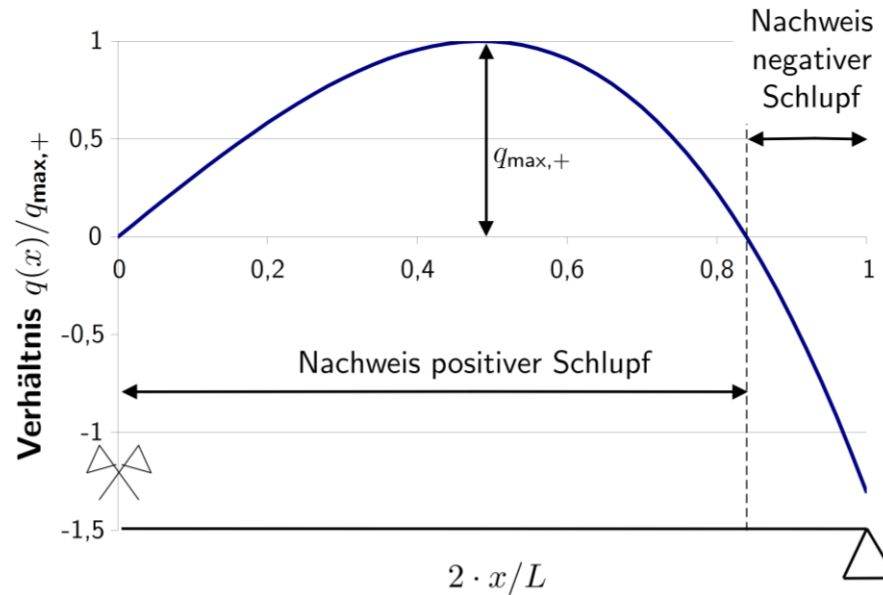
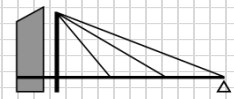


Abb. 3-2: Exemplarischer Verlauf der Verbindungsmittelbeanspruchung (L = Spannweite, x = Laufvariable) [47]



Beanspruchung der Verbindungsmittel

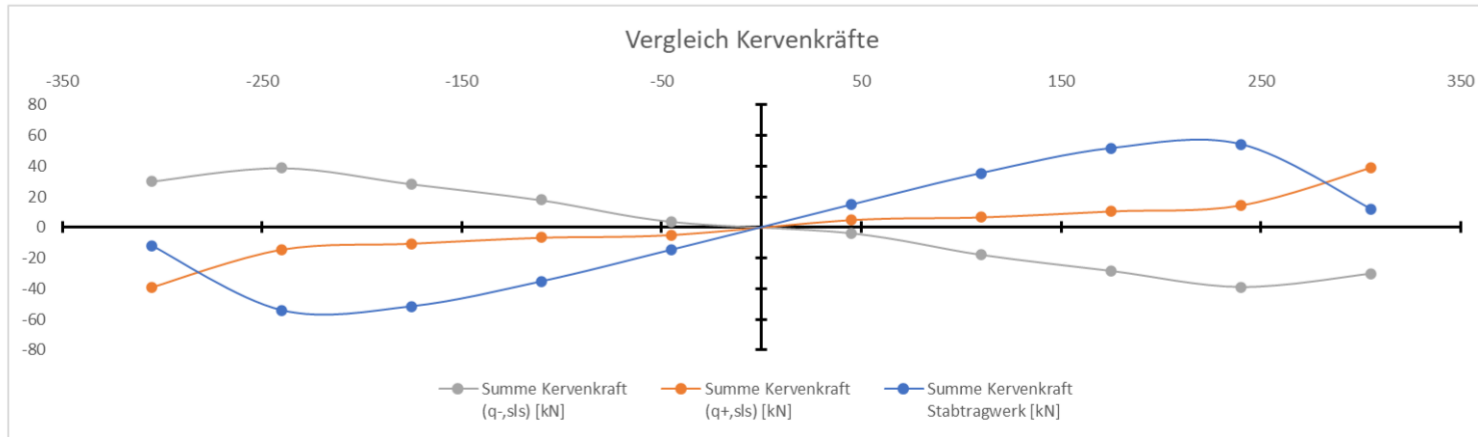


Abb. 3-12: System Nr. 1 Vergleich der Kervenkkräfte [kN]



