



Numerische Untersuchung der hydraulischen Auswirkungen von Brückenbauweisen während des Hochwasserereignisses 2021 an der Ahr

Cläre Löffler, M.Sc. RWTH

Betreuerin: Lisa Burghardt, M.Sc. RWTH

Lehrstuhl und Institut für
Wasserbau und Wasserwirtschaft

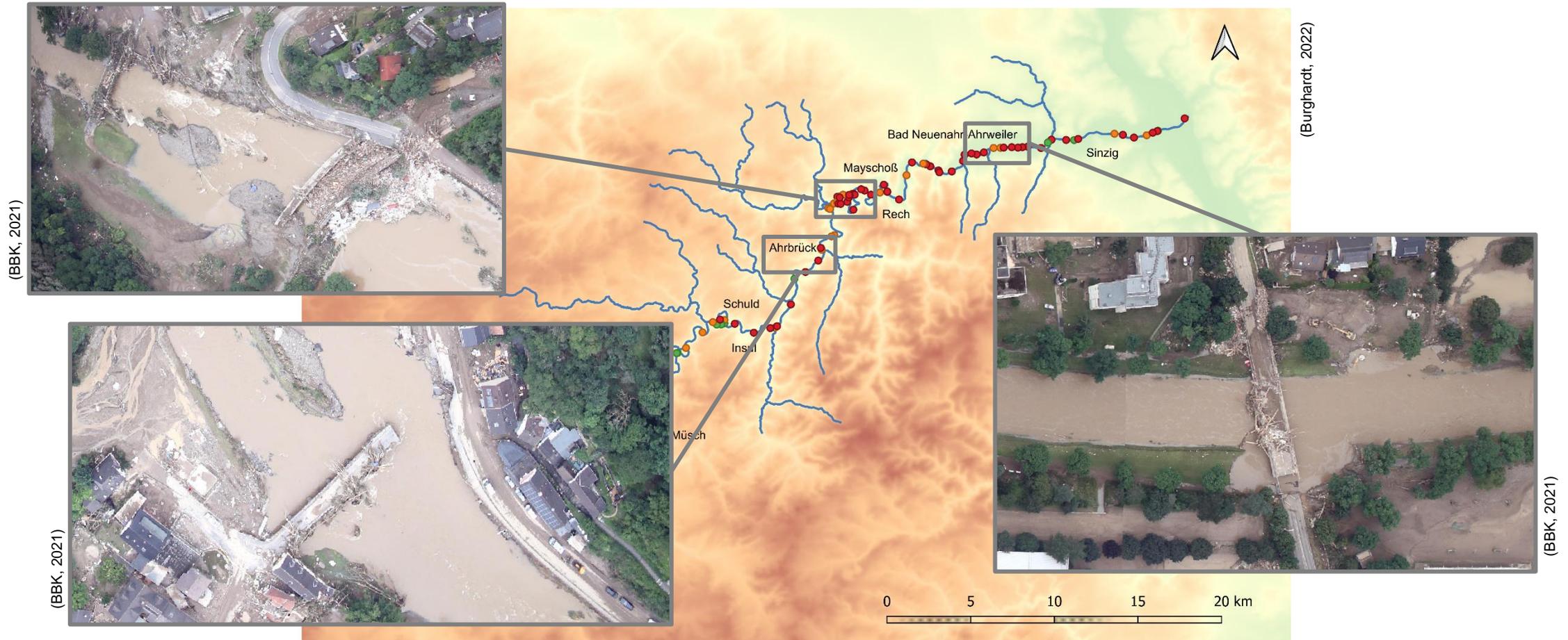


- **Einleitung und Motivation**
- **Methodik**
- **Ergebnisse**
- **Diskussion**
- **Fazit und Ausblick**



(General-Anzeiger, 2022)

Brückenschäden im Ahrtal durch das Hochwasserereignis 2021

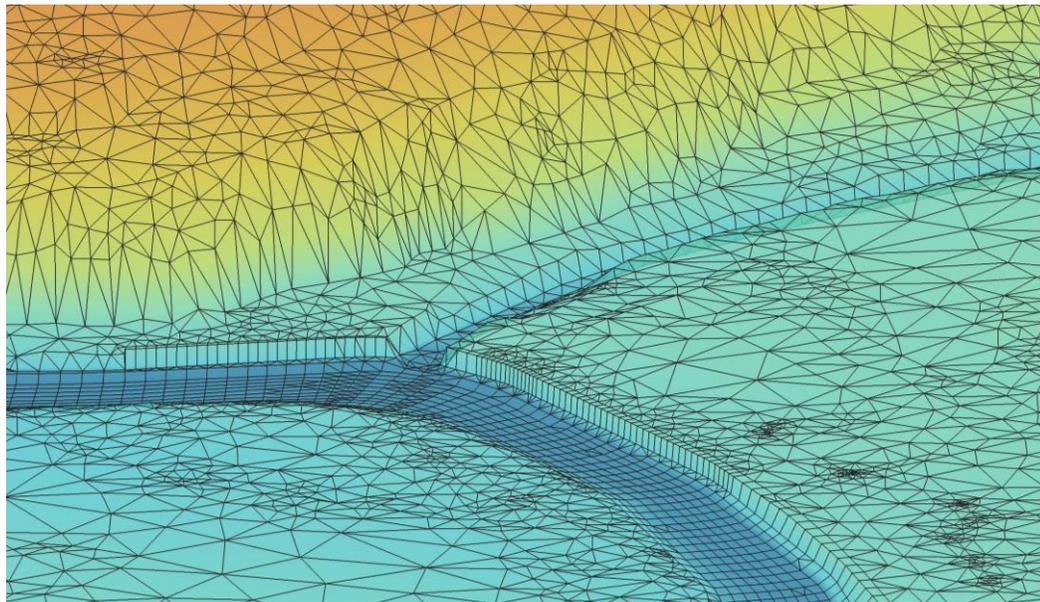


➔ **Welchen Einfluss haben die Brücken auf das Hochwassergeschehen?**

Zielsetzung Masterarbeit:

Analyse der Wirkungsweise unterschiedlicher Brückenbauweisen auf sehr starke Hochwasserereignisse wie das Hochwasserereignis 2021

- Mit Hilfe von numerischen Simulationen (HydroAS)



