KISSLING + ZBINDEN AG
INGENIEURE PLANER

Neubau Langsamverkehrsbrücke Emme, Emmequerung Bocciaweg neben SBB-Brücke Nr. 4/7

ARBEITSPAPIER PRÜFINGENIEUR WASSERBAU

Version 26.09.2025 / K+Z AG / mk

1 AUSGANGSLAGE UND AUFTRAG

Als Planer des Projekts «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme, Wehr Biberist bis Aare» hat die Kissling + Zbinden AG vom Amt für Verkehr und Tiefbau (AVT) den Auftrag als «Prüfingenieur Wasserbau» das Projekt Neubau Langsamverkehrsbrücke Emmequerung Bocciaweg zu begleiten.
Basis für die hier gemachten Beurteilungen/ Aussagen bilden die Vorprojektpläne Stand Juni 2025 von der Fürst Laffranchi Bauingenieure GmbH [1].

2 GRUNDLAGEN

[1] Fürst Laffranchi Bauingenieure GmbH, Emmequerung Bocciaweg neben SBB-Brücke Objekt Nr. 4/7, Velobrücke Emmenweg Objekt Nr. 10/64/4, Situation und Längenprofil 1:200, Vorprojekt, 16.05.2025

[2] AVT, Emmequerung Bocciaweg neben SBB-Brücke Nr. 4/7, Velobrücke Emmenweg Nr. 10/64/4, Protokoll Projektsitzung Nr. 2024_02, 29.08.2024

[3] PG Bau, ARGE Emme Auen. «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme, Wehr Biberist bis Aare», Nutzungsvereinbarung, AfU Kt. Solothurn, 16.01.2013

[4] PG Bau, ARGE Emme Auen. «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme, Wehr Biberist bis Aare», Raumplanungsbericht & Technischer Bericht, AfU Kt. Solothurn, 15.05.2015

[5] PG Bau, ARGE Emme Auen. «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme, Wehr Biberist bis Aare», Abschlussakten / Pläne des ausgeführten Bauwerks, Situation 1: 500, Los 5 / Abschnitt 2, km 2.220 - 1.800, Beilage Nr. 2.006, Plan Nr. 6.307.53.516, AfU Kt. Solothurn, 15.03.2022

[6] PG Bau, ARGE Emme Auen. «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme, Wehr Biberist bis Aare», Abschlussakten / Pläne des ausgeführten Bauwerks, Situation und Schnitte 1:200, Los 5, Kolkschutz SBB-Brücke Bahn 2000, Beilage Nr. 2.253, Plan Nr. 6.307.53.592, AfU Kt. Solothurn, 15.03.2022

[7] PG Bau, ARGE Emme Auen. «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme, Wehr Biberist bis Aare», Ausführungsprojekt, Querprofile 1:200, Los 5 / Abschnitt 2, km 2.200 - 1.866, Beilage Nr. 2.106, Plan Nr. 6.307.51.556 A, AfU Kt. Solothurn, 29.08.2019

[8] PG Bau, ARGE Emme Auen & PG Umwelt INGE ME. «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme, Wehr Biberist bis Aare», Ausschreibungsunterlagen für Bauarbeiten Lose 4-6 Wasserbau, Dokument C Objektbezogene Vertragsbedingungen, AfU Kt. Solothurn, 02.03.2017

[9] IG Emmebrücke. Diverse Pläne und Berichte, «Emmebrücken Objekte Nr. 4/2 + 4/4», AVT Kt. Solothurn, 2015 – 2020

[10] Kissling + Zbinden AG. Diverse Pläne und Berichte, «Massnahme Schwemmholzverklausung, Pfeileroptimierung Brücke SBB Zuchwil – Luterbach, AfU Kt. Solothurn, 2022 – 2024

[11] Daniela Lange, Gian Reto Bezzola. Schwemmholz Probleme und Lösungsansätze. VAW-Mitteilung Nr. 188, 2006.

3 BRÜCKENPROJEKT VORPROJEKT

Es ist eine neue Emmequerung am Bocciaweg neben der SBB-Brücke Objekt Nr. 4/7, für den Langsamverkehr, insbesondere den Veloverkehr, geplant. Das Vorprojekt sieht eine neue Brücke konzipiert als Einfeldträger vor. Der Brückenüberbau besteht aus einem trapezförmigen Kastenquerschnitt mit beidseitigen Auskragungen (Querrippen + obenliegende Fahrbahnplatte) und wird in Stahlbauweise ausgeführt.

