

# Experimentelle Untersuchung des Treibgutverhaltens und hochwasserangepasster Brückenbauweisen im Hochwasserfall



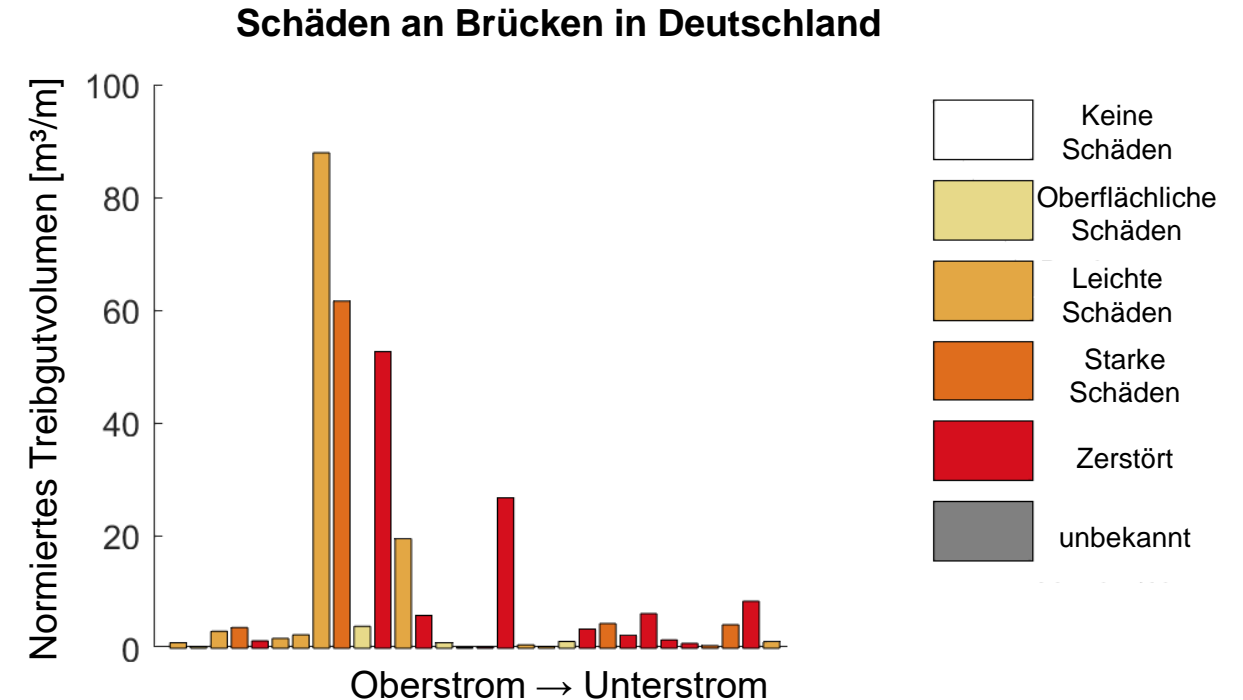
Daan W. Poppema, 2022

Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und  
Wasserwirtschaft, RWTH Aachen University