- Am Beispiel der Ahrbrücke in Ahrbrück

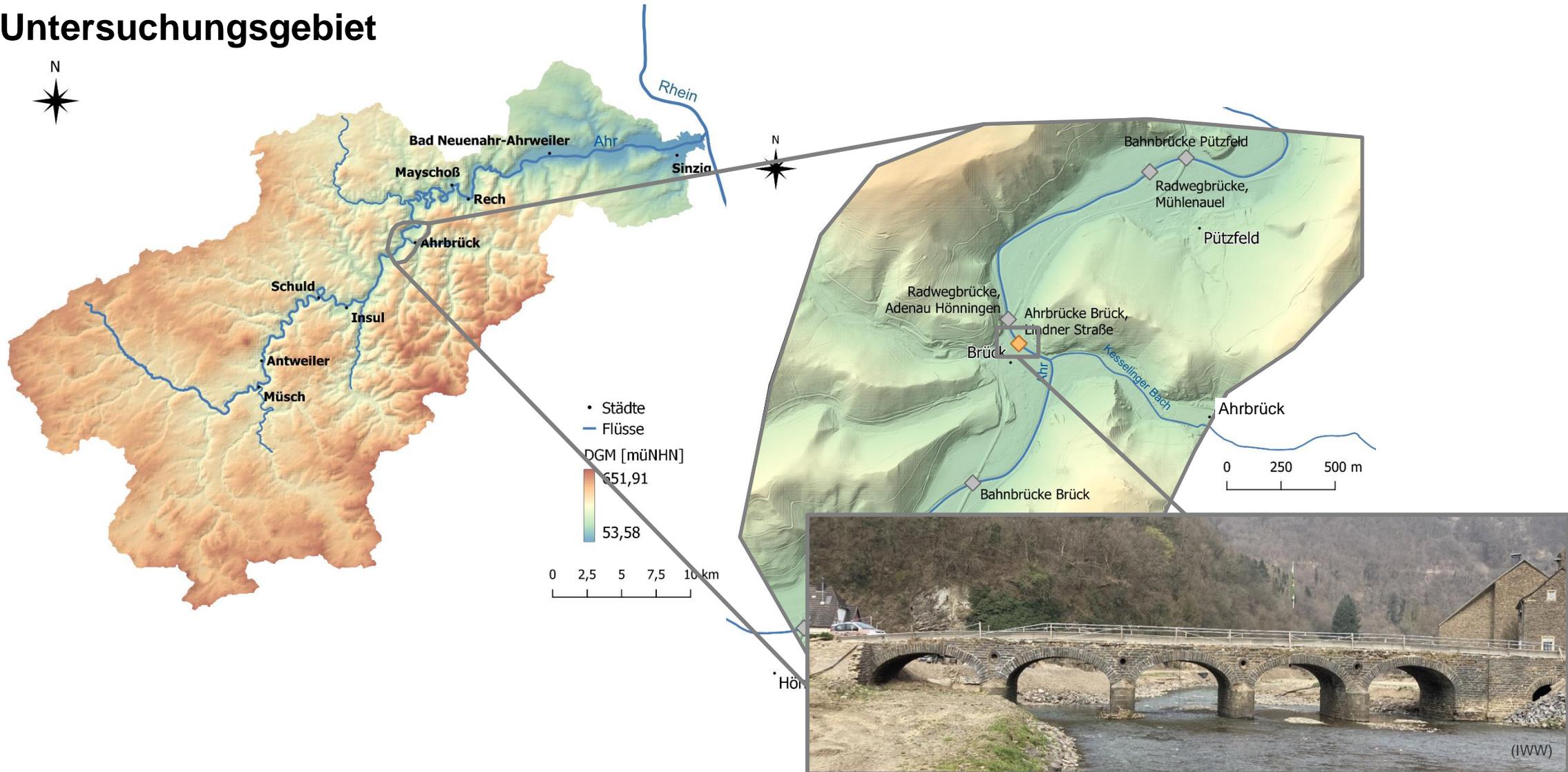


(Heinz Grates, 2018)

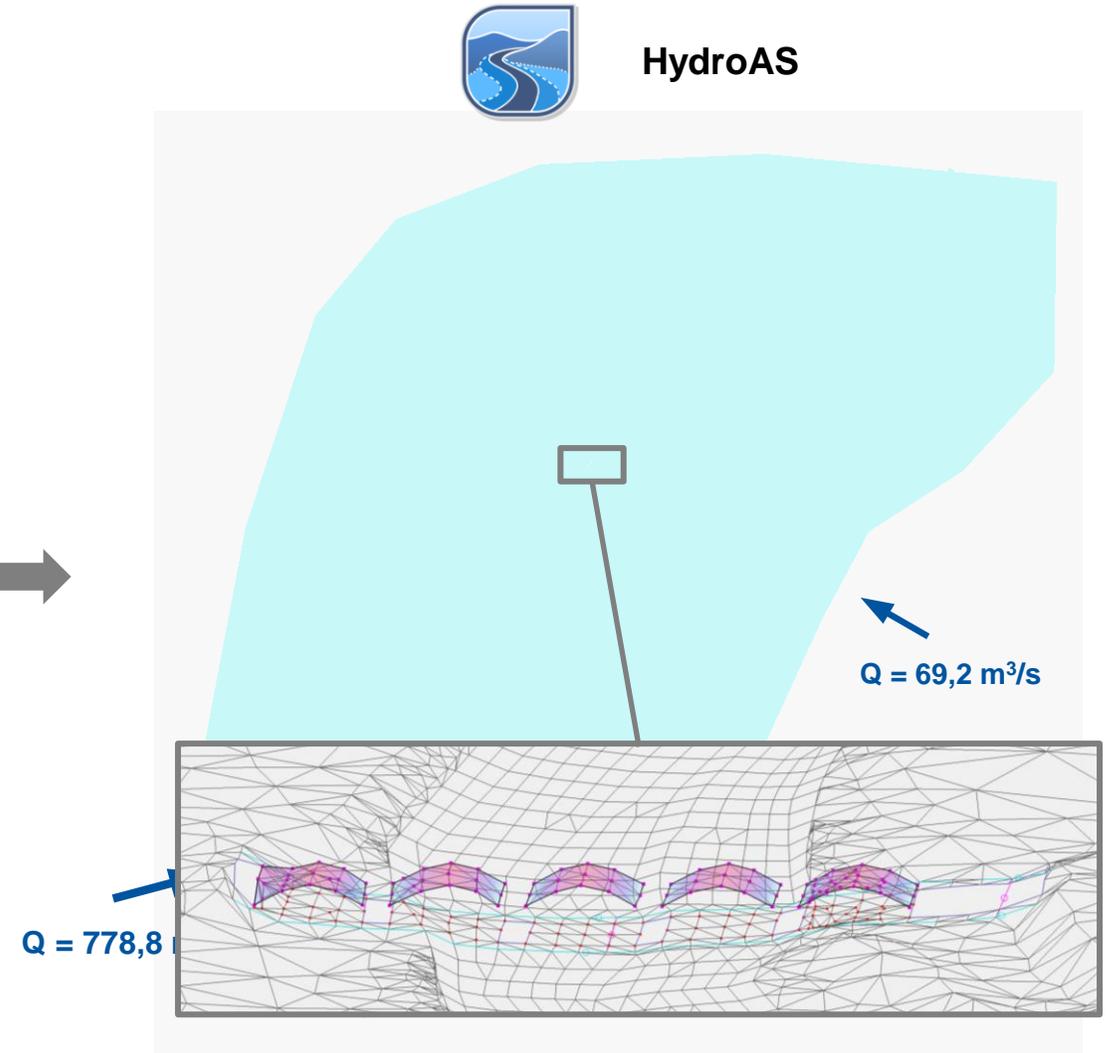
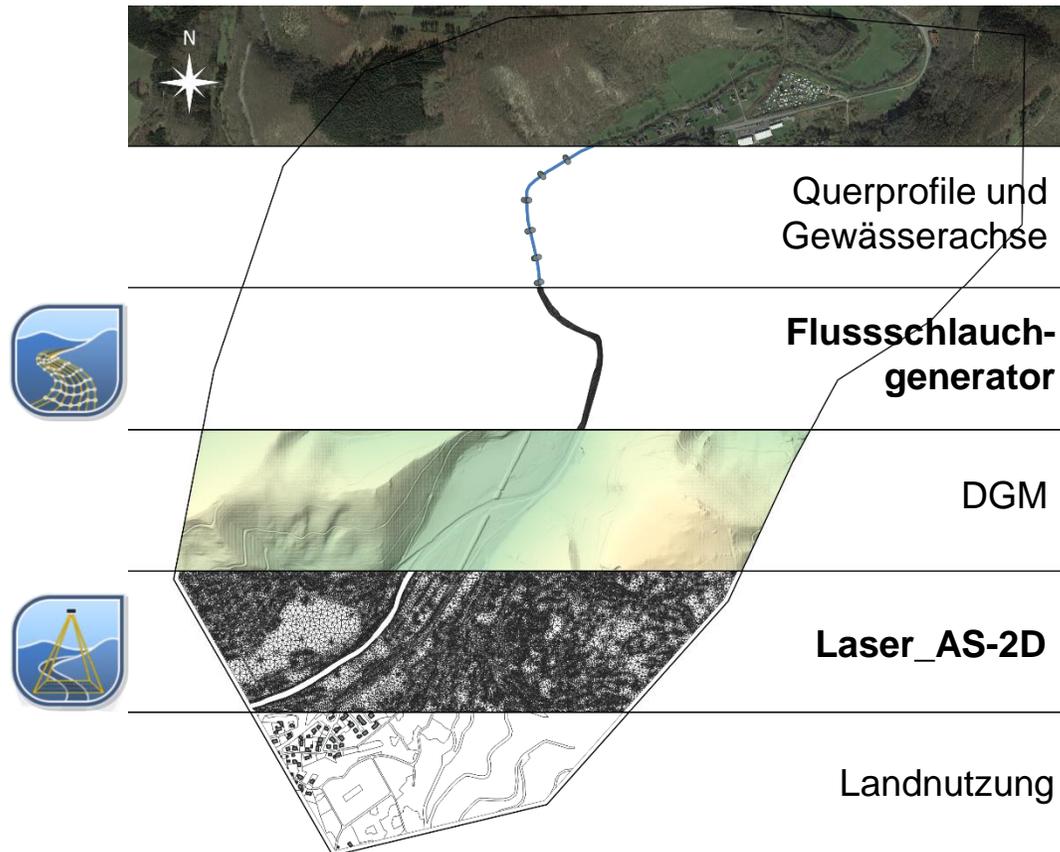


(IWW)

