



HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT DRESDEN

Fakultät Bauingenieurwesen

Studiengang: Bauingenieurwesen

Lehrgebiet: Brücken- und Ingenieurbau

DIPLOMARBEIT

Entwicklung von Lastannahmen und Beurteilung der Sicherheit von Brückentragwerken in Hochwassersituationen

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. H. Flederer

Bearbeitungszeitraum: Februar – Juni 2021

Karina Happel

25.07.1997

Bad Muskau

Bildungsweg

2010 – 2016

Landau Gymnasium Weißwasser, Fachhochschulreife

2016 – 2021

HTW Dresden Studium Bauingenieurwesen



Aufgabenstellung und Ziele

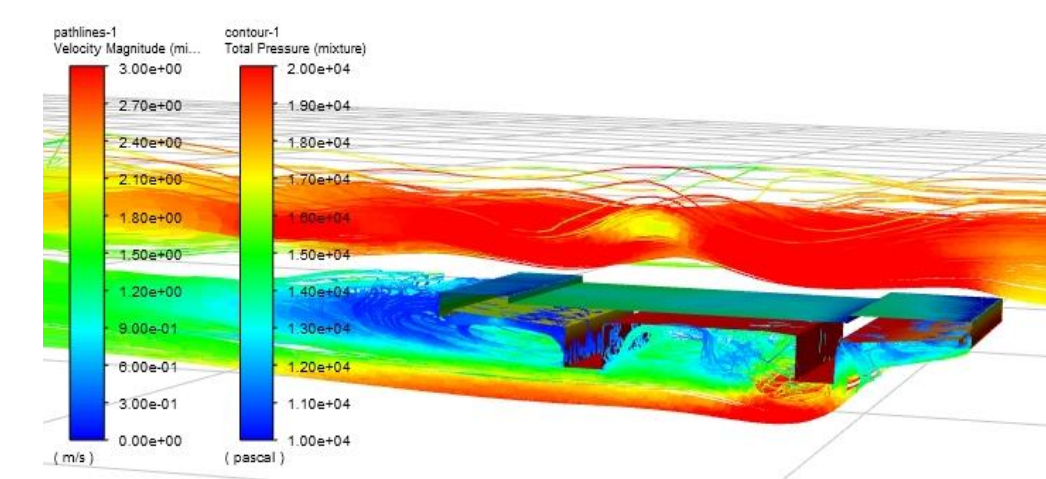
In den letzten Jahren nahmen die Anzahl und das Ausmaß an extremen Unwetterereignissen drastisch zu. Insbesondere Ingenieurbauten sind den natürlichen Einflüssen ausgesetzt. Doch nicht bei allen Bauwerken werden Beanspruchungen aus Hochwassersituationen in der ursprünglichen Tragwerksplanung und Standsicherheitsnachweisen berücksichtigt. Schäden an Brücken nach extremen Hochwasserereignissen werden seit Jahren beobachtet und dokumentiert. Jedoch existieren nur vereinzelte Untersuchungen zur Beurteilung der hydraulischen Beanspruchung. Die verantwortlichen Stellen sind in diesen Situationen gezwungen schnell, über Sicherheit und Benutzung sowie den Umgang mit dem Bauwerk zu entscheiden, da keine vereinfacht geregelten Lastannahmen, die vertretbare Aussagen ohne hohen Rechenaufwand erlauben, vorliegen.

Ziele:

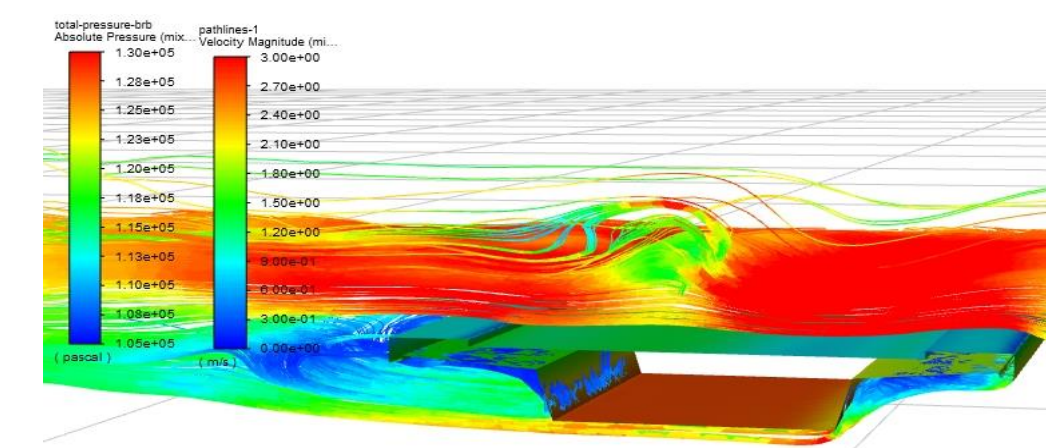
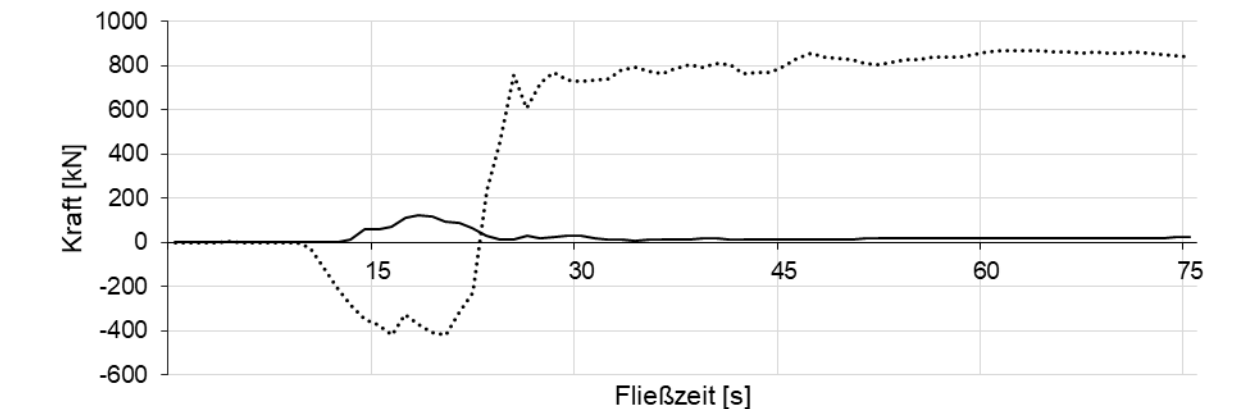
- Darstellung der theoretischen Grundlagen
- Aussagen über zu erwartende Lasten und Vulnerabilitäten für verschiedene Überbautypen in Abhängigkeit unterschiedlicher Pegelstände und Durchflüsse