Lisa Burghardt, M.Sc. RWTH

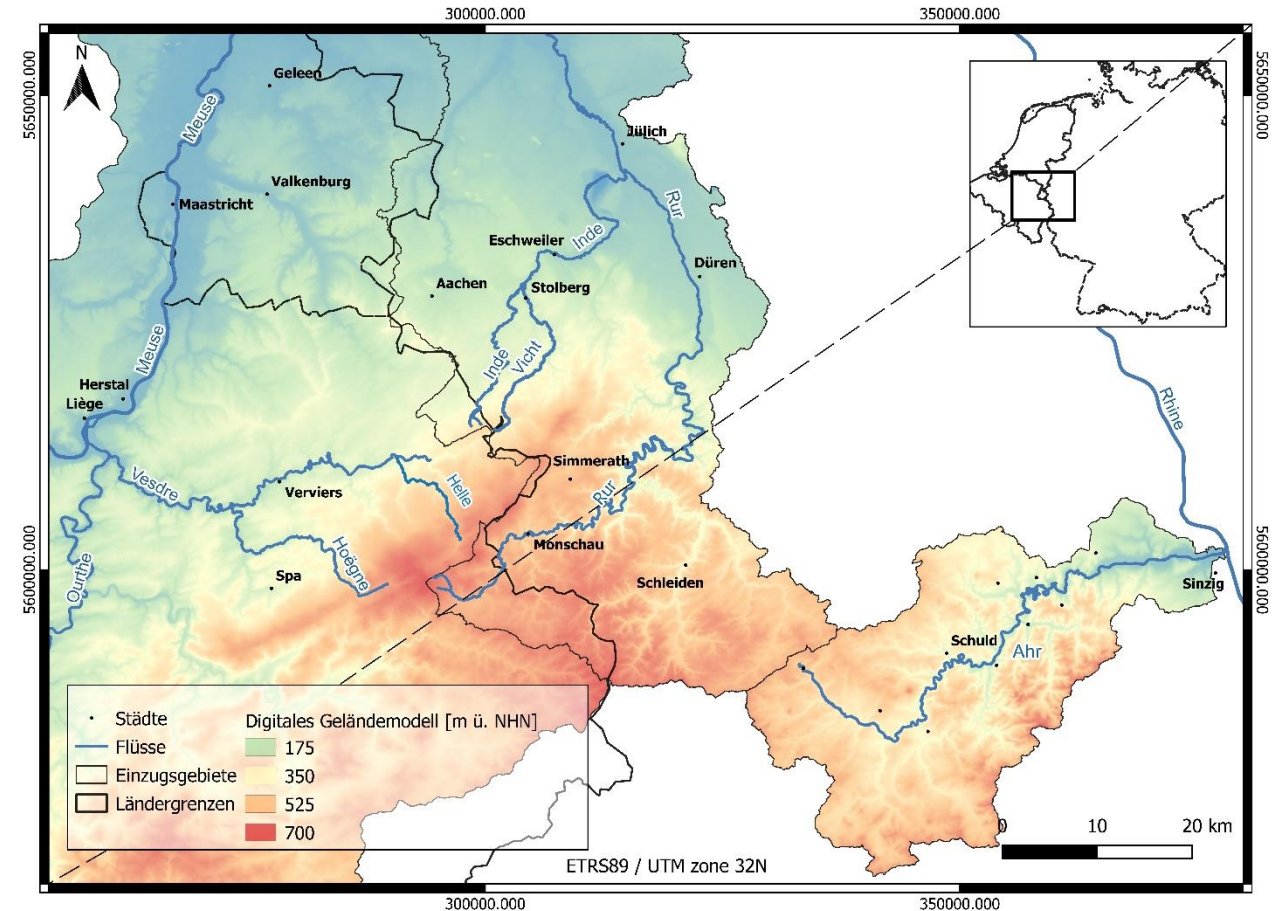
11.01.2024

- Hochwasser 2021: Verklausung von Brücken führte zu einem Anstieg des Wasserspiegels von 2-3 Metern
- Ausbreitung der Überflutungsflächen und Erhöhung des Schadensausmaßes
- Einfluss auf die Stabilität von Brückenbauwerken
- Einschränkung der Straßen- und Schieneninfrastruktur  
⇒ Behinderung des Katastrophenschutzes

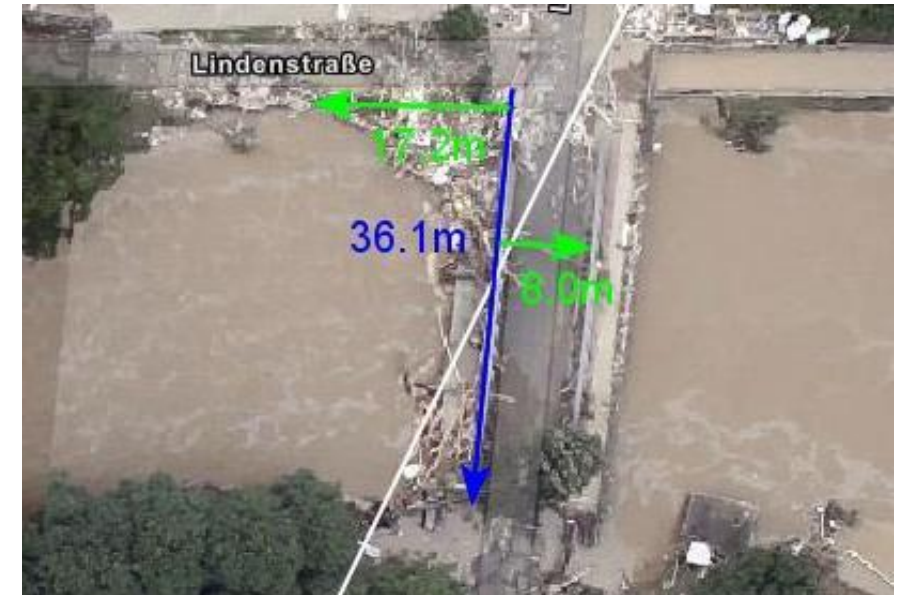




- 387 Brücken wurden mit Hinblick auf Flussmerkmale, Brückengeometrie und Treibgutzusammensetzung analysiert
- 71 Brücken mit detaillierten Daten
  - 33 Brücken in Deutschland
  - 38 Brücken in Belgien
- Höchstes Treibgutvolumen in Deutschland
- 45% der Brücken wurden stark beschädigt oder zerstört