Untersuchungsgebiet

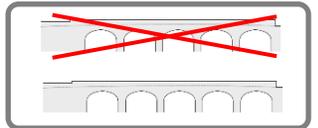


Erstellung des Berechnungsnetzes für HydroAS

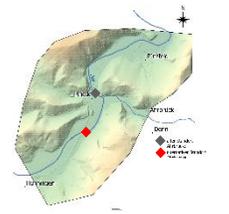
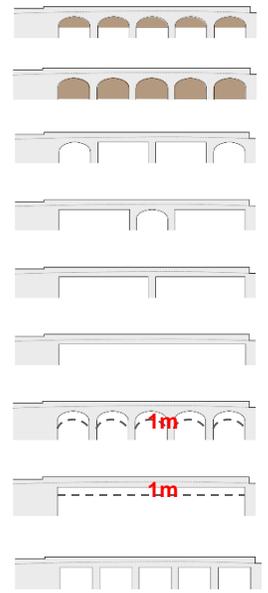
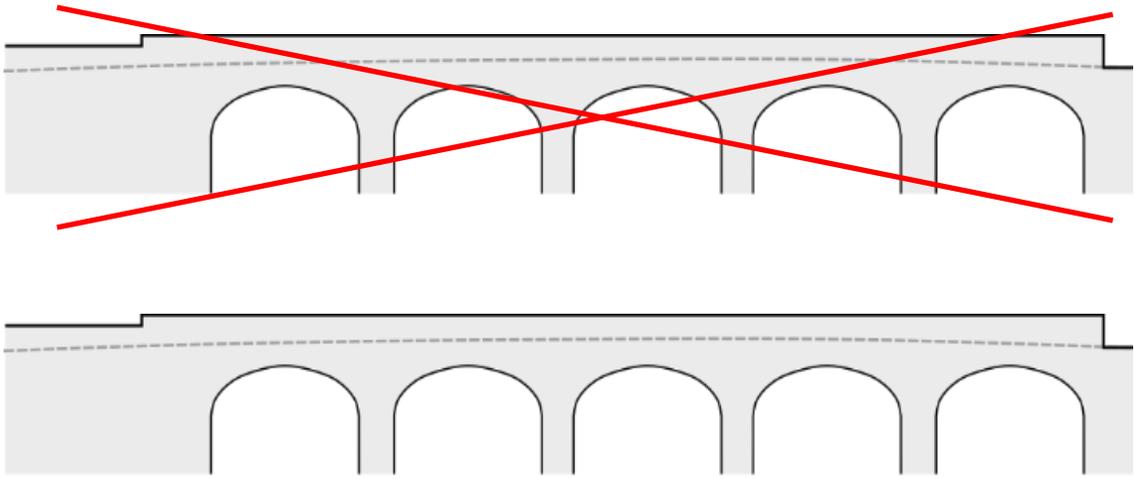


Simulierte Szenarien

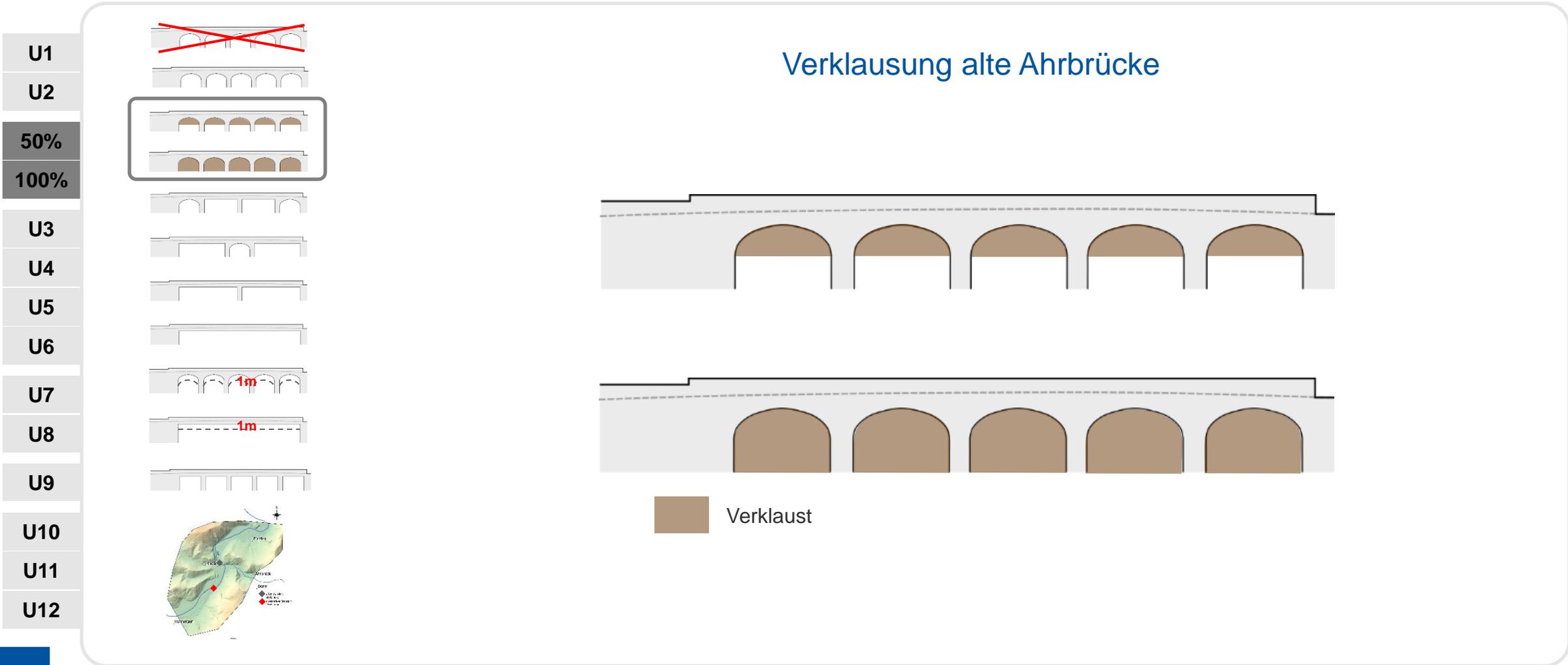
- U1
- U2
- 50%
- 100%
- U3
- U4
- U5
- U6
- U7
- U8
- U9
- U10
- U11
- U12



