



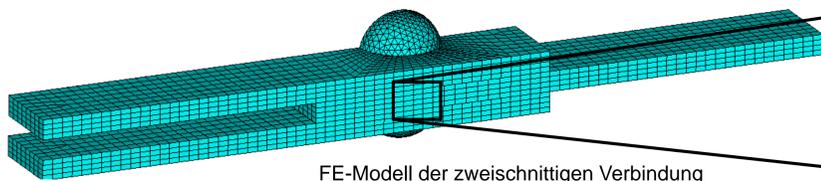
Die Altersstruktur und der Erhaltungszustand des Bestandes an Stahlbrücken in Deutschland erfordern neben umfangreichen bautechnischen Erhaltungsmaßnahmen die Beurteilung der Standsicherheit der Bauwerke. Grundlegende Bedeutung kommt dabei unter anderem der realitätsnahen Beurteilung des Ermüdungszustandes der stählernen Tragkonstruktion zu. Rechnerische Nachweise der Ermüdungssicherheit von Eisenbahnbrücken werden zur Zeit auf der Basis von normativen Kerbdetails, Wöhlerlinien und einer linearen Schadensakkumulationshypothese geführt. Alternativ zu dieser Vorgehensweise kann die zukünftige Bauteillebensdauer auch auf Grundlage der Bruchmechanik berechnet werden.

### ZIEL DER ARBEIT

- Darstellung und Bewertung bruchmechanischer Grundlagen zur Risswachstumsberechnung an alten genieteten Stahlbrücken
- Systematisierung bruchmechanischer Werkstoffdaten alter Eisen- und Stahlerzeugnisse sowie bestehender Lösungen des Spannungsintensitätsfaktors genieteter Bauteile
- Numerische Untersuchung eines genieteten Anschlusses unter Berücksichtigung der Nietvorspannung und Reibung Erarbeitung von Vorschlägen für Handrechnungen zur vereinfachten Abschätzung der Restnutzungsdauer

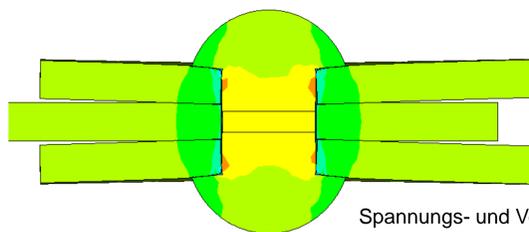
### METHODISCHER ÜBERBLICK

#### 1. UNTERSUCHUNGEN AM UNGERISSENEN FE-MODELL



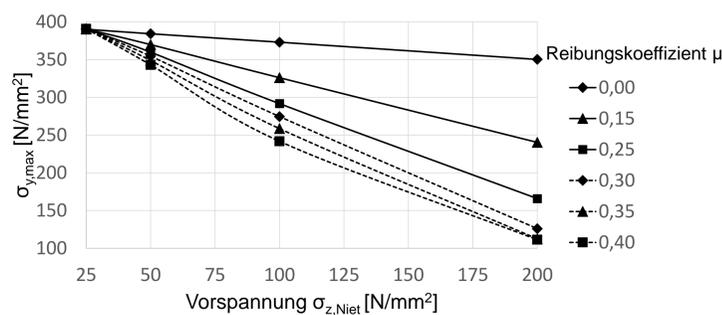
FE-Modell der zweischnittigen Verbindung

- Im Rahmen einer Parameterstudie wurde der Einfluss der Vorspannung, Reibung und Blechdicke auf die Beanspruchung am Nietlochrand untersucht.

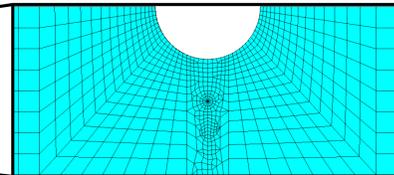


Spannungs- und Verformungsbild durch die Nietvorspannung

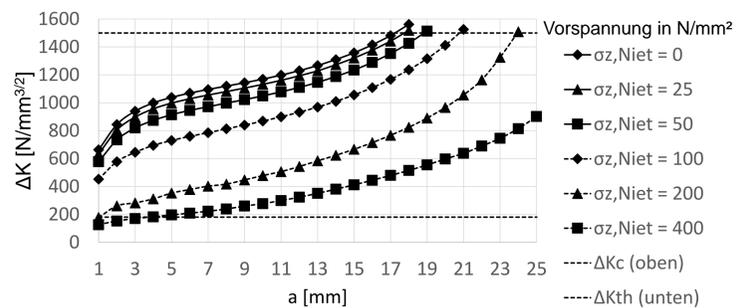
- Höhere Vorspannkraft und Reibungskoeffizienten reduzieren auf Grund der Spannungsumleitung über die Laschen die maximale Beanspruchung am Nietlochrand (s. Diagramm).



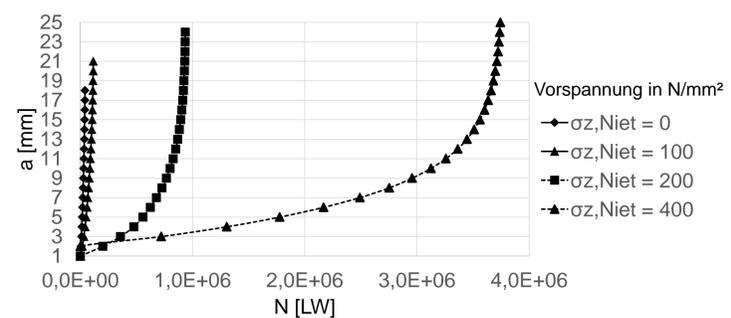
#### 2. IMPLEMENTIERUNG EINES RISSES



- Der Spannungsintensitätsfaktor K quantifiziert die Beanspruchung in der Bruchmechanik. Äquivalent zur Spannung wird auch dieser durch die Vorspannung gesenkt (s. Diagramm).



- Infolge des geringeren Spannungsintensitätsfaktors steigt die propagierte Lastwechselzahl  $N_p$  an (s. Diagramm).



### ABLEITUNG VON EFFEKTEN FÜR PRAXIS UND FORSCHUNG

- Die Tragreserven infolge der Berücksichtigung von Vorspannung und Reibung konnten bestätigt werden.
- Diese Ergebnisse können für die Nachrechnung bestehender Bauwerke mit Nietverbindungen (Bild 1) und für deren Sanierung mit HV-Schrauben (Bild 2) genutzt werden.
- In Ergänzung zur FEM konnte eine bestehende Handrechenlösung des Spannungsintensitätsfaktors um einen Faktor zur Berücksichtigung der Vorspannung erweitert werden.
- Aktuell gibt es keine technische Lösung zur zerstörungsfreien Messung der Vorspannkraft eines Nietes am Bauwerk. Hier gilt es in zukünftigen Arbeiten und Forschungsprojekten anzusetzen.
- Im Rahmen dieser Arbeit wird hierzu der Ansatz der Eigenfrequenz des Nietes vorgeschlagen, welche mit der Vorspannung korrespondiert.



Bild1: Blaues Wunder Nietverbindung (© David Schaarschmidt)

Bild 2: Blaues Wunder Schraubverbindung (© David Schaarschmidt)