

# Optimierung eines Brücken- tragwerks mit asymmetrischen Stützweiten

## Motivation und Zielsetzung

Bei der Planung und Konstruktion von Bauwerken sind die Kosten und die Nachhaltigkeit von großer Bedeutung. Beide Interessen können gemeinsam reduziert werden, indem der Materialverbrauch minimiert wird.

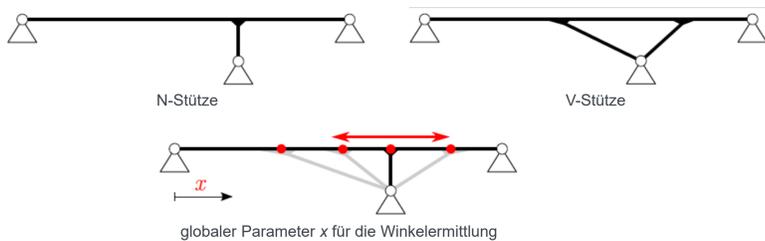
Zu untersuchen ist ein Brückentragwerk, das aufgrund des vorhandenen Baufeldes in zwei asymmetrische Stützweiten aufgeteilt ist. Das Ziel dieser Arbeit ist die Optimierung eines Tragwerks zur Minimierung des Materialverbrauchs.

## Optimierung mit RFEM 6

RFEM 6 ist eine 3D-FEM-Software, der Dlubal Software GmbH für die statische Berechnung und Parametrisierung beliebiger Modelle. Dazu werden sogenannte „globale Parameter“ definiert, die innerhalb vorgegebener Wertebereiche und Schrittweiten nach verschiedenen Kriterien optimiert werden können. Aufgrund der Biegetheorie wird das Kriterium „minimale Stabverformung“ gewählt. So kann das Brückentragwerk nach der minimalen Durchbiegung optimiert werden. Kleinere Verformungen bedeuten eine geringere Momentenbeanspruchung und demnach die Reduzierung des Materialverbrauchs.

## Parameter

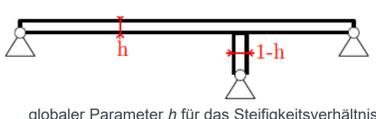
- Auflager-Randbedingungen: einwertige Auflager, zweiwertige Auflager oder Einspannungen.
- Stützenart und Stützenwinkel: N-Stütze oder V-Stütze mit unterschiedlichen Winkeln. Für die Ermittlung der optimalen Winkel wird das obere Stützenende variabel modelliert.



- Einspannungsgrad: variable Drehfedersteifigkeit  $k$  am Stützenfuß.



- Steifigkeitsverhältnis: Verhältnis zwischen Überbau und Stütze über variable Querschnittshöhe  $h$ .



- Optimierung der Querschnittshöhe über den Brückenlängsschnitt: Verjüngung des Querschnitts, ohne die Tragfähigkeit der Brücke zu beeinträchtigen.

## Fazit und Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigen, dass die Optimierung des Brückentragwerks aufgrund des Zusammenhangs zwischen der Durchbiegung und dem Momentenverlauf möglich ist und funktioniert. Bezüglich der Auflagerandbedingungen zeigt sich, dass die Einspannung des Überbaus eine deutliche Reduzierung des Materialverbrauchs bewirkt. Ein höherer Einspannungsgrad am Stützenfuß erwies sich dagegen als kontraproduktiv. Bei der Winkelart ist die V-Stütze der N-Stütze vorzuziehen. Durch die V-Stütze ergibt sich von allen Parametern die größte Materialeinsparung. Ist der Stützenfuß zweiwertig gelagert, so stellen sich die Stützenwinkel so ein, dass sie am oberen Ende keine Verdrehung erfahren. Bei einer einwertigen Lagerung am Stützenfuß müssen die beiden Stützen so angeordnet werden, dass die horizontale Verschiebung des Auflagers neutralisiert wird. Auch durch die optimierten Steifigkeitsverhältnisse ergeben sich Materialeinsparungen. Diese sind allerdings geringer als aus der Einspannung des Überbaus und der Anpassung der Stützenart. Die Optimierung der Querschnittshöhe ist nicht gelungen. Das darin liegende Potential zur Materialeinsparung konnte jedoch auf ein den Anpassungen der Stützenart ähnliches Niveau abgeschätzt werden.

Beispielsweise ergab sich bei der Optimierung mit einwertiger Lagerung am Stützenfuß im Vergleich zu dem System mit N-Stütze und ohne Einspannung am linken Ende des Überbaus eine Materialersparnis von rund 20%.

## Kooperationspartner

Sämtliche Unterlagen, die zum Vergleich zur real erbauten Brücke verwendet werden, stammen von der Ingenieurgesellschaft RECK+GASS.

## Literatur

Geier, R.; Angelmaier, V.; Graubner, C.-A.; Kohoutek, J.: *Integrale Brücken - Entwurf, Berechnung, Ausführung, Monitoring*. Ernst&Sohn, 2017