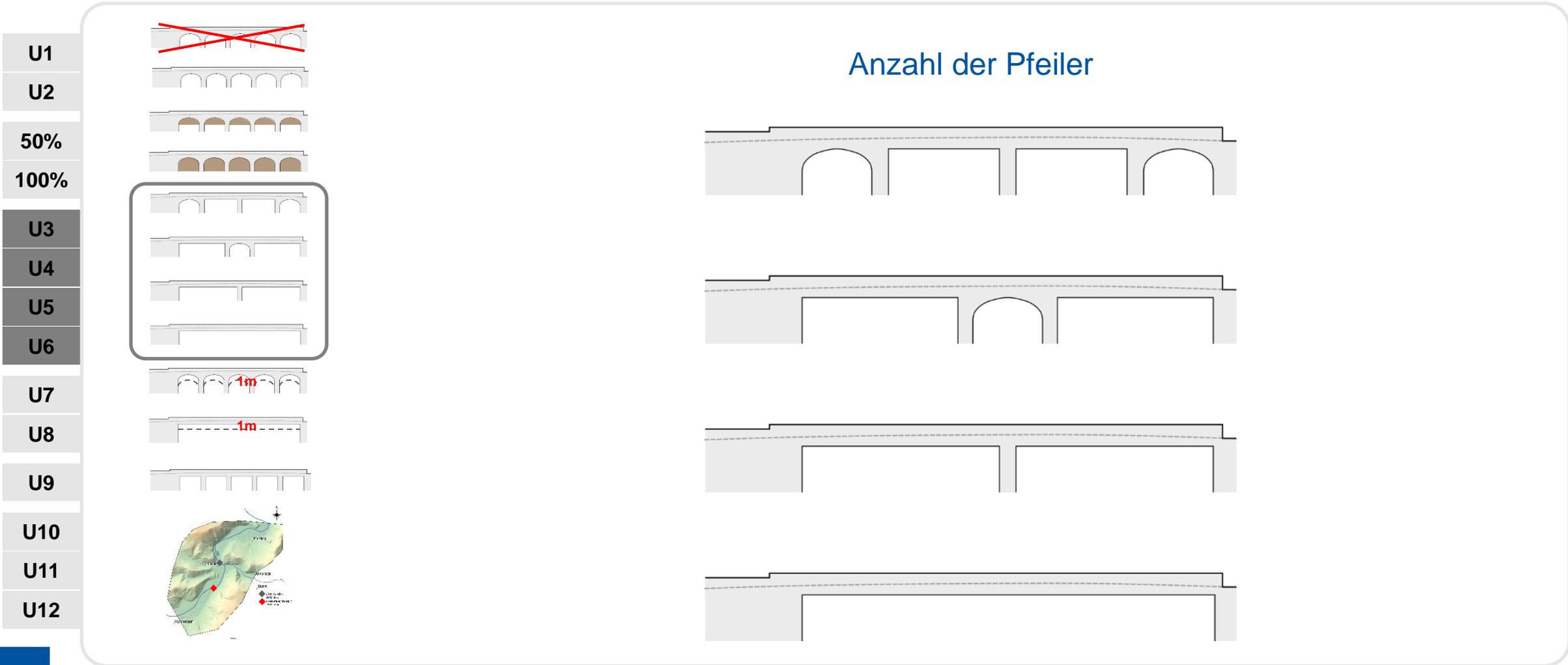
Keine Brücke / alte Ahrbrücke



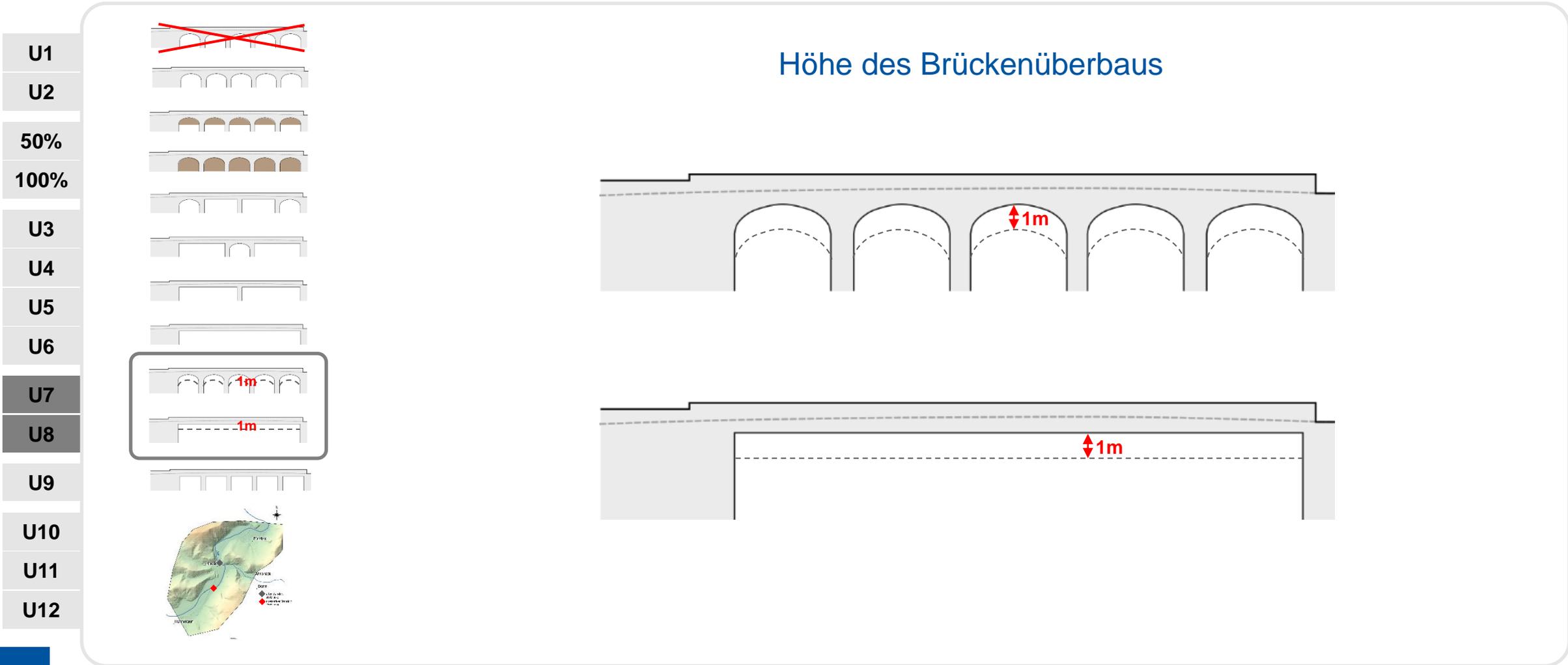
Simulierte Szenarien



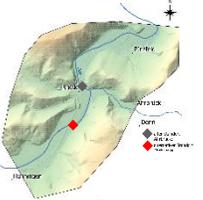
Simulierte Szenarien



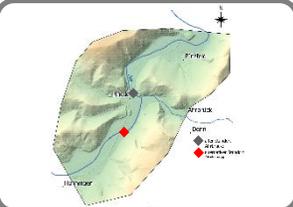
Simulierte Szenarien



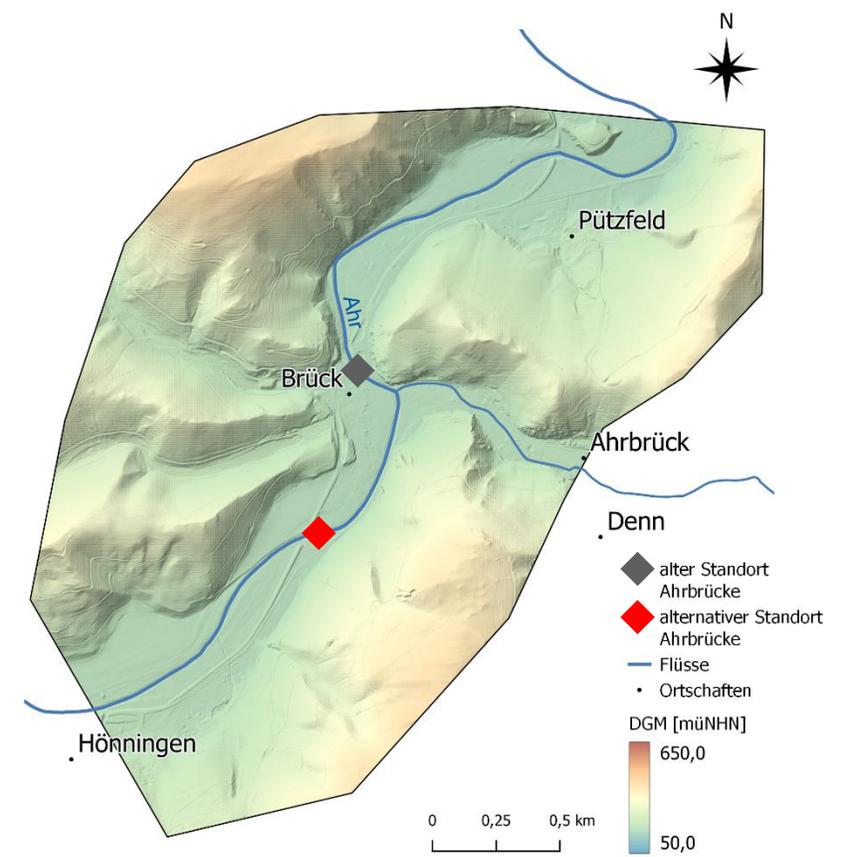
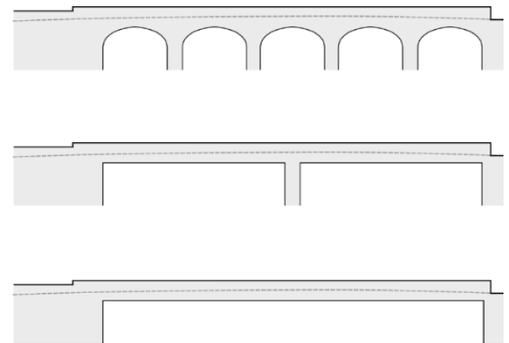
Simulierte Szenarien

U1		<p>Tragsystem</p> 
U2		
50%		
100%		
U3		
U4		
U5		
U6		
U7		
U8		
U9		
U10		
U11		
U12		