Herangehensweise

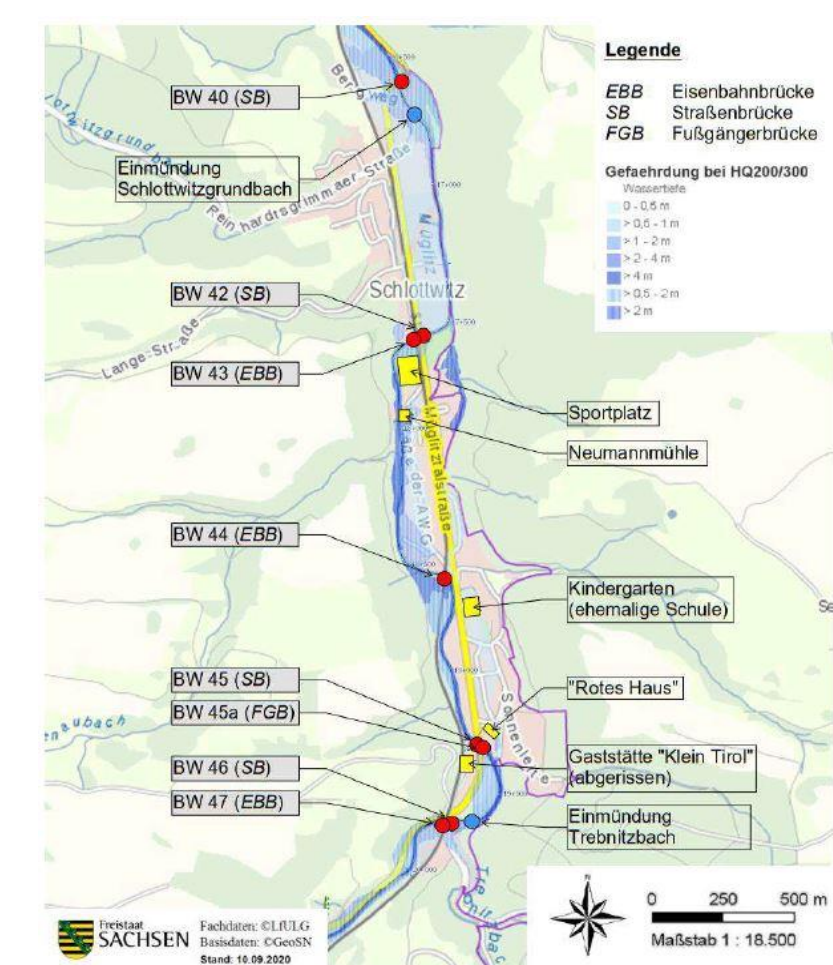
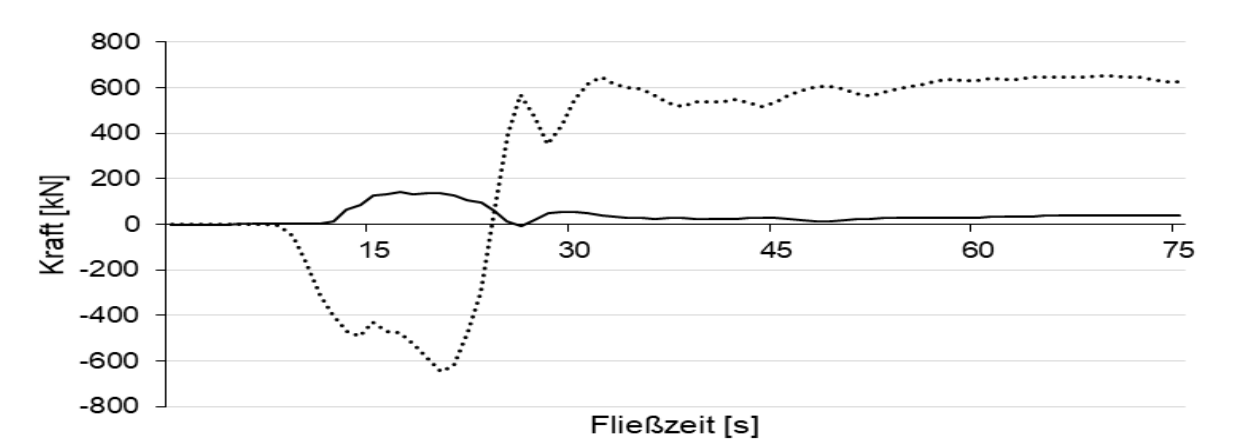
- Wahl und Untersuchung eines geeigneten Referenzgebietes
- Entwurf von zu untersuchenden Referenzquerschnitten
- Durchführung von CFD-basierten Berechnungen in Abhängigkeit verschiedener Pegelstände und Durchflüsse
- Durchführung von Modellversuchen



Strömungsbild und Gesamtdruckverteilung für Szenario: Plattenbalken, Überströmen



Strömungsbild und Gesamtdruckverteilung für Szenario: Hohlkasten, Überströmen



Karte Orstlage Schlottwitz

Damit eine realistische Aussage zu möglichen Lastannahmen getroffen werden können, ist es erforderlich, ein reales Szenario als Referenz heranzuziehen. Die Wahl stützt sich dabei auf die Vorarbeit und Untersuchungen der NFG IRIS.

Ein Untersuchungsgebiet bildet u.a. der Ortsteil Schlottwitz der Stadt Glashütte im Landkreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge (Sachsen, Deutschland). Die Ortslage Schlottwitz wurde als geeignetes Referenzgebiet ausgewählt, aufgrund der extremen Hochwasserereignisse 2002 in Sachsen.

Auf der Basis von Faustformeln und unter Anwendung konstruktiver Vorgaben wurden fünf Referenzquerschnitte entworfen. Beachtet wurden dabei Randbedingungen aus dem gewählten Referenzgebiet.

Massivbauweise:

- Vollplattenquerschnitt
- Zweistegiger Plattenbalken
- Einzelliger Hohlkastenquerschnitt

Stahlbauweise:

- Deckbrücke mit offenen HT und orthotroper Fahrbahn
- Trogbauweise mit vollwandigen HT und orthotroper Fahrbahn

In Abhängigkeit der Entwürfe wurden jeweils drei Szenarien entwickelt. Die Fließgeschwindigkeit wurde dabei einheitlich festgelegt.