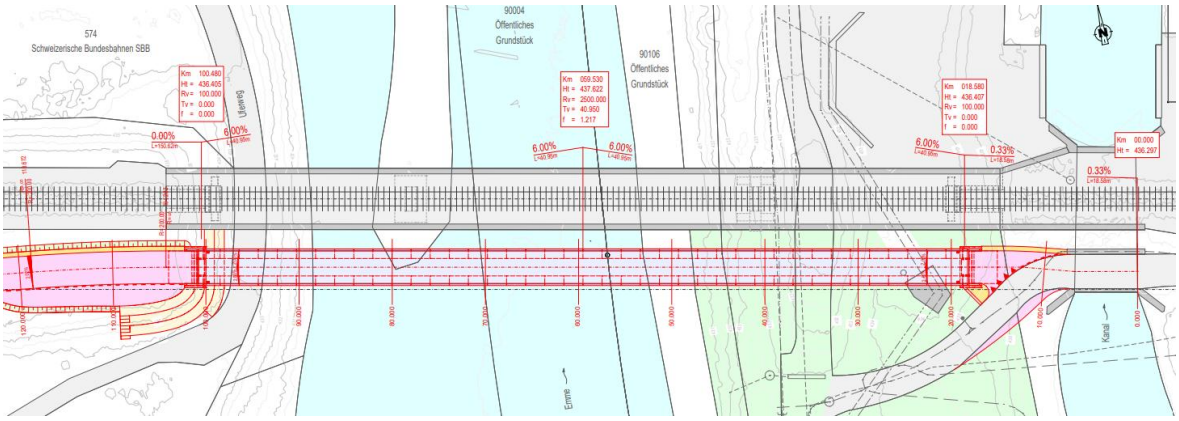


Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Situationsplan des Vorprojekts [1]