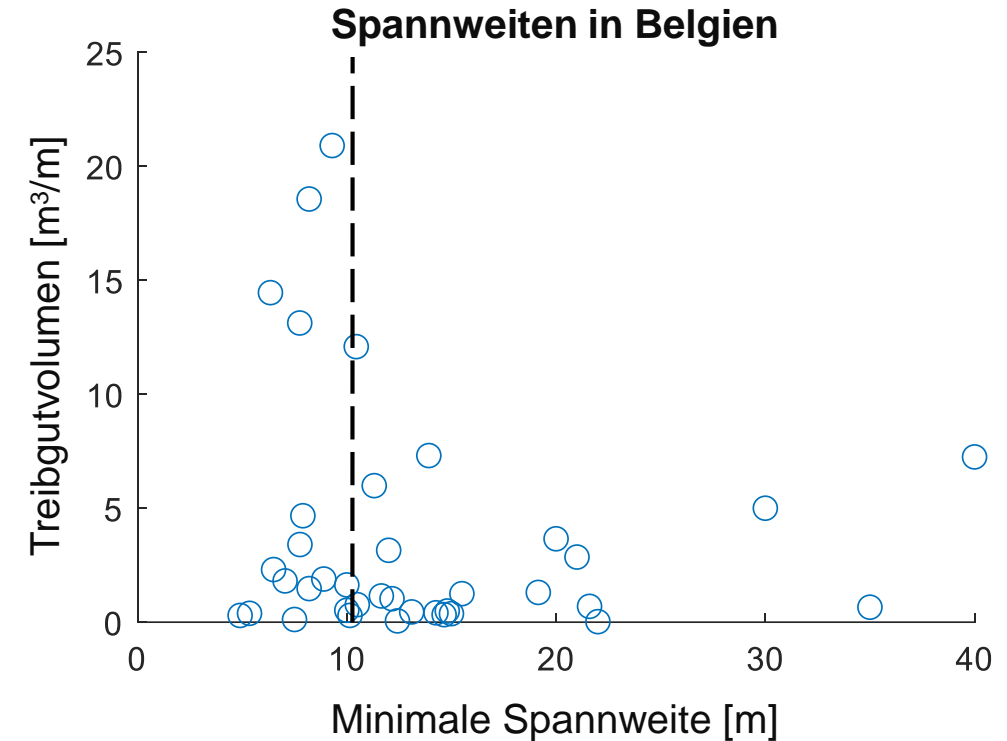


- 387 Brücken wurden mit Hinblick auf Flussmerkmale, Brückengeometrie und Treibgutzusammensetzung analysiert
- 71 Brücken mit detaillierten Daten
  - 33 Brücken in Deutschland
  - 38 Brücken in Belgien
- Höchstes Treibgutvolumen in Deutschland
- 45% der Brücken wurden stark beschädigt oder zerstört



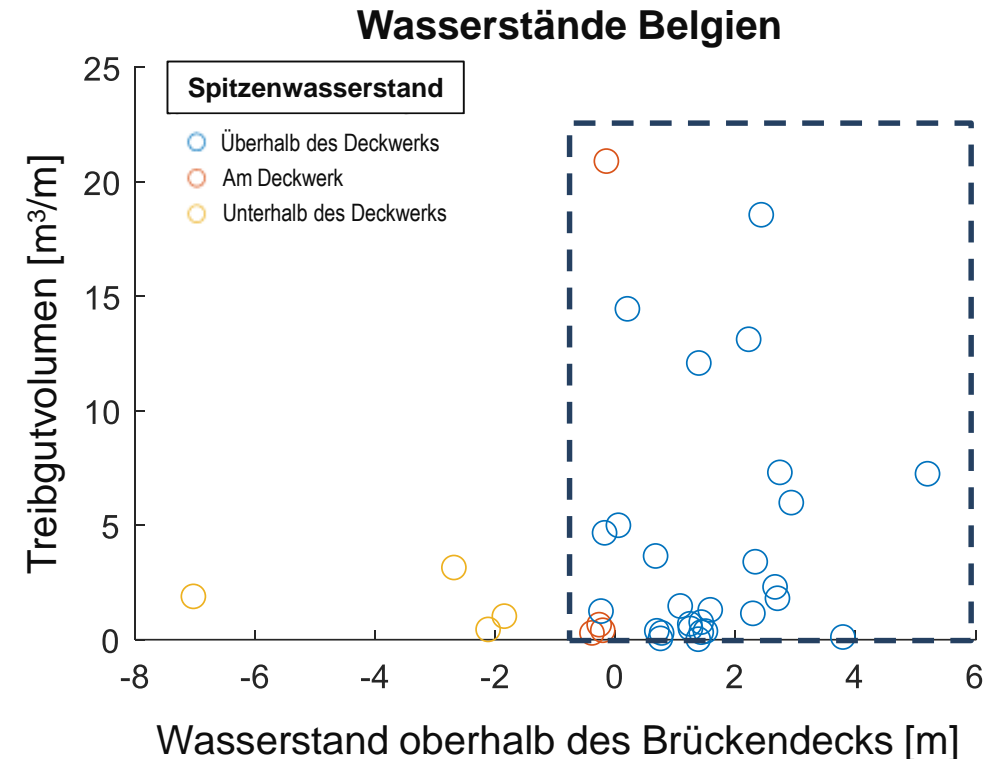
## Brückengeometrie

- Entscheidende Rolle der Pfeiler  
geringer Pfeilerabstand → mehr  
Treibgutvolumen



## Brückengeometrie

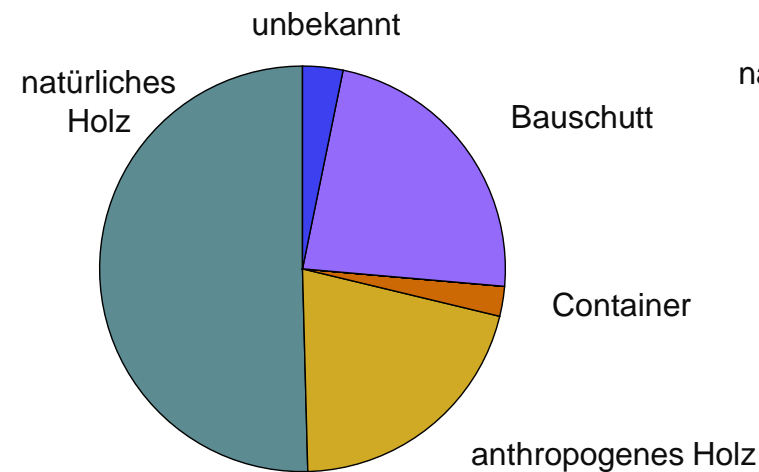
- Entscheidende Rolle der Pfeiler  
geringer Pfeilerabstand → mehr  
Treibgutvolumen
- Deckwerk und Geländer stellen eine wichtige  
Randbedingung dar  
(Wasserstände unter/über dem Brückendeck)
- Typische Brückenabmessungen