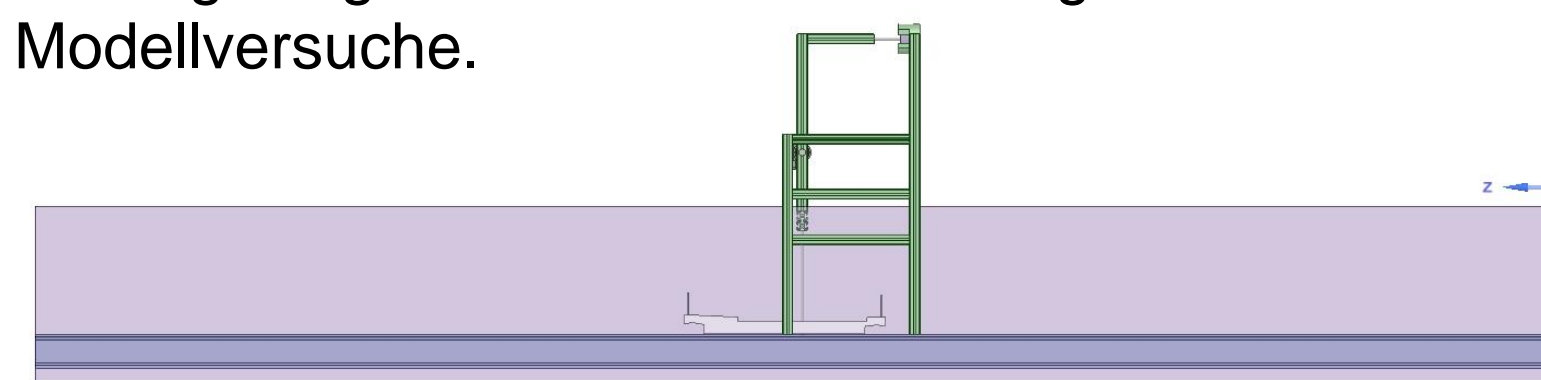
- Überströmen
- Volleinstau
- Halbeinstau

Eine ausgewählte Anzahl an Szenarien wurde in Berechnungsmodelle umgewandelt. Als Berechnungssoftware wurde das FEM-Programm ANSYS® ausgewählt. Das Programm dient als Grundlage. Zur eigentlichen Durchführung wurde ANSYS Fluent® genutzt. Die hydraulischen Parameter ergaben sich aus den Vorbetrachtungen. Berechnet wurden jeweils die resultierende Druckkraft und die resultierende Auftriebskraft, welche sich aus der hydraulischen Beanspruchung ergeben.

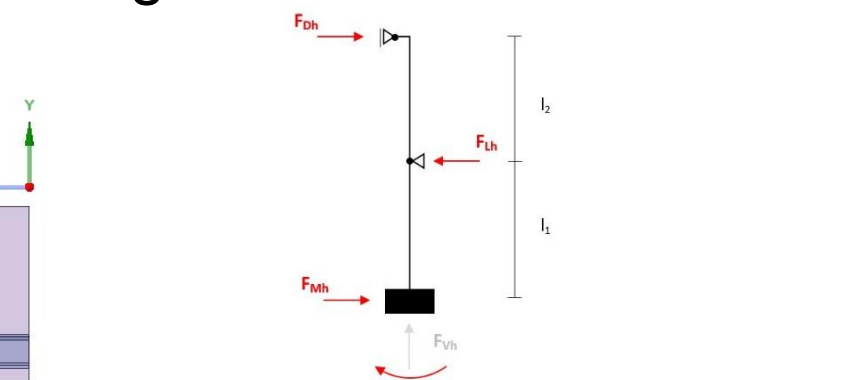
Aus den Berechnungen ergab sich nach der Analyse der Kraftverläufe über die Fließzeit, dass die Druckkraft einen Spitzenwert in dem Moment erfährt, wenn der Überbau schlagartig vollständig überströmt wird. In der folgenden Tabelle werden die Spitzenwerte den Mittelwerten aus der stationären Strömung gegenübergestellt.

Szenario	Druckkraft F_D [kN]	
	stationäre Strömung	Spitzenwert (16. Sek.)
S 1.3	44 kN	172 kN
S 2.3	38 kN	240 kN
S 3.3	76 kN	280 kN

Die Lösung eines strömungsmechanischen Prozesses unter Anwendung einer hydronumerischen Simulation ist lediglich nur eine Annäherung an die reale Lösung. Ergänzt wurden die durchgeführten Berechnungen durch hydraulische Modellversuche.