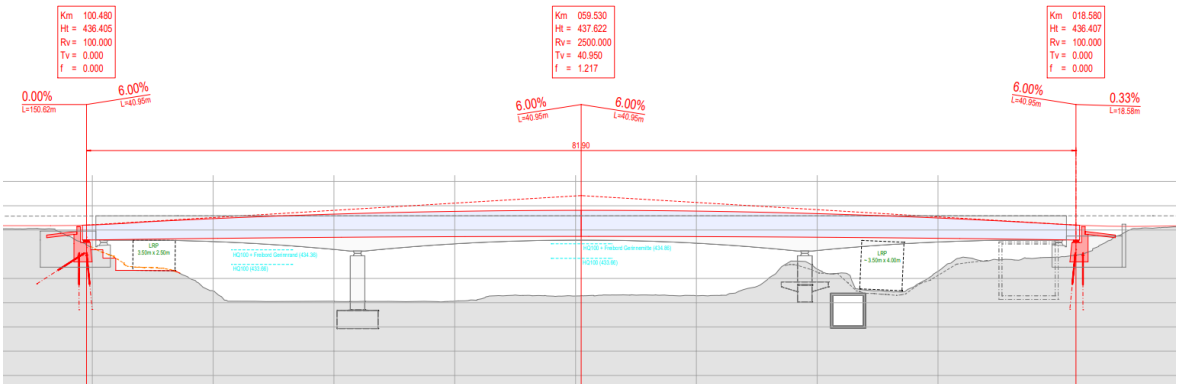


Abbildung 2: Flussquerprofil aus dem Vorprojekt [1], Bereich Emmequerung

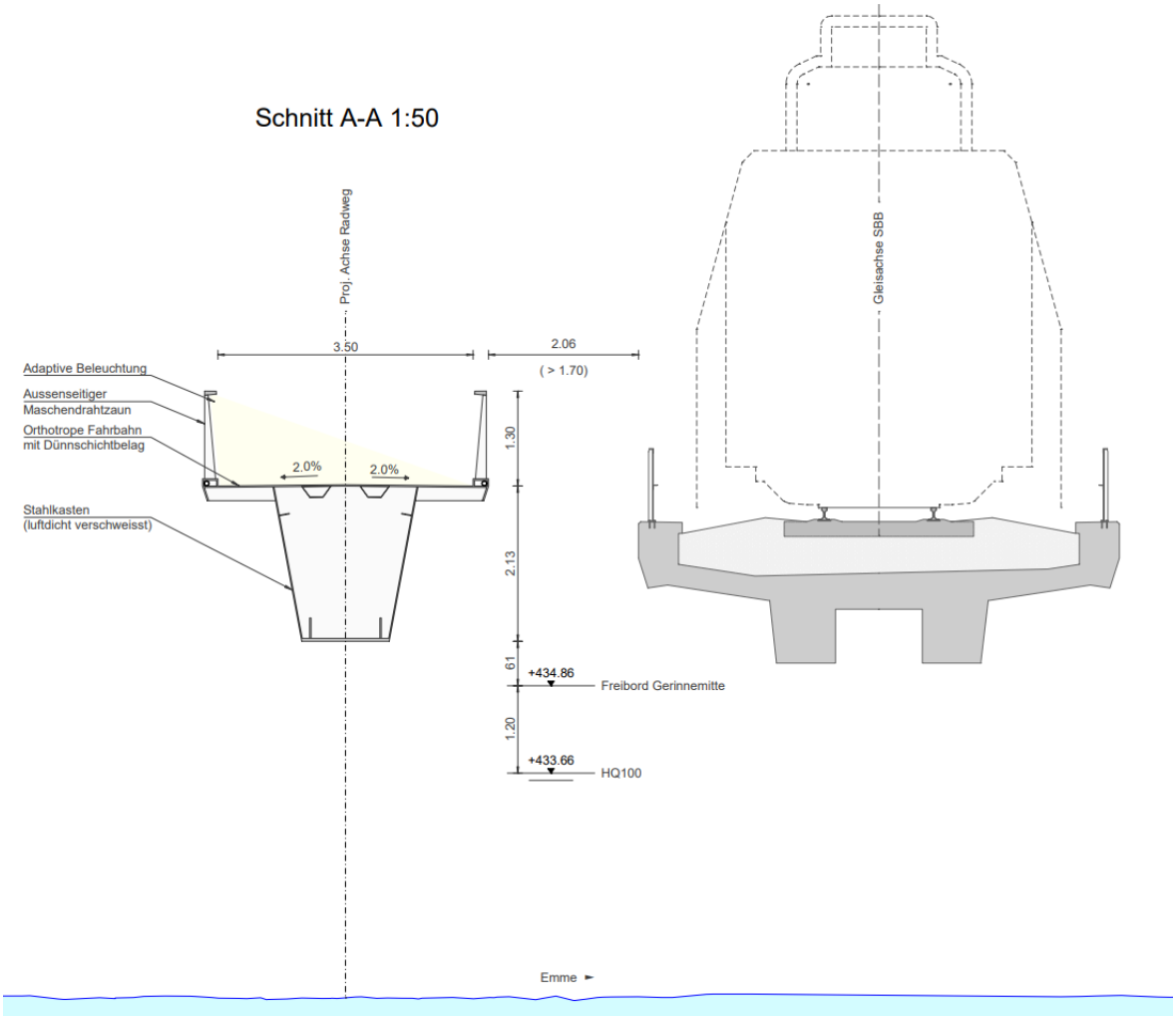


Abbildung 3: Querschnitt Emmequerung aus dem Vorprojekt [1]

4 BEMESSUNG

Für die Dimensionierung des Bauwerks und für die statischen Nachweise der neuen Langsamverkehrsbrücke sind das Bemessungskonzept und die massgebenden Bemessungsszenarien aus dem Projekt HWS Emme ([3], [4]) zu übernehmen.

4.1 Massgebende Hochwasserabflüsse und Hochwasserkoten

Im Projekt HWS Emme ([3], [4]) wurden die für die Dimensionierung massgebenden Wasserspiegellagen anhand eines 2D-Abflussmodells von der Firma Hunziker, Zarn und Partner AG berechnet.

Die massgebenden Dimensionierungsabflüsse sind:

- HQ_{100} = 650 m^3/s
- EHQ = 1.3*HQ100 = 845 m^3/s

Das Bemessungskonzept für die Brückenbauwerke sieht folgende Hochwasser- und Verklausungsszenarien vor (vgl. Abbildung 4):

