

Master-Thesis Studiengang Bauingenieurwesen

Bestehende Stahl-Beton-Verbundbrücke

Ein Beitrag zur Überprüfung mittels NLFEA

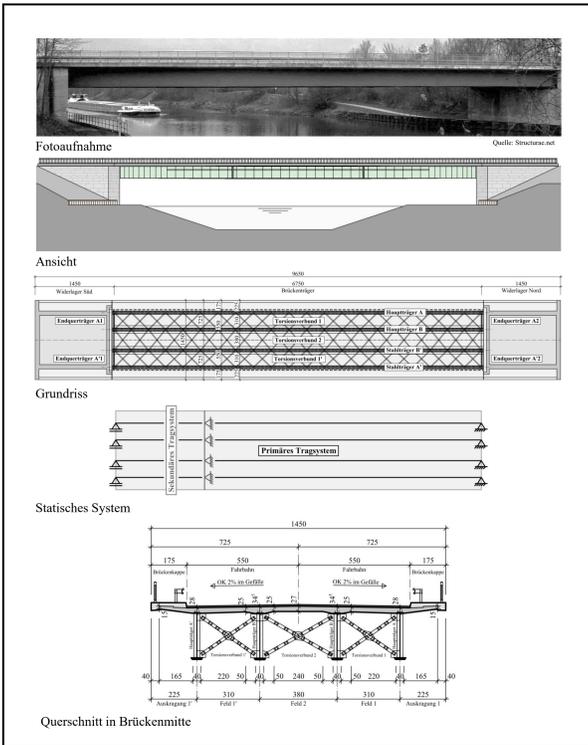


Abb.1: Bestehende Stahl-Beton-Verbundbrücke

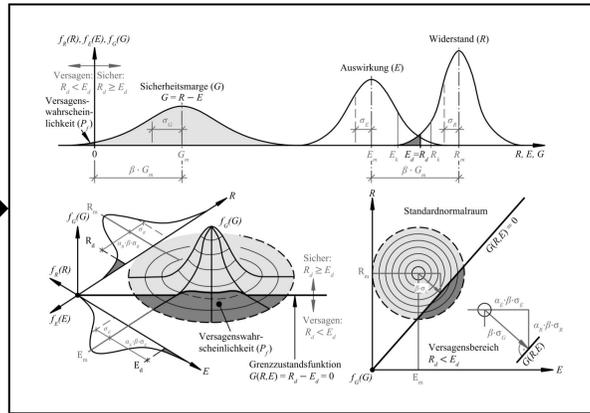


Abb.2: Semiprobabilistisches Sicherheitskonzept

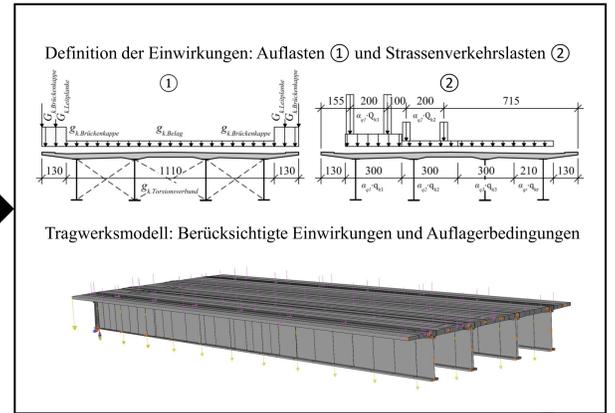


Abb.3: Definition der Einwirkungen und Modellbildung

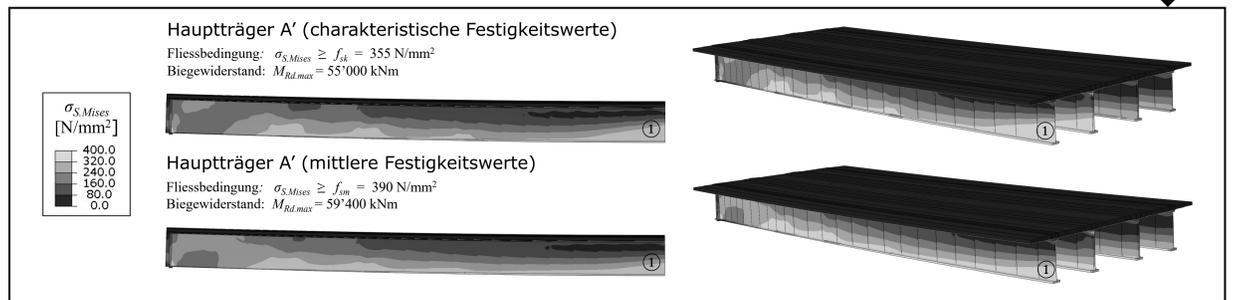


Abb.4: NLFEA - Vergleichsspannungen nach von Mises

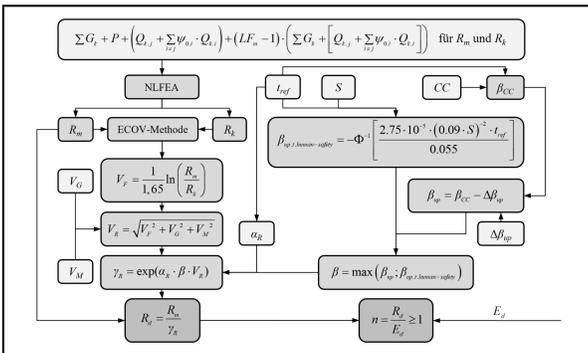


Abb.5: Berechnung des Bemessungswiderstandes (R_d) mittels Estimated-Coefficient-Of-Variation (ECOV-Methode)