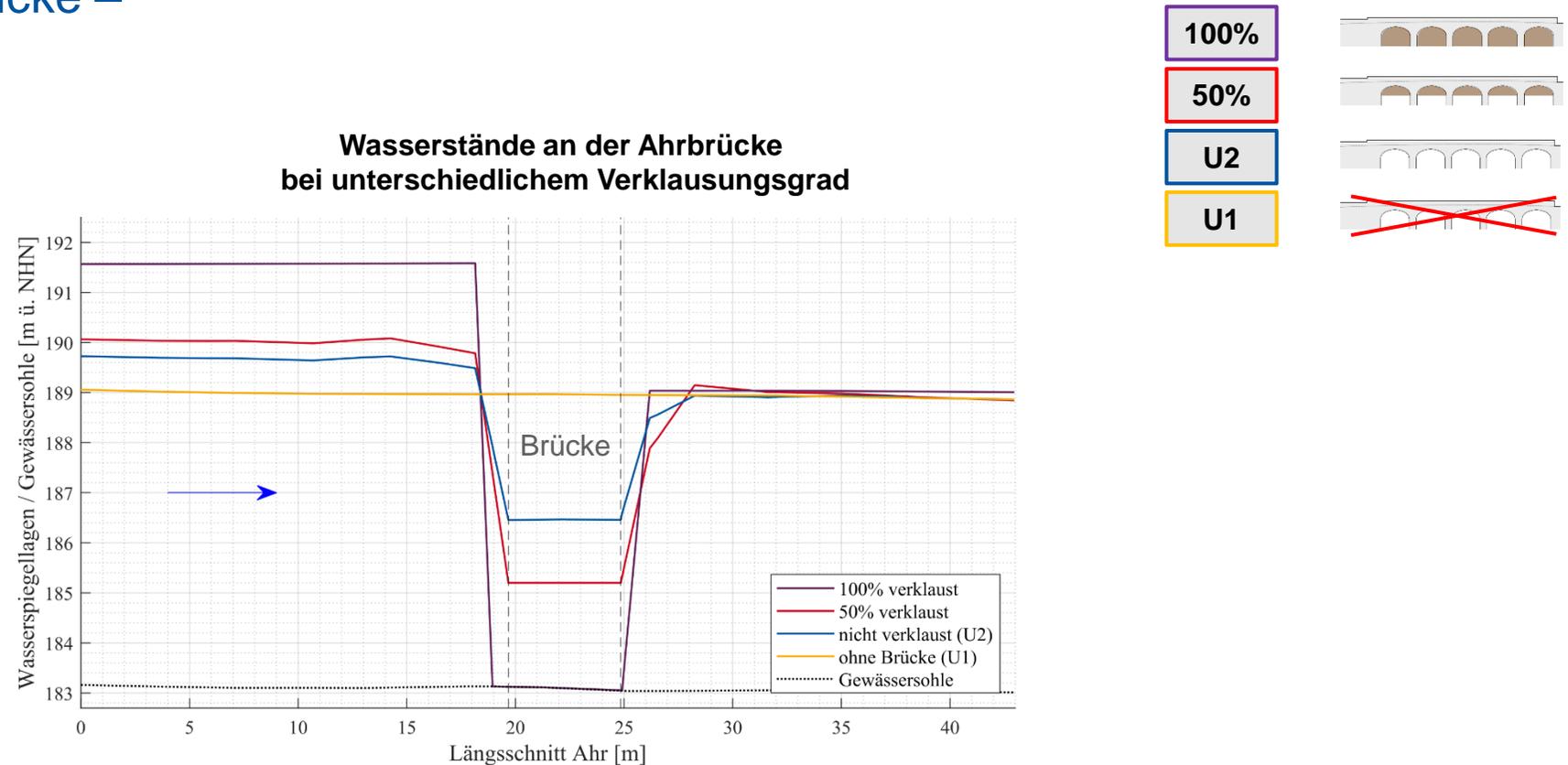
Simulierte Szenarien

- U1 
- U2 
- 50% 
- 100% 
- U3 
- U4 
- U5 
- U6 
- U7 
- U8 
- U9 
- U10 
- U11
- U12

Alternativer Standort / Anzahl der Pfeiler

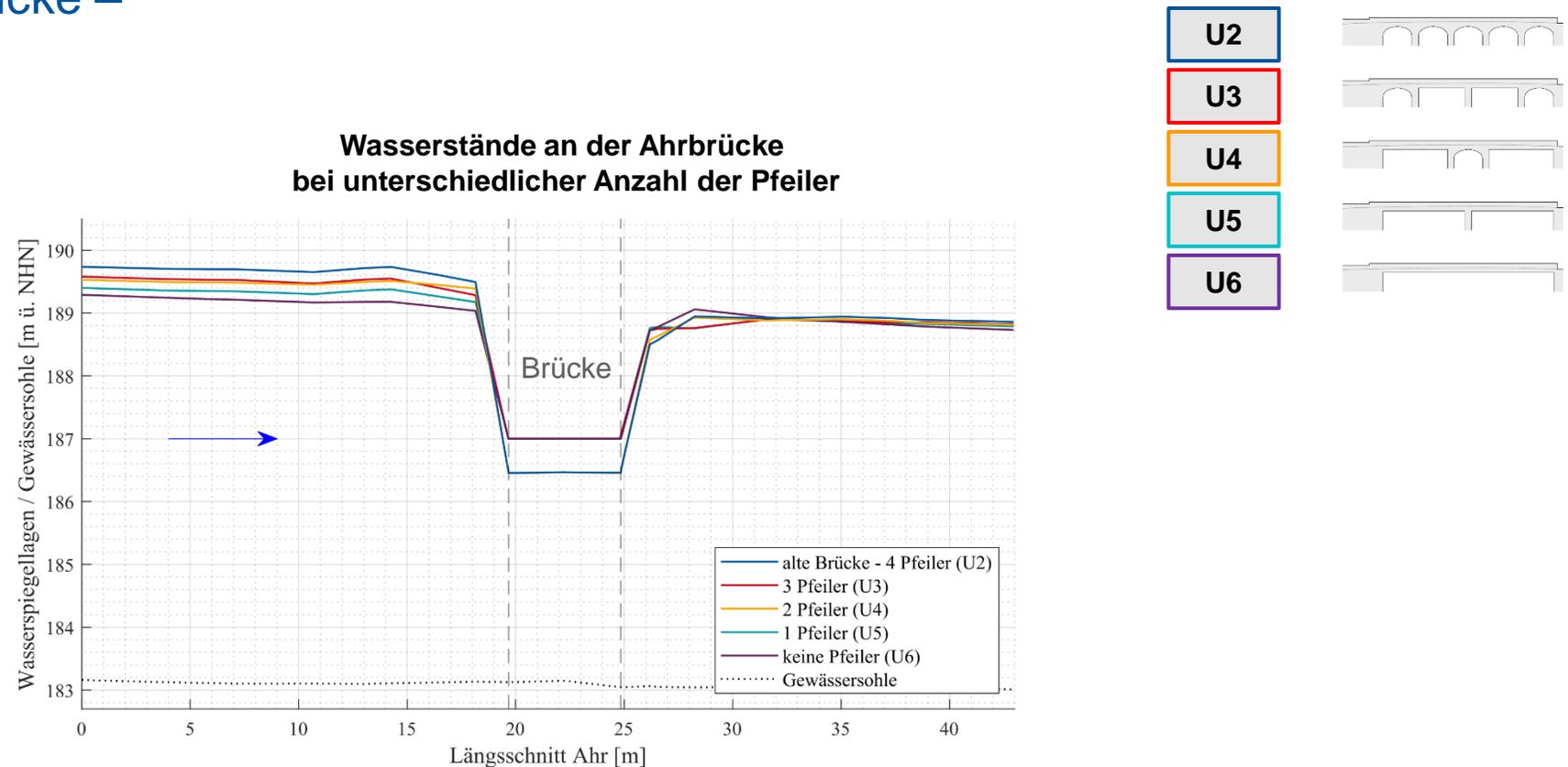


2D Modellierung Ahrbrücke – Verklauung



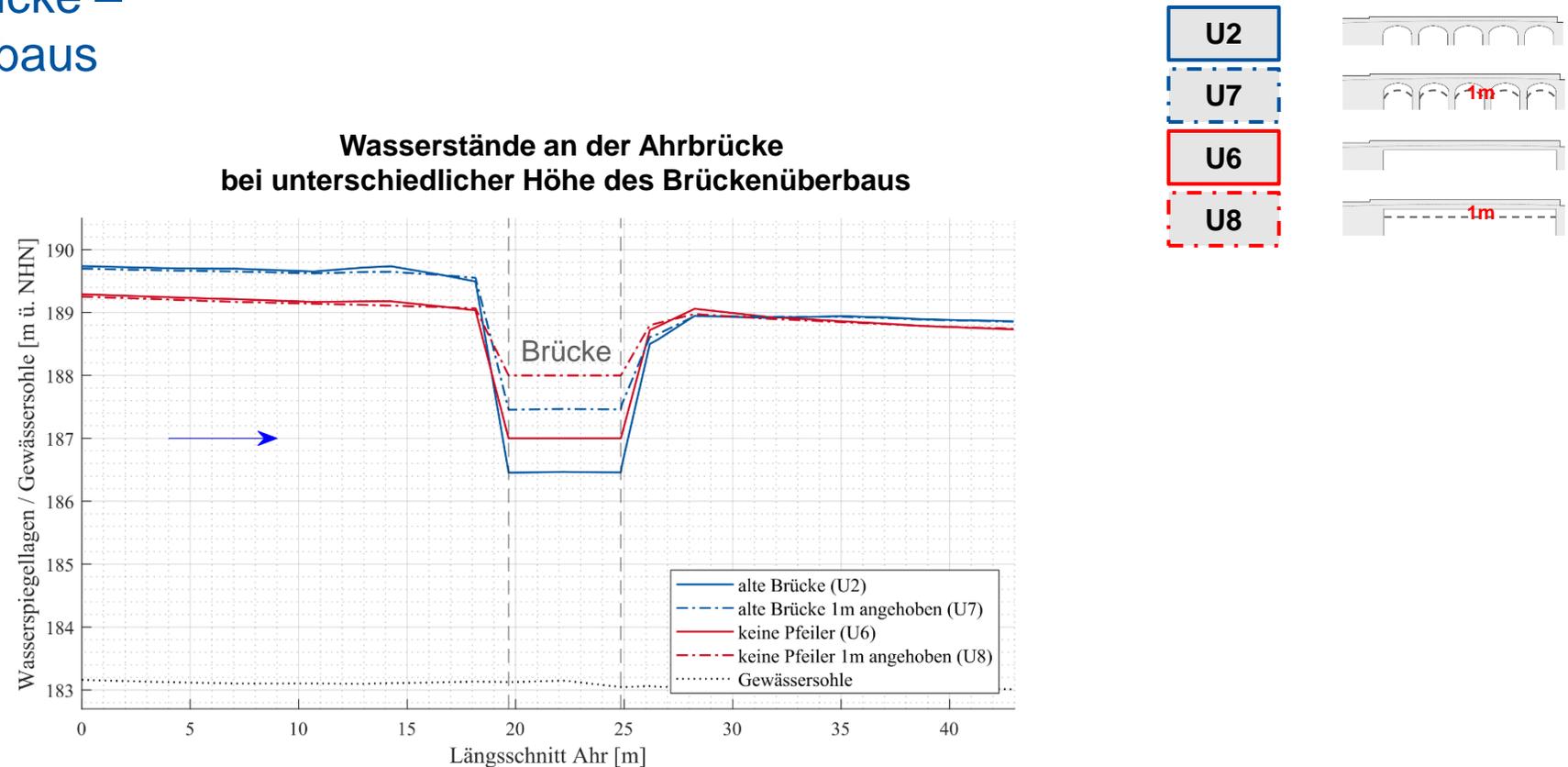
- Bei 100% verklauter Brücke bis zu 2 m erhöhter Aufstau nach oberstrom verglichen mit nicht verklauter Brücke
- Bei 50% verklauter Brücke bis zu 35 cm erhöhter Aufstau
- Bis zu 80 cm Aufstau durch unverklauter Brücke