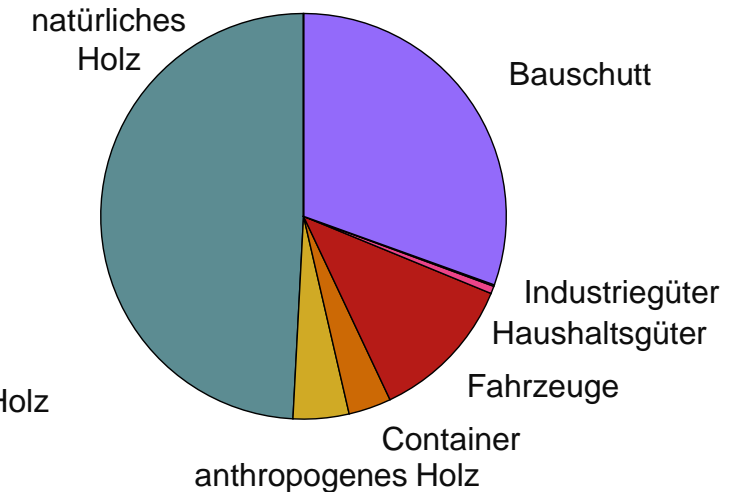
## Treibgutzusammensetzung

- Treibgutvolumina
- Treibgutzusammensetzung: 50% Bäume, 50% anthropogene Materialien
- Treibgutform: Anteil an Stämmen, Platten, Würfeln