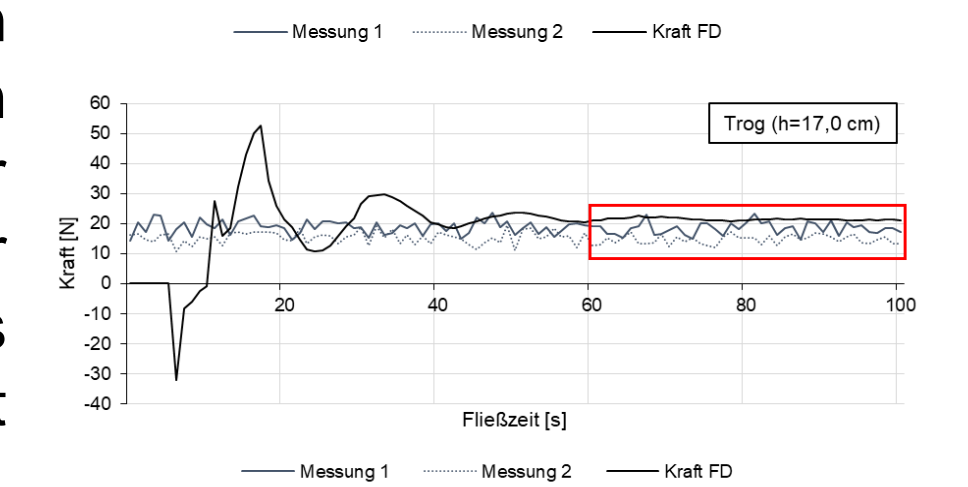
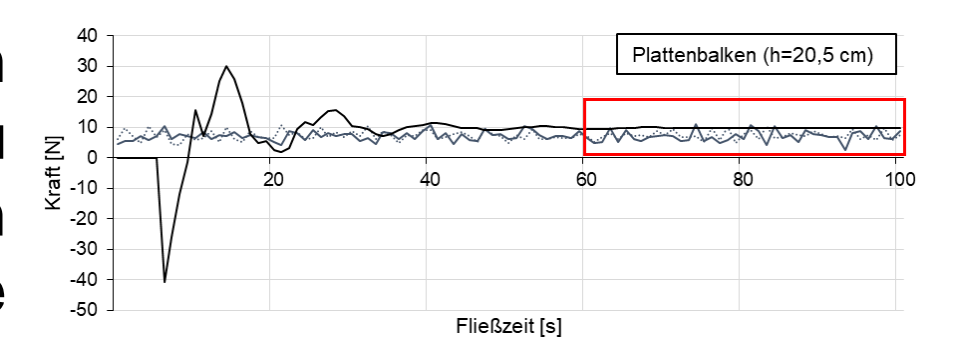


Versuchsaufbau Ansicht von rechts



Versuchsaufbau Statisches System

Um die Ergebnisse aus den hydraulischen Versuchen in einen vergleichbaren Kontext zu bringen, wurden hydronumerische Simulationen in Modellgröße durchgeführt. Berechnet wurde die resultierende Druckkraft. In den Abbildungen sind exemplarisch die erfassten Messwerte den ermittelten Berechnungsergebnissen gegenüber gestellt. Als maßgebende Ausgangsgröße für die resultierende Kraft wurde der Mittelwert aus den letzten 40 s der simulierten Fließzeit verwendet werden.



Zusammenfassung und Ausblick

Diese Arbeit stellt einen ersten Ansatz zur Bestimmung der Beanspruchungen aus auftretenden Hochwassersituationen auf Brückenbauwerke dar. Es wird keine allgemeingültige Lösung zur Ermittlung von vereinfachten Lastannahmen geliefert. Um Aussagen mit höherer Qualität treffen zu können, lassen sich aus den gesammelten Erkenntnissen wesentliche Schwerpunkte ableiten.

- Für die Bestimmung vereinfachter Lastannahmen ist es notwendig, die konkreten Einflüsse, welche die Größe der Belastung bestimmen, näher zu untersuchen. Dabei ist zu prüfen in genau welcher Phase eines Hochwassers die größten Beanspruchungen für einen Überbau auftreten.
- Zur Sicherstellung der Korrektheit der Ergebnisse aus den hydronumerischen Simulationen ist die Durchführung weiterer hydraulischer Versuchsreihen erforderlich. Dafür ist es notwendig den Versuchsaufbau zu optimieren, um alle Einflüsse, welche auf die Messwerte einwirken, abbilden zu können.