- Bei geringerem Aufstau höhere Fließgeschwindigkeiten oberstrom

2D Modellierung Ahrbrücke – Anzahl der Pfeiler



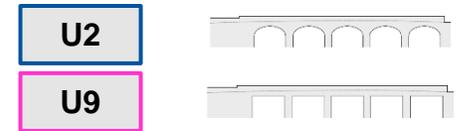
- Je Pfeiler weniger bis zu 20 cm geringerer Aufstau nach oberstrom
- Bei Brücke ohne Pfeiler insgesamt bis zu 55 cm reduzierter Aufstau
- Bei geringerem Aufstau höhere Fließgeschwindigkeiten oberstrom

2D Modellierung Ahrbrücke – Höhe des Brückenüberbaus

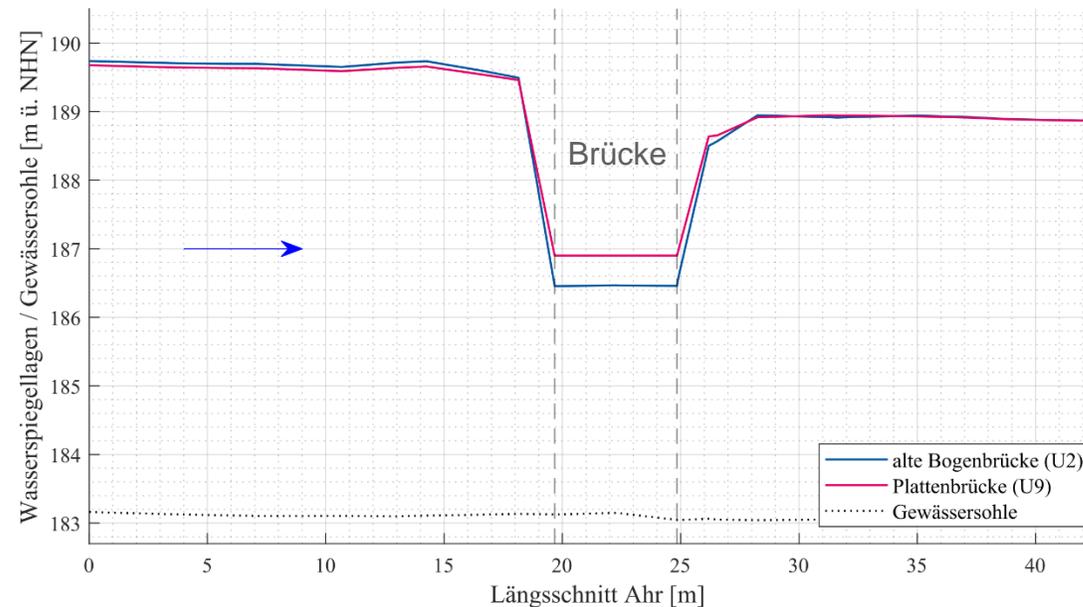


- Bei 1 m angehobenem Überbau leicht geringerer Aufstau nach oberstrom bis zu 4 cm
- Geringe Änderungen in der Geschwindigkeitsverteilung