Treibgutzusammensetzung Belgien



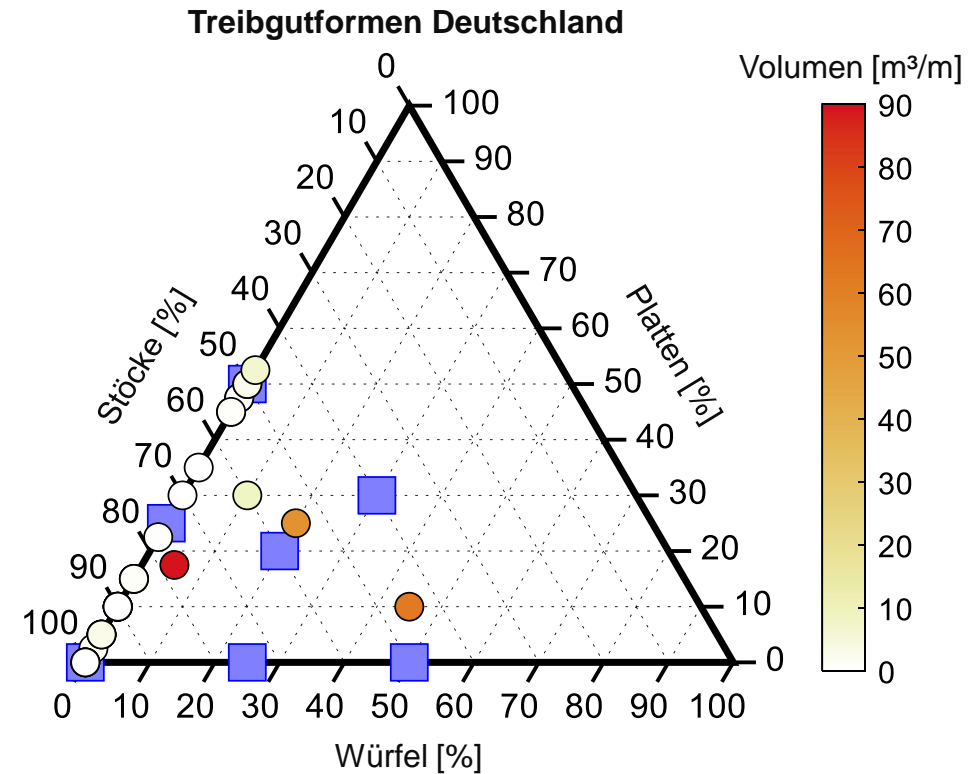
Treibgutzusammensetzung Deutschland



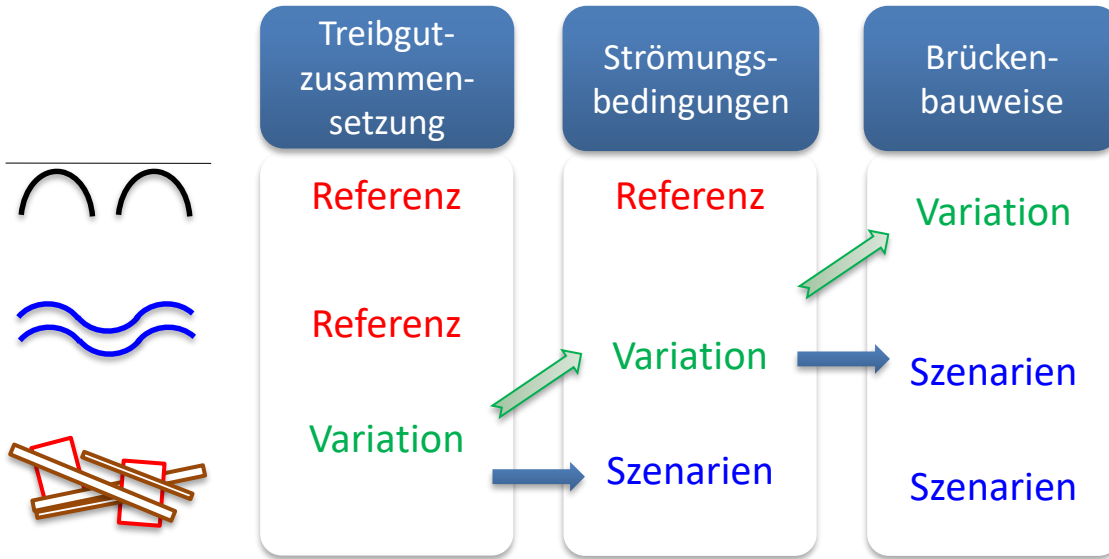


## Treibgutzusammensetzung

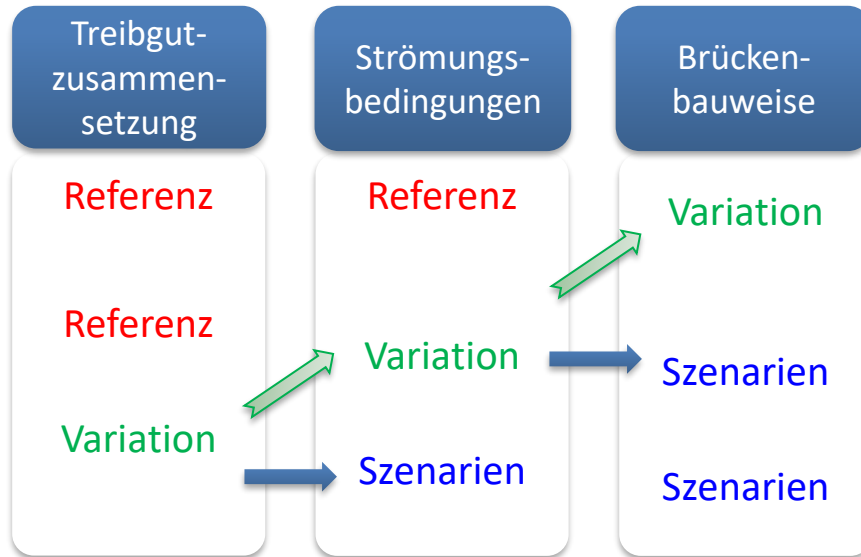
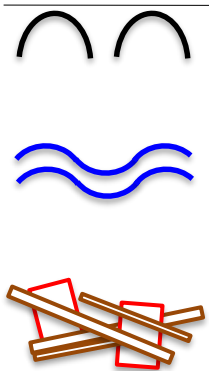
- Treibgutvolumina
- Treibgutzusammensetzung: 50% Bäume, 50% anthropogene Materialien
- Treibgutform: Anteil an Stämmen, Platten, Würfeln