- **Szenario HQ_{100}:** Abflussmenge HQ100 (650 m^3/s) mit Verklausung bei den Brücken. Dabei wird angenommen, dass jeweils einer der beiden Brückenpfeiler (D = Breite Pfeiler + 2 x 4 m) verklaust. Bemessung der Bauwerke unter Berücksichtigung eines Freibords gemäss Tabelle 1.
- **Szenario EHQ(1):** Abflussmenge EHQ (845 m^3/s) mit Verklausung bei den Brücken. Dabei wird angenommen, dass jeweils einer der beiden Brückenpfeiler (D = Breite Pfeiler + 2 x 4 m) verklaust. Bemessung der Bauwerke ohne Freibord.
- **Szenario EHQ(2):** Abflussmenge HQ_{100} mit Verklausung bei den Brücken, dabei wird angenommen, dass jeweils einer der beiden Brückenpfeiler (D = Breite Pfeiler + 2 x 4 m) und das dazugehörige randliche Brückenfeld verklausen. Bemessung der Bauwerke ohne Freibord. Ausuferungen in die Entlastungskorridore werden akzeptiert.

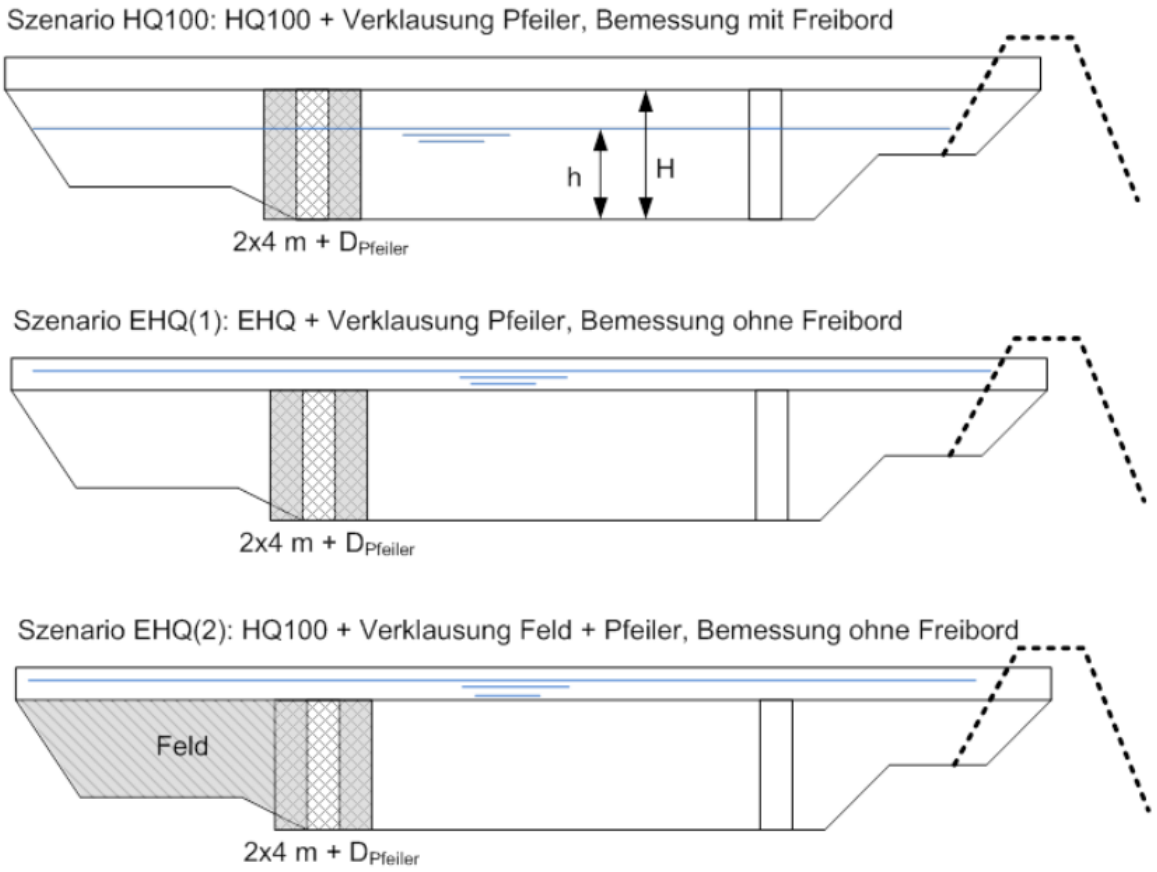


Abbildung 4: Verklausungsszenarien für die Bemessung

Als massgebende Wasserspiegellagen (WSP) für den Neubau des Projekts Langsamverkehrsbrücke Bocciaweg können die für die oben genannten Szenarien berechneten Werte aus dem 2D-Modell beim Querprofil Gewiss Nr. 1.866 (SBB Brücke Bahn 2000) herangezogen werden. Diese sind:

- WSP HQ_{100} = 433.66 m ü. M.
- WSP EHQ(1) = 434.18 m ü. M.
- WSP EHQ(2) = 434.15 m ü. M.