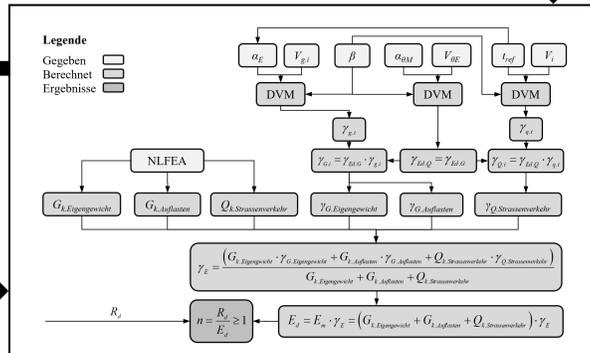


Abb.6: Berechnung der Bemessungsauswirkung (E_d) mittels Design-Value-Methode (DVM)

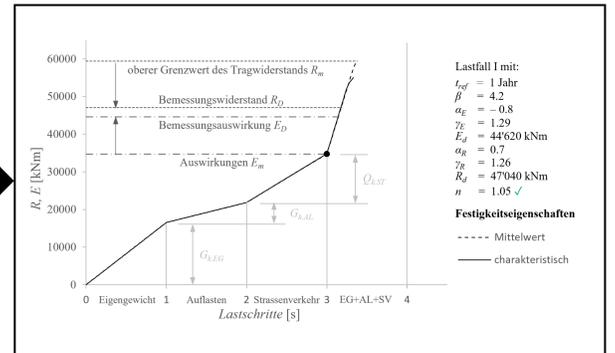


Abb.7: Widerstands-, Auswirkungs- und Lastschritts-Diagramm

Aufgabenstellung

Die Überprüfung von bestehenden Tragwerken und Infrastrukturen in Bezug auf neue Nutzungsanforderungen ist eine zentrale Aufgabe im Bauingenieurwesen. Eine Herausforderung stellt dabei die Überprüfung von bestehenden Brücken in Bezug auf ihre Tragsicherheit dar.

Diese Thesis untersucht eine bestehende Stahl-Beton-Verbundbrücke (Abb.1) auf ihre Tragsicherheit unter Verwendung des aktuellen Lastmodells 1 für Strassenverkehr nach SIA-261. Die Überprüfung erfolgt in der Regel in 3 Stufen bzw. Untersuchungsgraden.

Während in den ersten beiden Stufen eine linear-elastische Nachrechnung nach den aktuellen Tragwerksnormen ausreichend ist, kommen auf Stufe 3 NLFEA und probabilistische Ansätze zum Einsatz.

Für das Anwendungsbeispiel wird eine Überprüfung auf Stufe 3 notwendig, da das geforderte Ziellastniveau auf den Stufen 1 und 2 nicht erreicht wird.

Lösungskonzept

In einer NLFEA der Stufe 3 wird ein oberer Grenzwert der Traglast berechnet, dabei wird ein semiprobabilistisches Sicherheitskonzept angewendet (Abb.2), wobei Widerstand (R) und Auswirkungen (E) getrennt betrachtet werden.

Das Zuverlässigkeitsmass wird mittels Versagenswahrscheinlichkeit (P_f) bzw. Zuverlässigkeitsindex (β) und Sensitivitätsfaktoren (α_R, α_E) einer Überprüfungssituation entsprechend reduziert festgelegt.

Danach folgt die Modellbildung (Abb.3) und die Verifizierung der Ergebnisse (Abb.4). Dabei wird der Biege-widerstand (R) am Verbundquerschnitt des Trägers A' ① massgebend für den Tragwiderstand.

Der Bemessungswiderstand (R_d) wird mittels ECOV-Methode (Abb.5) und die Bemessungsauswirkung (E_d) mittels DVM berechnet (Abb.6). Dafür ist eine NLFEA mit charakteristischen (R_k) und mittleren Festigkeitswerten (R_m) erforderlich.

Ergebnis und Ausblick

Die Anwendung einer NLFEA führte durch die Betrachtung eines oberen Grenzwerts und der Reduktion des Sicherheitsniveaus zur Aktivierung von zusätzlichen Tragreserven. Die Ermittlung des Erfüllungsfaktors (n) zeigt, dass der Tragsicherheitsnachweis erfüllt werden kann und das definierte Ziellastniveau auf der Stufe 3 erreicht wird (Abb.7).

Die Ergebnisse bilden eine gute Grundlage für weitere Untersuchungen von anderen Brückentypen zur Einordnung der teilweise unterschiedlichen Norm- und Literaturangaben. Weitere Brückentypen sollten berechnet werden, um die Werte für die Unsicherheiten einzugrenzen bzw. zu plausibilisieren.

Dominik Markus Keiser

Advisor:
Prof. Dr. Michael Baur

Experte:
Dr. Gregor Borkowski