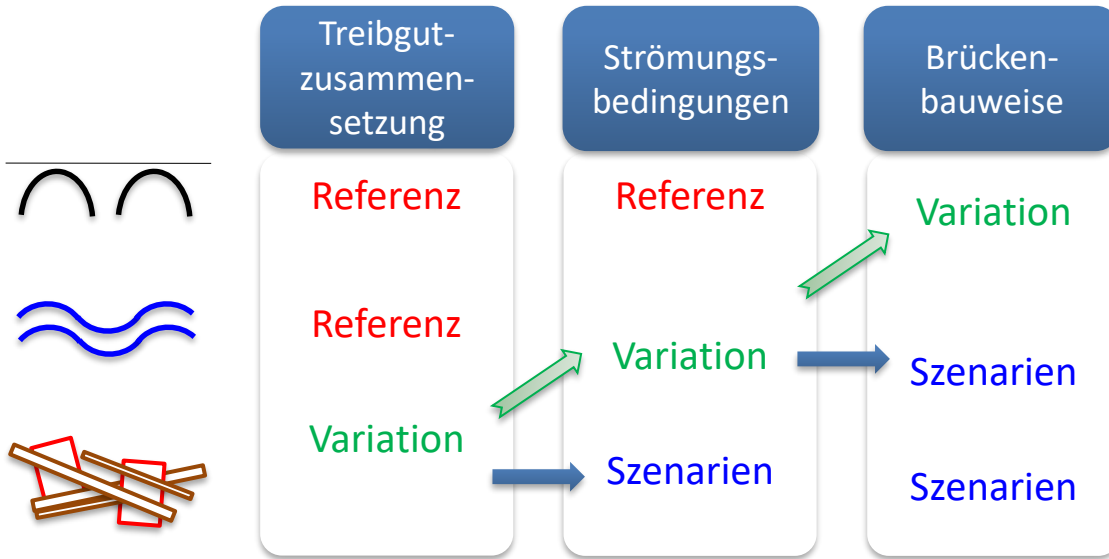
Modellierungsstrategie



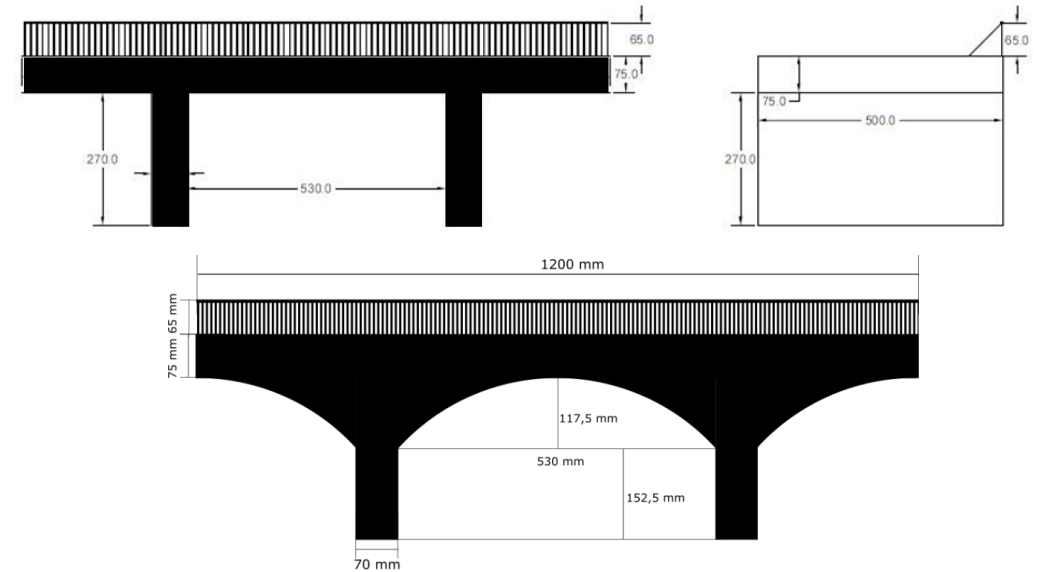
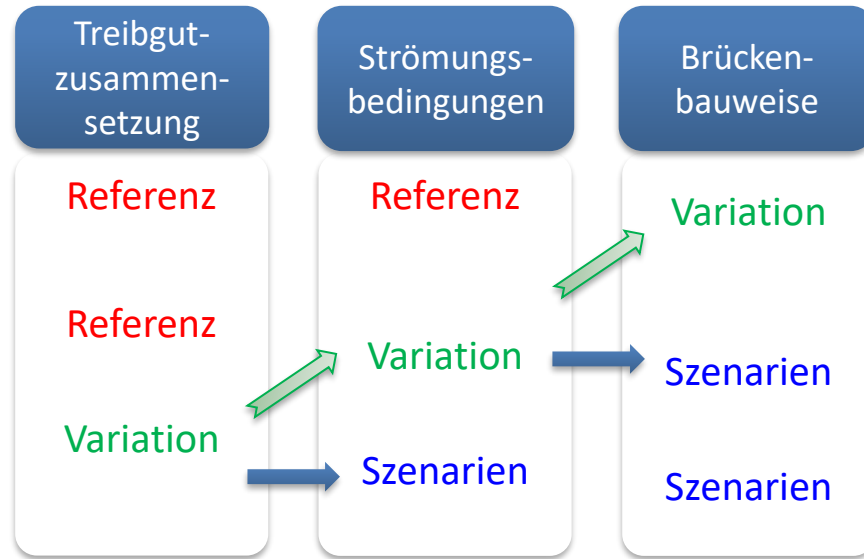
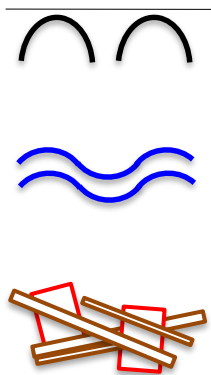
Modellierungsstrategie