4.2 Freibord und Verklausung

Die Nutzungsvereinbarung des Projekts HWS Emme [3] gibt die in Tabelle 1 festgehaltenen Freibordbedingungen vor. Falls die Freibordbedingungen für Brücken gemäss Tabelle 1 nicht eingehalten werden können, müssen das Verklausungsrisiko einer Brücke im Detail beurteilt und entsprechende Schutzmassnahmen an der Brücke vorgesehen werden.

Tabelle 1: Anforderungen an Freiborde aus der NuV HWS Emme [3]

Situation	Zu erfüllende Kriterien
Freibord Gerinne	
Damm am Hauptgerinne	F ≥ 1.2 m
Damm im Vorland	F ≥ 0.9 m
Kein Damm	F ≥ 0.9 m
In allen Fällen	F ≥ 0 m bei Q = 1.3*Q_{Bem}
Freibord bei Brücken	
Brücken, ohne Verklausung	in Gerinnemitte: F ≥ 1.2 m beim Widerlager: F ≥ 0.7 m keine Pfeiler im Hauptgerinne

4.3 Beurteilung Verklausungsrisiko neue Langsamverkehrsbrücke

Bei der neuen Langsamverkehrsbrücke werden sämtliche Kriterien für eine Brücke ohne Verklausung erfüllt. Es hat keine Pfeiler im Gerinne und die Freibordbedingungen sind beide eingehalten. So liegt das Freibord beim Szenario $HQ_{100\ mit}$ 1.81 m sowohl in der Gerinnemitte als auch bei den Widerlagern deutlich über 1.20 m bzw. 0.7 m. Somit muss das Verklausungsrisiko für die neue Brücke nicht im Detail beurteilt werden. Die Verklausungswahrscheinlichkeit und das Verklausungsrisiko werden als sehr gering und vernachlässigbar eingestuft.

4.4 Hydrostatische und -dynamische Einwirkungen

Für die statischen Nachweise (Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit, etc.) gegenüber den Einwirkungen des Wassers (hydrostatische und hydrodynamische Kräfte, Anschlagen von Einzelstämmen, Kolke, etc.) sind die beiden Extremszenarien EHQ(1) und EHQ(2) massgebend. Für die statischen Berechnungen sind folgende Parameter heranzuziehen:

- WSP EHQ(1) = 434.18 m ü. M.
- WSP EHQ(2) = 434.15 m ü. M.
- Maximale Abflusstiefe EHQ: h = 434.18 – 429.34 = 4.84 m
- Fliessgeschwindigkeit EHQ: v = 4.17 m/s

Der Oberbau der Brücke liegt deutlich über den berechneten Wasserspiegellagen der Szenarien EHQ(1) und EHQ(2). Somit kann davon ausgegangen werden, dass keine hydrostatischen und hydrodynamischen Kräfte auf den Brückenträger wirken.

4.5 Lastfall: Anprall Schwemmholz

Der Lastfall „Anprall Schwemmholz“ tritt ein, wenn eine im Fluss mitgeführte / aufschwimmende Einzelkomponente (Baumstamm, Block, etc.) an die Brücke anprallt. Aufgrund von

Wellenschlag kann im Ereignisfall ein solcher Anprall auch an den Brückenträger erfolgen (trotz bestehendem Freibord, vgl. Abbildung 5)

