

# Tragwerks- analyse der Allmandring- Brücke

## Motivation und Zielsetzung

Der Fußgängersteg über den Allmandring an der Universität Stuttgart folgt dem Prinzip „Stabilisierung durch Verformung“.

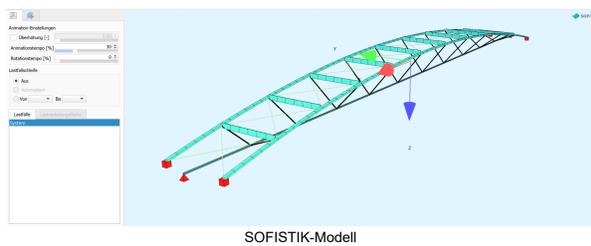
Ziel dieser Arbeit ist eine geometrisch nichtlineare statische Analyse der Brücke in Abhängigkeit von der Vorspannung, um deren strukturelle Auswirkungen zu untersuchen.

Anschließend wird eine modale Analyse durchgeführt, da die filigrane Konstruktion schwingungsanfällig ist. Es werden die Eigenfrequenzen ermittelt, um festzustellen, ob sie im kritischen Resonanzbereich von 1,4 Hz bis 3,3 Hz liegen, was der natürlichen Fußgängerfrequenz entspricht.

Falls die Eigenfrequenzen in diesem Bereich liegen, werden Maßnahmen zur Schwingungsisolierung geprüft, insbesondere die Implementierung von Feder-Masse-Elementen, um die Sicherheit der Brücke zu gewährleisten.

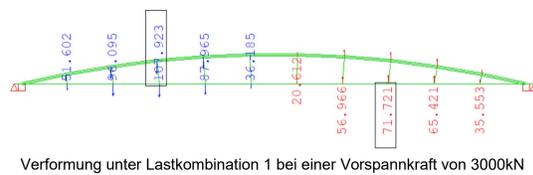
## Geometrisch Nicht-Lineare Analyse

Für diese Analyse nach Theorie II. Ordnung wird das Brückensystem mithilfe der SOFISTIK Software modelliert und mit den zugehörigen Lasten versehen. Es werden drei verschiedene Vorspannkraft untersucht: 3000 kN, 3500 kN und 4000 kN.

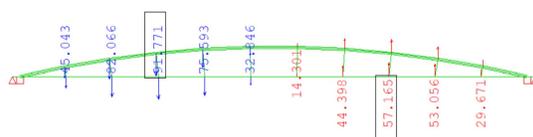


SOFISTIK-Modell

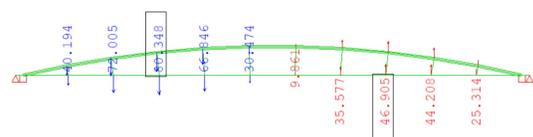
Dabei zeigt sich, dass durch die Erhöhung der Vorspannung eine Verringerung der Verformungen sowie der Druckkräfte im Bogen erreicht wird. Dies verdeutlicht, dass die Vorspannung im Untergurt eine Steigerung der Steifigkeit bewirkt und somit einen stabilisierenden Effekt aufweist.



Verformung unter Lastkombination 1 bei einer Vorspannkraft von 3000kN



Verformung unter Lastkombination 1 bei einer Vorspannkraft von 3500kN



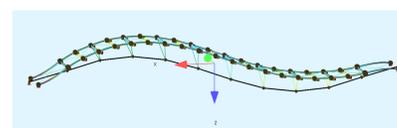
Verformung unter Lastkombination 1 bei einer Vorspannkraft von 4000kN

## Dynamische Analyse

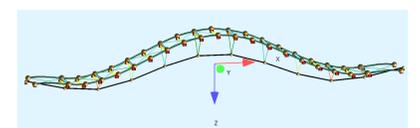
Hierbei werden zehn Eigenwerte in Abhängigkeit von der Vorspannung ermittelt, wobei festgestellt wird, dass die ersten und zweiten Eigenfrequenzen im Resonanzbereich liegen.

Eigenformen	Frequenz $f_{P=3000}$ [Hz]	Frequenz $f_{P=3500}$ [Hz]	Frequenz $f_{P=4000}$ [Hz]
Eigenform 1	2,063	2,209	2,345
Eigenform 2	2,934	3,126	3,303

Eigenfrequenzen bei Variation der Vorspannkraft



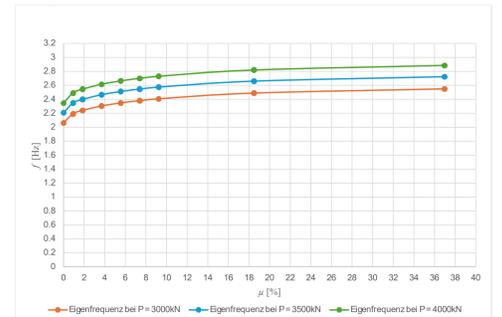
Eigenform 1



Eigenform 2

## Einflussfaktoren für die Tilgung:

- Positionierung der Tilger
- Vorspannkraft
- Federsteifigkeit
- Masse der Tilger



Einfluss der Tilgermasse auf die Eigenfrequenzen

## Getilgte Brücke

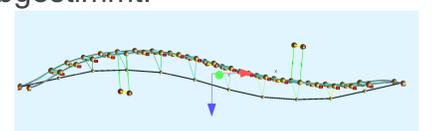
Zur Dämpfung wurden drei Tilger mit je 1000 kg Masse an den Punkten maximaler Auslenkung und Beschleunigung installiert. Die Federsteifigkeiten sind auf die Masse und die ungedämpften Eigenfrequenzen abgestimmt.

System	Frequenz $f_{P=3000}$ [Hz]	Frequenz $f_{P=3500}$ [Hz]	Frequenz $f_{P=4000}$ [Hz]
Ohne Tilgung	2,063	2,209	2,345
Mit Tilgung	2,364	2,528	2,596

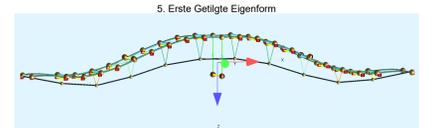
Vergleich Eigenfrequenzen mit und ohne Tilgung der ursprünglichen ersten Eigenform

System	Frequenz $f_{P=3000}$ [Hz]	Frequenz $f_{P=3500}$ [Hz]	Frequenz $f_{P=4000}$ [Hz]
Ohne Tilgung	2,934	3,126	3,303
Mit Tilgung	3,299	3,511	3,707

Vergleich Eigenfrequenzen mit und ohne Tilgung der ursprünglichen zweiten Eigenform



5. Erste Getilgte Eigenform



6. Zweite Getilgte Eigenform

## Zusammenfassung:

- Die Vorspannung versteift das System und erhöht somit die Eigenfrequenzen.
- Die Tilgermasse beeinflusst die Dämpfung nur begrenzt.
- Eine vollständige Schwingungsisolierung mit Feder-Masse-Elemente ist nicht möglich.

## Betreuung

Nicolai Grünvogel, M.Sc.

<https://www.ibb.uni-stuttgart.de>