Modellierungsstrategie



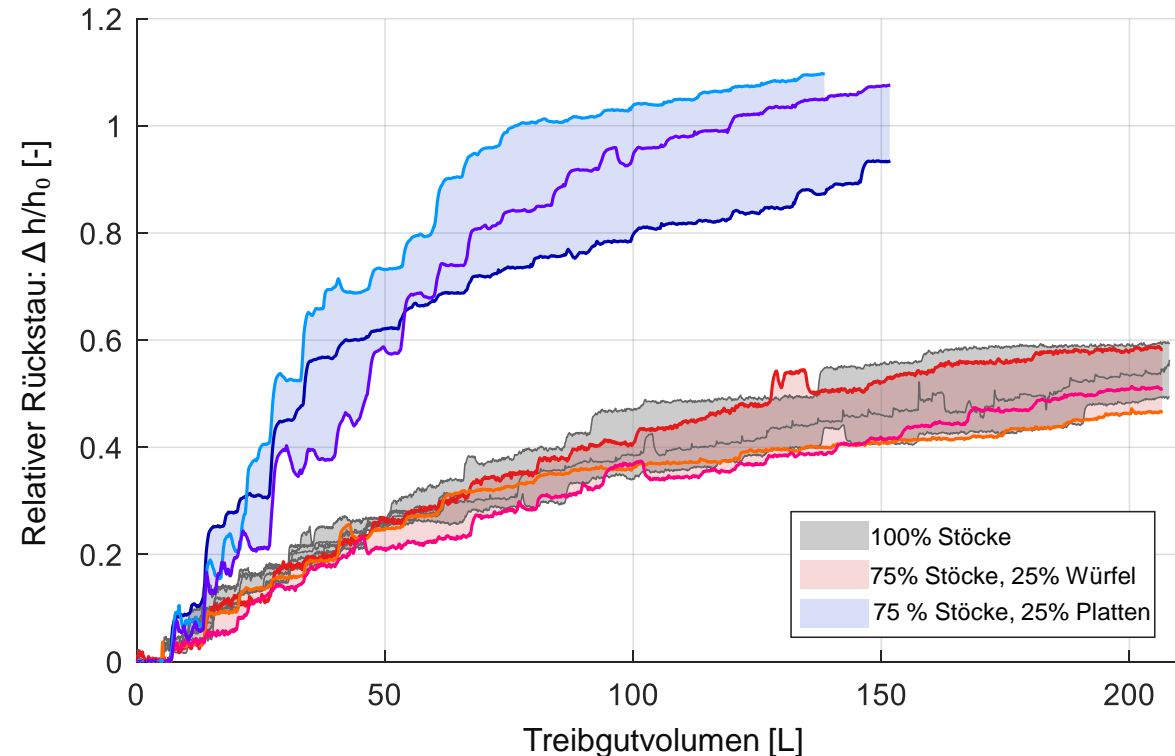
Daan W. Poppema, 2022



## Treibgutzusammensetzung

- Durch die Anwesenheit von Platten kam es bis zu zweifach höheren Rückstau
- Bis zu 3 m Rückstauhöhe durch Verklauung mit Platten
- Geringerer Rückstau bei Anwesenheit von würfelförmigen Treibgutbestandteilen

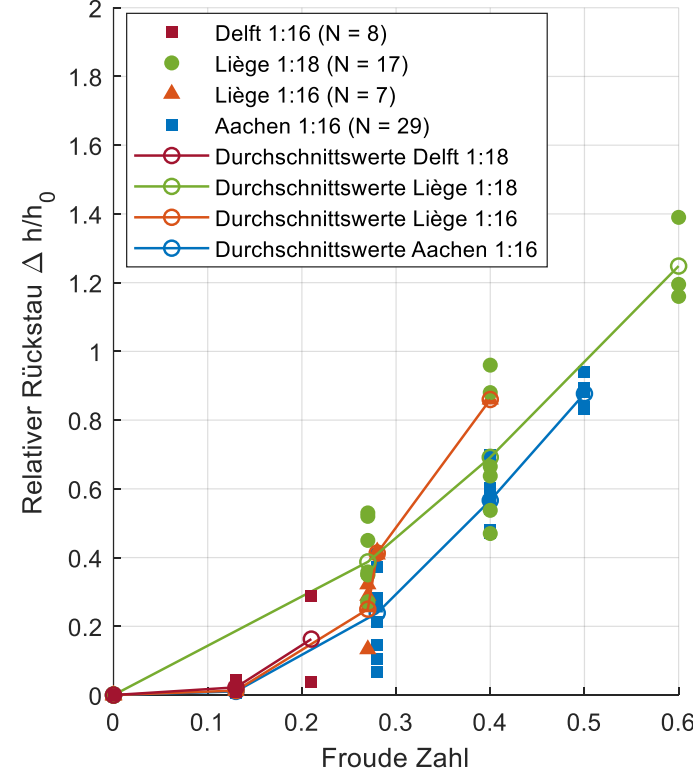
Auswirkung der Treibgutzusammensetzung auf den Rückstau



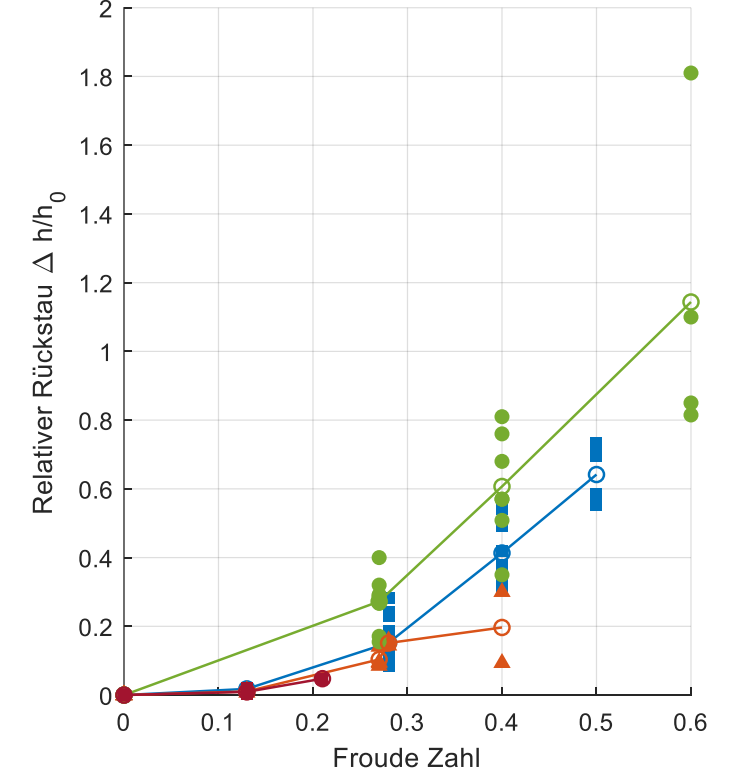
## Hydraulische Verhältnisse

- Höherer Rückstau bei höherer Froude Zahl
- Höhe und Dicke des Brückendecks sind wichtige Randbedingungen
- Abnahme des relative Rückstaus bei höherem Startwasserstand