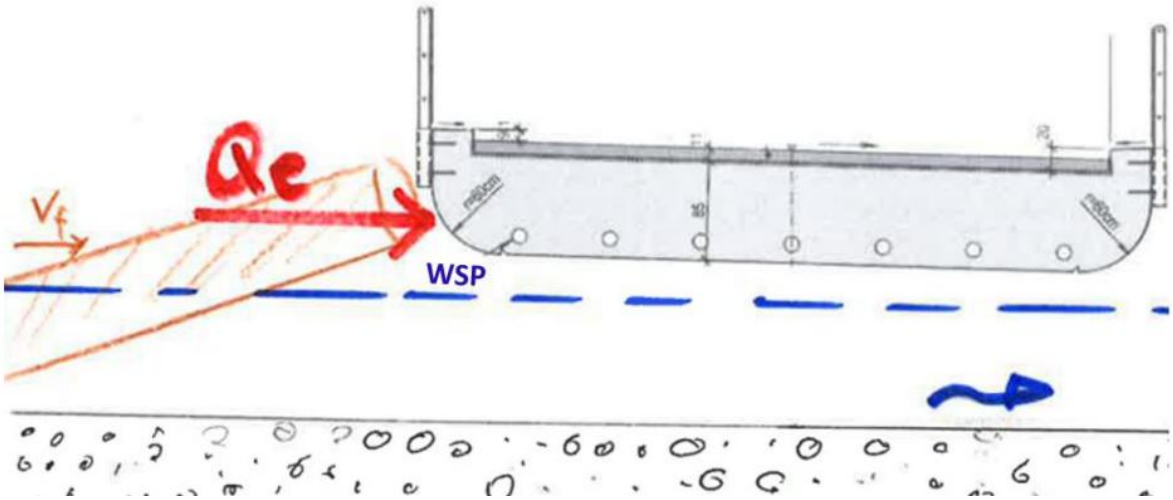


Abbildung 5: Prinzipienskizze Lastfall Anprall Einzelkomponente

Beim Aufprall eines Einzelkomponenten auf eine Stahlbeton oder eine Stahlwand handelt es sich um einen sogenannten harten Stoss. Massgebendes Versagen ist i.d.R. lokales Durchstanzen. Über die Translationsenergie und die angenommene Verschiebung des Durchstanzkonus kann eine statische Ersatzkraft berechnet und damit das Phänomen des harten Stosses grob angenähert werden. Die Abschätzung der Anprallkraft eines Einzelkomponenten erfolgt dabei durch die Berechnung einer statischen Ersatzkraft.

Formel statische Ersatzkraft:

$Q_e = E_{trans} * C_K * C_P / I_W = (0.5 * m * v^2 * C_K * C_P) / I_W$

Dabei sind:

- E_{trans} = Translationsenergie der anprallenden Einzelkomponente [kN]
- m = Masse der anprallenden Einzelkomponente [t]
- v = Anprallgeschwindigkeit [m/s]
- C_K = Konstruktionsbeiwert
- C_P = plastische Deformation des Einzelkomponenten
- I_W = Verschiebung des Durchstanzkonus bei welcher der volle Bewehrungswiderstand erwartet wird (Annahme)

Die Emme führt im Hochwasserfall grosse Mengen an Schwemmholz und grosse Einzelkomponenten (ganze Bäume) mit. Für die Berechnung der statischen Ersatzkraft werden folgende Annahmen getroffen:

- Einzelkomponente = grosser, langer Baumstamm
- Es wird mit dem Anprall eines ganzen Baumstammes gerechnet.
- Angenommene Dimensionen Baumstamm: L_{Baum} = 12 m, D_{Baum} = 0.4 m, δ_{Baum} = 1200 kg/Festmeter (Rundholz, waldfrisch)
- Masse Baumstamm: m = π*(0.2m)2*12m*1200 kg/m^3 = 1810 kg = 1.81 t
- Anprallgeschwindigkeit entspricht der Fliessgeschwindigkeit gemäss 2D-Modell bei EHQ: v = 4.17 m/s
- C_K = 0.4, Wert aus der Literatur
- C_P = 0.85, Wert aus der Literatur
- I_W = 25 mm = 0.025 m, Wert aus der Literatur

Statische Ersatzkraft Anprall Einzelkomponente:

Q_e = (0.5 * 1.81 * (4.17) 2 * 0.4 * 0.85) / 0.025 = 214 kN/m'

Aufgrund des bestehenden Freibords, nicht nur im Szenario HQ_{100}, sondern auch bei den Szenarien EHQ(1) und EHQ(2) wird die Wahrscheinlichkeit, dass ein Baumstamm mit voller, gradliniger Wucht im Sinne einer Punktlast auf den Brückenoberbau auftrifft, als gering eingeschätzt. Ein allfälliger Aufprall dürfte eher schräg oder schleifend anschlagend erfolgen. Ob die hier berechnete Ersatzkraft für den Anprall eines Baumstamms für die Dimensionierung des Brückenoberbaus als massgebender Dimensionierungslastfall anzunehmen ist, liegt im Ermessen des Brückeningenieurs und der Bauherrschaft.

Solothurn, 26. September 2025

KISSLING + ZBINDEN AG
INGENIEURE PLANER

Markus Knellwolf