Variantenstudie

- Geometrieänderungen:
 - Variante 1: Ausgangssystem
 - Variante 2: Auswirkung der Kervertiefe
 - Variante 3: Auswirkung der Holzträgerhöhe
 - Variante 4: Auswirkung der Kervenabstände
 - Variante 5: Auswirkung der Überbauhöhe
 - Variante 6: Auswirkung von Holzquellen/-schwinden
 - Variante 7: Auswirkung der Holzträgerlänge
- Auswertungskriterien:
 - Verbindungsmittelbeanspruchung
 - Holzträgerauslastung
 - Durchbiegung



Variantenstudie

	Variante 1		Variante 2
Auslastung Holzträger:			
Feldmitte:			
t = 0	0,57	← unverändert →	0,57
t = 3-7 Jahre	0,63		0,63
t = 70 Jahre	0,64		0,64
Randbereich:			
t = 0	0,86	← unverändert →	0,86
t = 3-7 Jahre	0,96		0,96
t = 70 Jahre	0,94		0,95
Auslastung Kerwen:			
Kerwentragfähigkeit	826,60	← -33% →	551,10
max. F _{Ed}	1817,06	← -7,1% →	1686,86
max. Auslastung	2,20	→ +39% →	3,06
mittlere Kervenaustausung:			
t = 0	0,64		0,93
t = 3-7 Jahre	0,59	→ Ø +46,6% →	0,87
t = 70 Jahre	0,55		0,81
Durchbiegung:			
Feldmitte:			
t = 0	26,50		26,70
t = 3-7 Jahre	29,90		30,10
t = 70 Jahre	29,90		30,10
Feldlänge	34000		34000
Grenzwert	500		500
max. Auslastung	0,44	← unverändert →	0,44
Fugensteifigkeit:			
	1496,47	← -33% →	997,65
K _{ser} = K _u	1500,00		1000,00
Kerwenbreite	1990,00		1990,00
s _{ef}	1994,69		1994,69

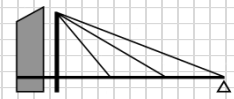
- Kervertiefe von 3,0 cm auf 2,0 cm
- Keine Auswirkung auf
 - Holzträgerauslastung
 - Durchbiegung
- Logische Anpassungsmöglichkeiten
 - Konstruktion „leichter Machen“
 - Verringerung der Kerwenabstände



Variantenstudie

	Variante 2		Variante 5
Auslastung Holzträger:			
Feldmitte:			
t = 0	0,57	+60%	0,93
t = 3-7 Jahre	0,63		1,01
t = 70 Jahre	0,64		1,01
Randbereich:			
t = 0	0,86	← unverändert →	0,83
t = 3-7 Jahre	0,96		0,96
t = 70 Jahre	0,95		0,95
Auslastung Kerwen:			
Kerwenfähigkeit	551,10	-41,5%	551,10
max. F_{Ed}	1686,86		985,20
max. Auslastung	3,06		1,79
mittlere Kerwenauslastung:			
t = 0	0,93		0,82
t = 3-7 Jahre	0,87		0,79
t = 70 Jahre	0,81		0,77
Durchbiegung:			
Feldmitte:			
t = 0	26,70		41,40
t = 3-7 Jahre	30,10		46,90
t = 70 Jahre	30,10		46,90
Feldlänge	34000		34000
Grenzwert	500		500
max. Auslastung	0,44		0,69
Fugensteifigkeit:			
	997,65	+27,7%	1274,60
$K_{ker} = K_u$	1000,00		1000,00
Kerwenbreite	1990,00		1990,00
s_{ef}	1994,69		1561,28

- Kervertiefe: 2,0 cm
- Holzträgerhöhe: 50 cm
- Überbauhöhe: 15 cm
- Min. möglicher Kerwenabstand
- Holzträgerauslastung Randbereich unverändert
- Effizientere Holzträgerauslastung Feldmitte
- Deutliche Reduzierung der Kerwenbeanspruchung
- Zunahme der Durchbiegung



Zusammenfassung und Ausblick

- HBV in NKL 2 komplex und umfassend
- Weitere detaillierte Untersuchungen denkbar:
 - Auswirkung Überbausteifigkeit in Stützbereichen
 - Tragfähigkeit/Gebrauchstauglichkeit Überbau an Holzträgerenden
 - Abbildung des Schlupfes inf. Dehnungsänderungen
 - Umsetzung der softwaregestützten Kombinatorik für HBV
 - Mikrokerve: Ist sie anwendbar im Hinblick auf die TS TCC?
 - Vorholzverstärkung



VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

Für Fragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung!