Treibgutzusammensetzung: 25% Platten, 75% Stöcke



Treibgutzusammensetzung: 25% Würfel, 75% Stöcke



## Geländer

- Einfluss auf die Verklausungswahrscheinlichkeit
- Einfluss auf den Rückstau

## Form der Brückenöffnung

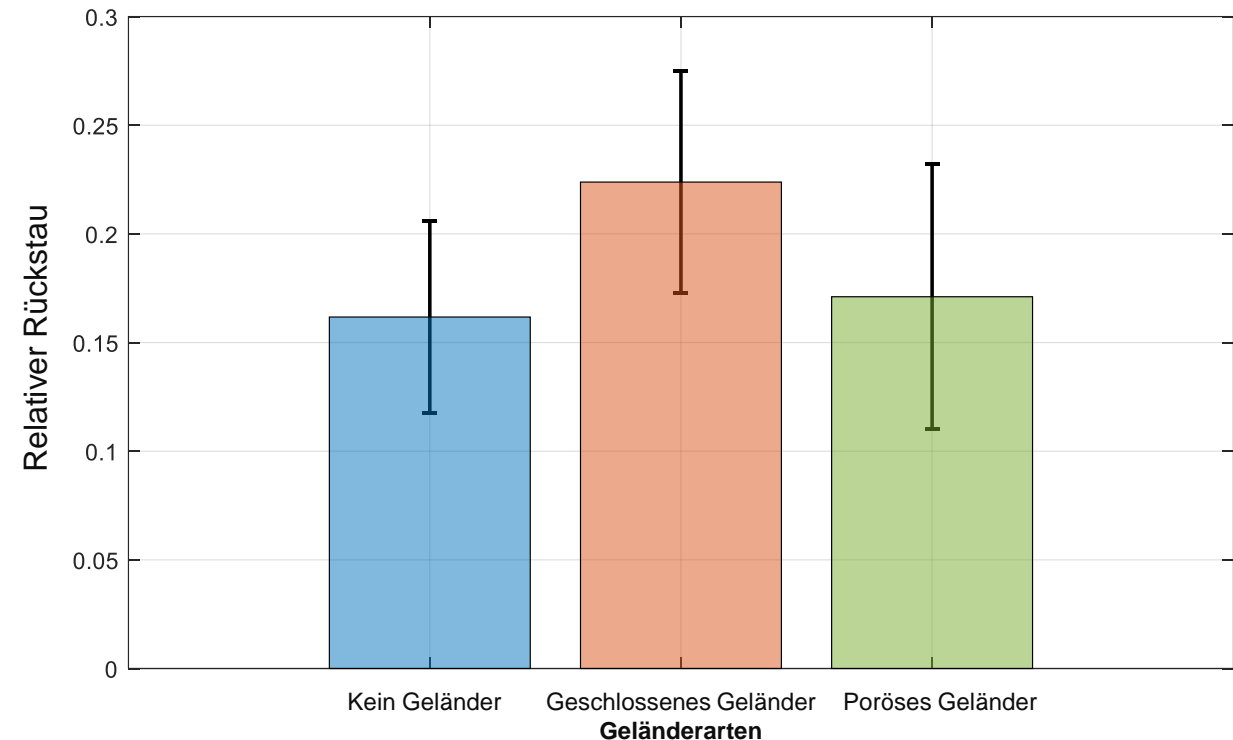
- Kein signifikanter Einfluss

## Anzahl der Pfeiler

- Einfluss auf die Verklausungswahrscheinlichkeit

## Öffentliche Datenbank



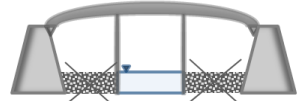

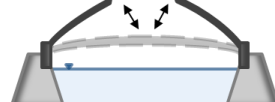
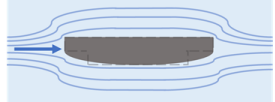
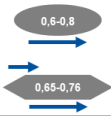
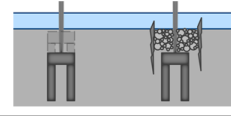
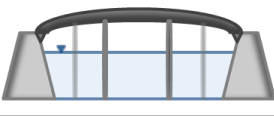
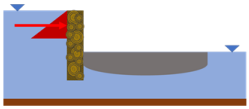


- Ergebnisse aller 285 Versuche





## Brückenbauweise

- Verringerung der Anzahl der Pfeiler
- Vermeidung von geschlossenen und massiven Geländern
- Faltbare, klappbare Geländer
- Höheres, schlankeres Brückendeck
- Stromlinienförmiges Brückendeck

Abflussquerschnitt	Vergrößerter Abflussquerschnitt 	Angepasster Fließquerschnitt 	Mehr Raum für den Fluss 
Überbau	Hubbrücke 	Klappbrücke 	Strömungsgünstiger Überbau 
Pfeiler	Pfeilerform 	Tiefengründung und Erosionsschutz 	Größere Stützweiten 
Bemessung	Zusätzliche Bemessungslasten 	Verzicht auf Brücken 	Verzicht auf Stabbogenbrücken 

## Handlungsempfehlungen

- Aufnahme des Rückstaus durch Verklausung in die Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten
- Treibguttransport bis zum Brückenstandort verhindern
  - Maßnahmen zur Rückhaltung von Treibholz
  - Beseitigung von Bäumen/Ufererosionsschutz
  - Campingplätze (Wohnwagen): Frühwarnung und Evakuierung



- Zwei Datenbanken für zukünftige Forschung
  - Verklausungscharakteristika zum Hochwasser 2021
  - Ergebnisse der Modellierung
- Weitere Forschung zum Einfluss der hydraulischen Bedingungen und der Brückenkonstruktionen nötig



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit! Haben Sie noch Fragen?