2D Modellierung Ahrbrücke – Tragsystem

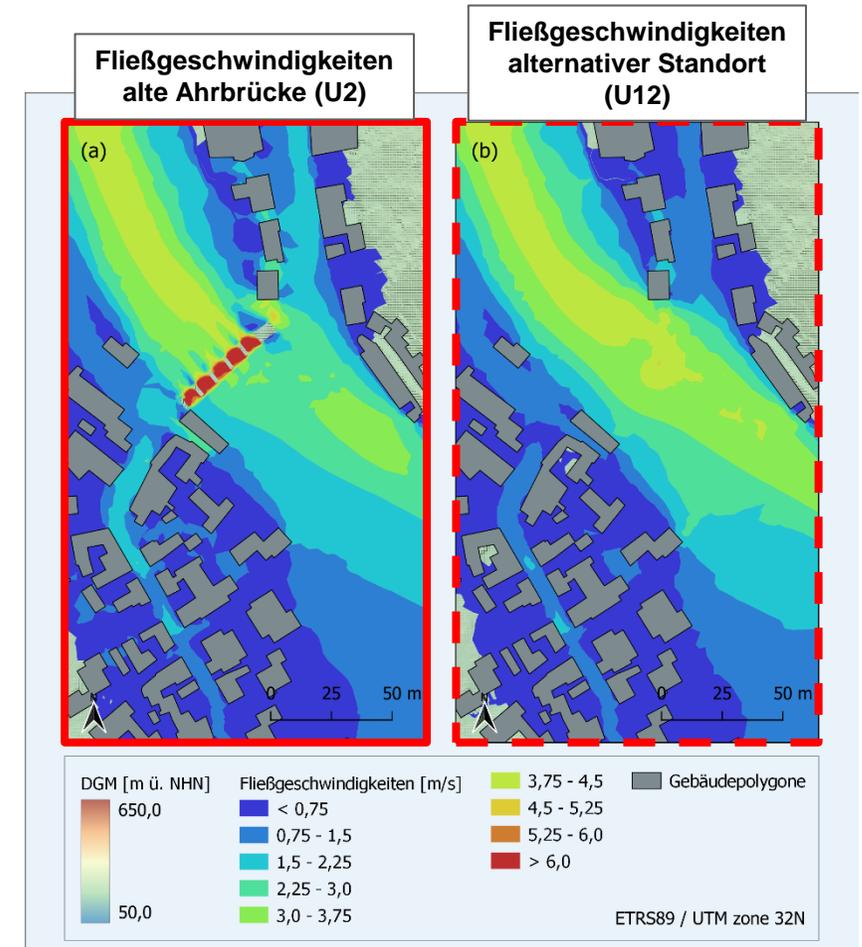
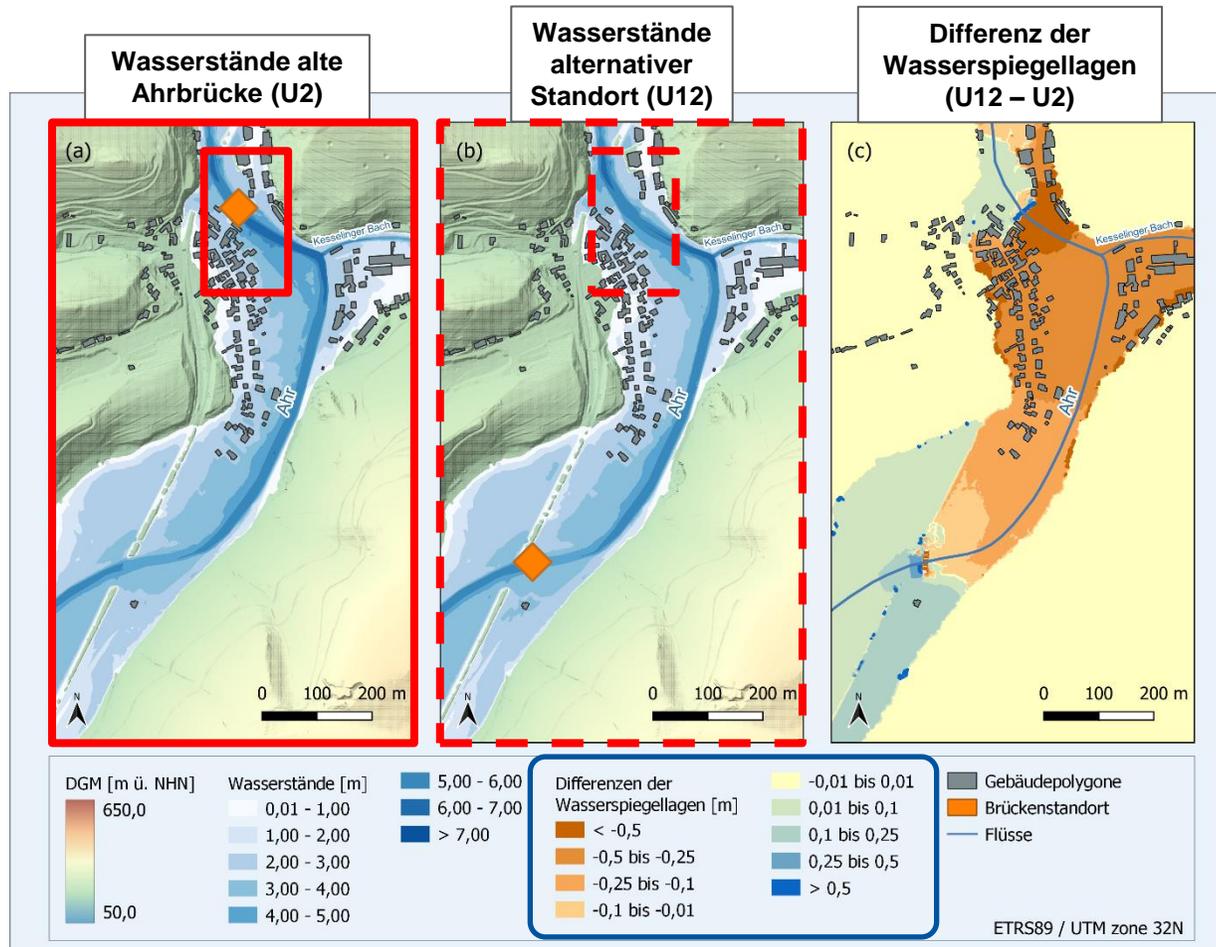


Wasserstände an der Ahrbrücke
bei unterschiedlichem Tragsystem

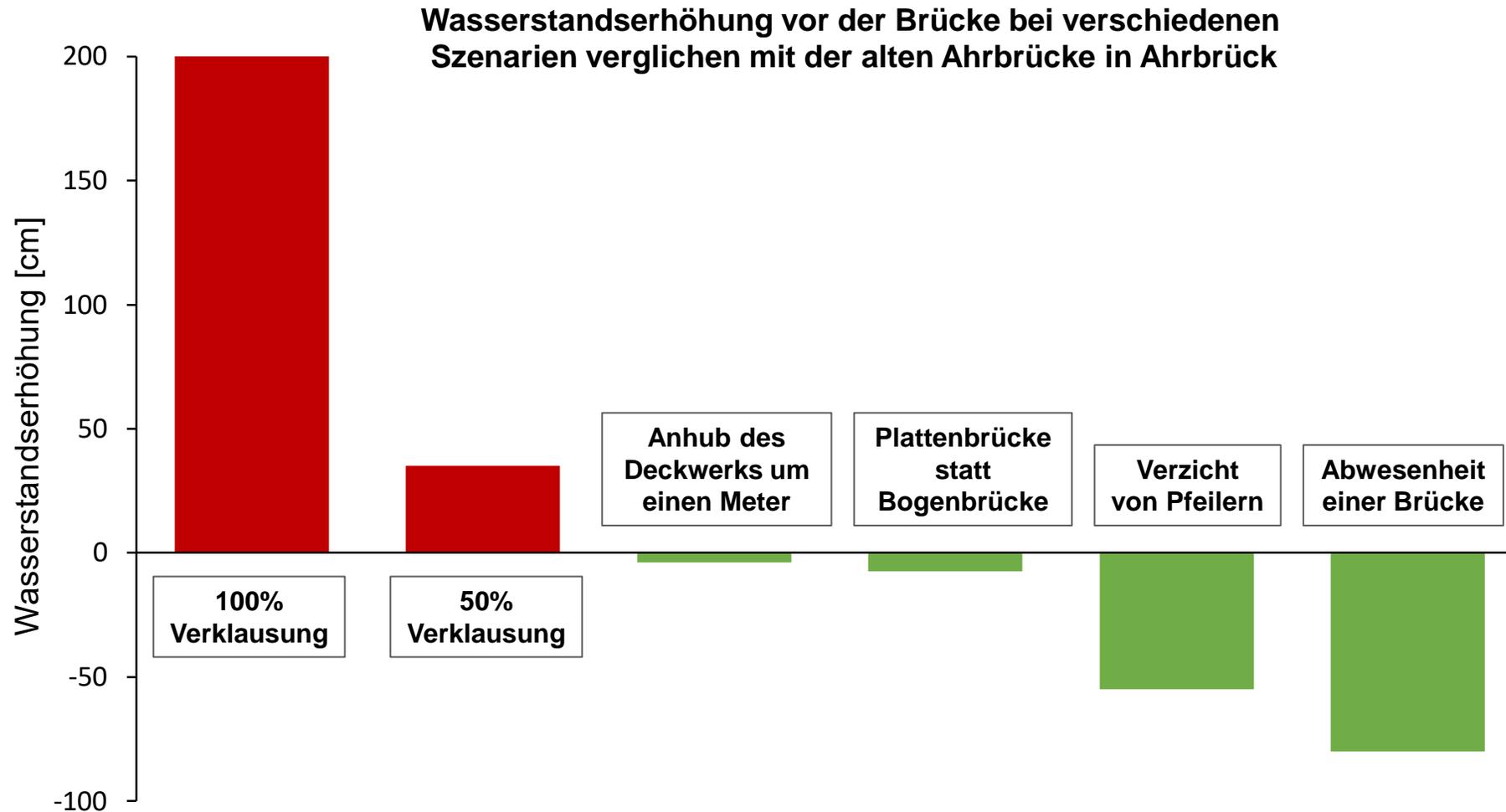


- Bei Platten- anstatt Bogenbrücke bis zu 7,5 cm geringerer Aufstau nach oberstrom
- Geringe Änderungen in der Geschwindigkeitsverteilung

