

## Themenvorschlag für eine Master-Thesis

### Militärische Lasten auf Brücken – probabilistische Grundlagen und Teilsicherheitsbeiwerte

#### Betreuer

Jonas Geng / Marcel Nowak  
Zimmer: N3609  
Tel.: 089/289-23083  
E-Mail: [jonas.geng@tum.de](mailto:jonas.geng@tum.de) / [marcel.nowak@tum.de](mailto:marcel.nowak@tum.de)

**Beginn** ab sofort

#### Allgemeines und Hintergrund

Militärische Infrastruktur gewinnt zunehmend an Bedeutung. Im Krisenfall muss die freie und sichere Bewegung militärischer Fahrzeuge über Brücken gewährleistet sein. Die Belastungen durch solche Fahrzeuge sind im STANAG 2021 geregelt: Ausgehend von ihrer Belastungswirkung auf Brücken werden Fahrzeuge in MLC-Klassen eingeteilt und festgelegt, wie diese militärischen Lasten in der Bemessung von Brücken zu berücksichtigen sind.

Während STANAG 2021 ein ausreichendes Zuverlässigkeitsniveau fordert, fehlen darin jedoch konkrete Anforderungen und detaillierte Vorgaben zur Ausgestaltung der Nachweise. In Deutschland werden Teilsicherheitsbeiwerte in Analogie zu zivilen Verkehrslasten vorgeschrieben. Die mit militärischen Fahrzeuglasten verbundenen Unsicherheiten unterscheiden sich jedoch grundlegend von denen des zivilen Verkehrs, sodass eine eigenständige Analyse und Ableitung geeigneter Teilsicherheitsbeiwerte erforderlich ist.

#### Ziel

Vor diesem Hintergrund sollen Teilsicherheitsbeiwerte für militärische Lasten auf Brücken kalibriert werden. Grundlage bilden eine umfassende Analyse der bestehenden Konzepte sowie probabilistische Analysen an einer Bandbreite an statischen Systemen. Darüber hinaus wird der Einfluss ausgewählter Unsicherheiten auf die resultierenden Teilsicherheitsbeiwerte systematisch betrachtet und die Zuverlässigkeit mit den aktuell vorgeschriebenen Teilsicherheitsbeiwerten in Deutschland untersucht.

#### Prinzipieller Ablauf

- **Theoretische Grundlagen**  
Zunächst sollen die Sicherheitskonzepte für Bauwerke im zivilen Bereich sowie Grundlagen militärischer Lasten nach STANAG 2021 aufgearbeitet werden. Dabei stehen Unsicherheiten in der Modellierung, der Zuverlässigkeitsindex  $\beta$  und die Besonderheiten militärischer Überfahrtszenarien im Vordergrund. Zudem erfolgt eine Einarbeitung in vorhandene Methoden zur Ableitung und Kalibrierung von Teilsicherheitsbeiwerten.
- **Untersuchungsumfang**  
Auf Basis der Grundlagenermittlung soll der Untersuchungsumfang (betrachtete Brückensysteme und Abmessungen) festgelegt werden. Es sollen typische Brückenbauwerke des

nationalen Brückenbestands mit charakteristischen Abmessungen gewählt werden. Für diese Brücken sollen FE-Modelle mittels SOFiSTiK erstellt und Einflussflächen für maßgebende Nachweisstellen und Schnittgrößen generiert werden. (Hierbei können Erkenntnisse und Hilfsmittel aus relevanten Vorarbeiten am Lehrstuhl genutzt werden)

- **Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse**

Auf Basis von Monte-Carlo-Simulationen wird untersucht, wie verschiedene Unsicherheiten die Teilsicherheitsbeiwerte für militärische Lasten beeinflussen. Dabei werden die Streuungen der Eingangsparameter auf resultierende Schnittgrößen (Moment, Querkraft) und der Einfluss des Anteils der Verkehrslasten an den Gesamteinwirkungen übertragen.

- **Zuverlässigkeitsanalyse für aktuelle Regelwerke**

Aufbauend auf den vorherigen Analysen wird mit dem FORM-Ansatz für die Bauwerke des Untersuchungsumfangs die tatsächliche Zuverlässigkeit unter den derzeit gültigen Teilsicherheitsbeiwerten in Deutschland bestimmt. Ergänzend werden Sensitivitätsfaktoren berechnet und mit vereinfachten Normwerten verglichen.

- **Resultierende Teilsicherheitsbeiwerte für MLC-Lasten**

Abschließend werden geeignete Teilsicherheitsbeiwerte für militärische Lasten abgeleitet. Die Kalibrierung erfolgt auf Grundlage der zuvor festgelegten Zielwerte für die Tragwerkszuverlässigkeit. Die Ergebnisse werden für verschiedene Überfahrtsszenarien (normal, caution, risk crossing) differenziert dargestellt.

## Voraussetzungen

- Interesse an Fragestellungen zur Sicherheit und Bemessung von Bauwerken
- Gute Kenntnisse in Probabilistik/Risk Analysis, Statik und Mechanik
- Eigenständige, strukturierte und sorgfältige Arbeitsweise
- Programmierkenntnisse (vorzugsweise in Python) und Vorkenntnisse in der FE-Analyse mit SOFiSTiK sind von Vorteil

## Literatur

- Lenner, R. (2014): Safety Concept and Partial Factors for Military Assessment of Existing Concrete Bridges. Dissertation, Universität der Bundeswehr München.
- JCSS (2001): Probabilistic Model Code. Joint Committee on Structural Safety, Zurich.
- fib (2016): Bulletin No. 80 – Partial Factor Methods for Existing Concrete Structures. Fédération internationale du béton.
- DIN EN 1990 (2021): Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung. Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010. Berlin: Beuth Verlag.
- NATO (2024): Standardisation Agreement (STANAG) 2021 – Military Load Classification of Bridges, Ferries, Rafts and Vehicles. Brussels: NATO Standardisation Office.