2D Modellierung Ahrbrücke – alternativer Standort

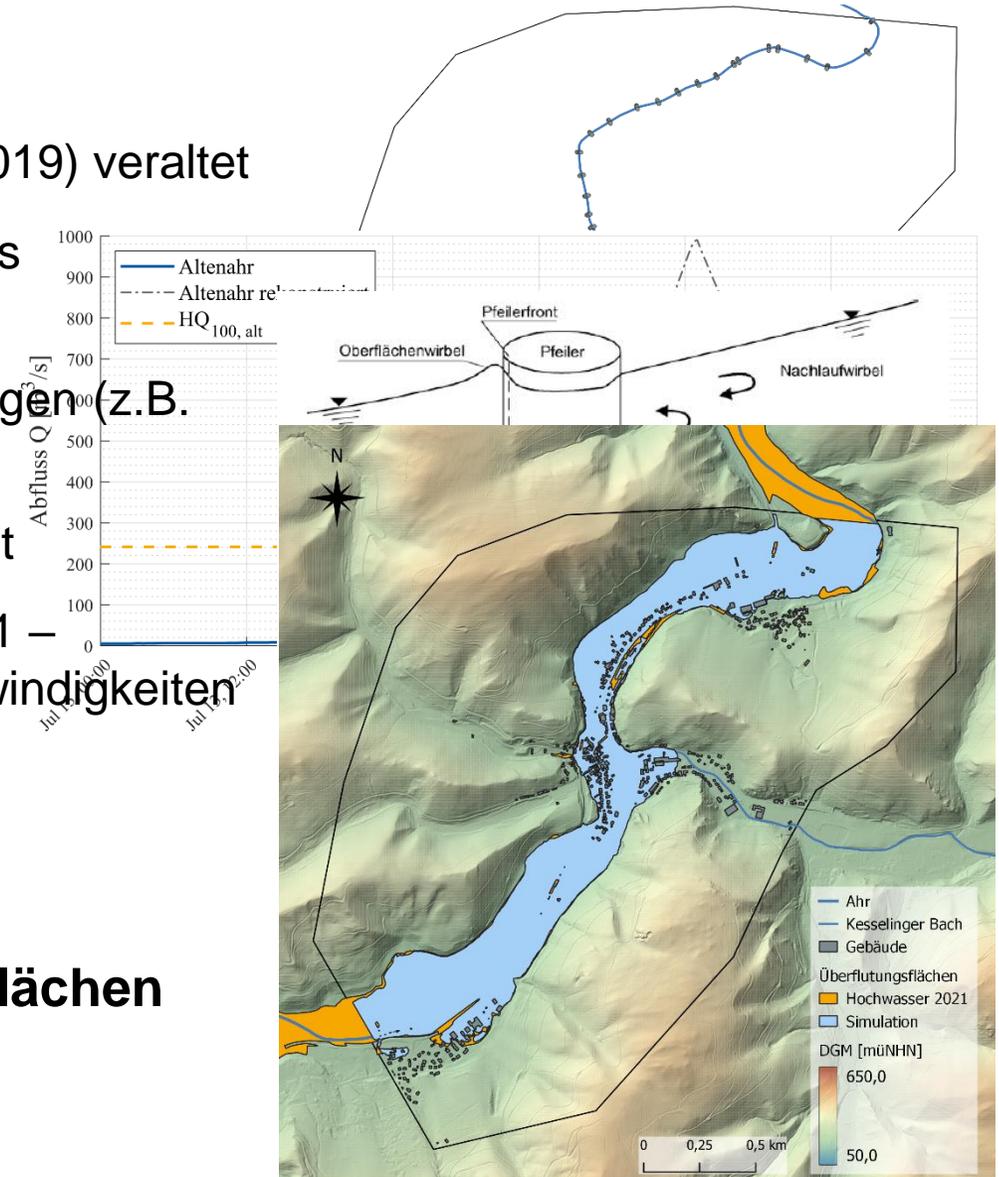


2D Modellierung Ahrbrücke – Zusammenfassung



Modellierung

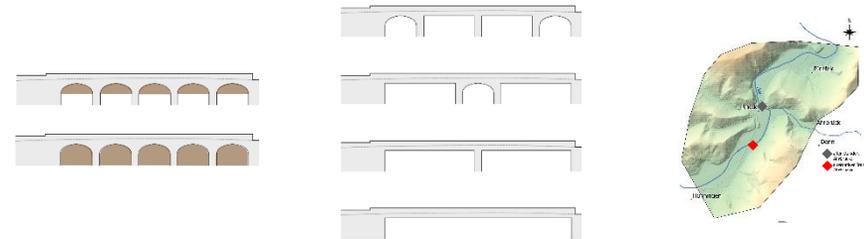
- Datengrundlage der Querprofile (2007) und des DGMs (2019) veraltet
- Zufluss des Modells aus rekonstruierten Abflusswerten des Hochwassers 2021
- 3D-Effekte (z.B. Verwirbelungen) und Geschiebebewegungen (z.B. Erosionen) nicht berücksichtigt
- Pfeiler im Modell vereinfacht rechteckig anstatt abgerundet
- Kalibrierung an Überflutungsfläche des Hochwassers 2021 – keine genauen Daten zu Wasserständen und Fließgeschwindigkeiten vorhanden



➔ **92% Übereinstimmung der Überflutungsflächen**

Simulierte Szenarien

- Maßgebende Faktoren für einen Aufstau nach oberstrom:
 - Verkläusung
 - Anzahl der Pfeiler
 - Standort (umliegende Retentionsflächen und Bebauung)
- Höhere Fließgeschwindigkeiten oberstrom bei geringerem Aufstau
- Am alternativen Standort Retentionsflächen vorhanden, jedoch erhöhte Fließgeschwindigkeiten innerorts



Maßnahmen gegen Verkläusung, Erosionen und Kolke

Fazit

- Brücken haben einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf das Hochwassergeschehen
- Verklausung, Pfeileranzahl und Standort (umliegende Retentionsflächen und Bebauung) konnten als maßgebende Faktoren für den Aufstau nach oberstrom identifiziert werden
- Tragsystem und Deckwerkhöhe geringerer Einfluss
- Gegebenenfalls höhere Fließgeschwindigkeiten im Fließquerschnitt bei verändertem Querschnitt beziehungsweise Standort der Brücke

Ausblick

- Nur wasserbauliche Sicht beleuchtet - andere Themengebiete wie beispielsweise Statik der Brücken einbeziehen
- Vergleich der numerischen Ergebnisse mit Daten aus experimentellen Versuchen
- Modellierung Brückenabriss zur Untersuchung der Wellenausbreitung
- Übertragung der Erkenntnisse auf andere Brückenstandorte

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

- SWR, 2023 <https://www.swr.de/swraktuell/rheinland-pfalz/koblenz/ahrbrueck-nach-dem-hochwasser-100.html> (Zugriff: 13.07.2023)
- General-Anzeiger, 2022 https://ga.de/region/ahr-und-rhein/bad-neuenahr-ahrweiler/flutkatastrophe-u-ausschuss-ahr-hochwasser-ausmass-war-laut-meteorologe-am-nachmittag-klar_aid-65309803 (Zugriff: 14.07.2023)
- Burghardt, 2022 Burghardt, L. & Schüttrumpf, H. & Wolf, S. & Klopries, E.-M. (2022): Analyse der Schäden an Brückenbauwerken in Folge des Hochwassers 2021 an der Ahr. Wasser und Abfall. 24. 12-17. 10.1007/s35152-022-1346-x.
- BBK, 2021 <https://arcgis.bbk.itzbund.de/arcgis/apps/webappviewer/index.html?id=30835aae740e46a59df390eb6192c3bb¢er=6.672,50.903> (Zugriff: 13.07.2023)
- Heinz Grates, 2018 <https://www.aw-wiki.de/w/index.php?curid=49434> (Zugriff: 13.07.2023)
- Google Maps, 2020 <https://www.google.de/maps/@50.4844629,6.9723306,4694m/data=!3m1!1e3?entry=ttu> (Zugriff: 13.07.2023)
- Patt & Pohl, 2020 Patt, H., & Pohl, R. (2020). Hydraulische und wasserbauliche Grundlagen. *Hochwasser-Handbuch: Auswirkungen und Schutz*, 103-228.