Universität Stuttgart
Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

Tragverhalten und Steifigkeit hybrider Brückensysteme

Kilian Albrecht

Motivation und Zielsetzung

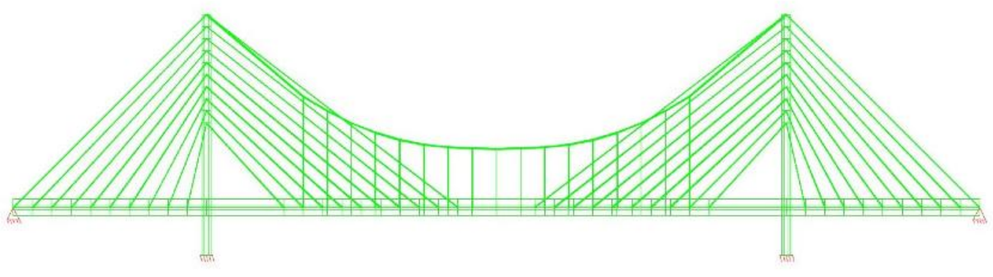
Hybride Brückensysteme sind Bauwerke, die den Aufbau von Schrägseilbrücken und den von Hängebrücken miteinander kombinieren. Hierbei zeigt sich besonders für große Spannweiten eine erhöhte Steifigkeit, die große Schlankheit und Stabilität gewährleistet.

Ziel dieser Abschlussarbeit ist die systematische Analyse und Auswertung des Tragverhaltens hybrider Brückensysteme unter Zuhilfenahme geeigneter statischer Modelle. Hierzu werden eine Hängebrücke, eine Schrägseilbrücke und ein hybrides Brückensystem separat modelliert und die errechneten Schnittgrößen und Verschiebungen tabellarisch verglichen und ausgewertet.

Grundlagen der Modellierung

Die Modellierung der Tragwerke erfolgt mit dem Statikprogramm SOFiSTiK. Zur Herstellung der Vergleichbarkeit zwischen den Brückensystemen werden die geometrischen und materiellen Randbedingungen sowie die Querschnittswerte konstant gehalten.

Aufgrund der großen Schlankheit der Systeme werden außerdem nichtlineare Effekte, die sich aus geometrischer und materieller Nichtlinearität ergeben, bei der Berechnung und der Auswertung der Ergebnisse berücksichtigt.



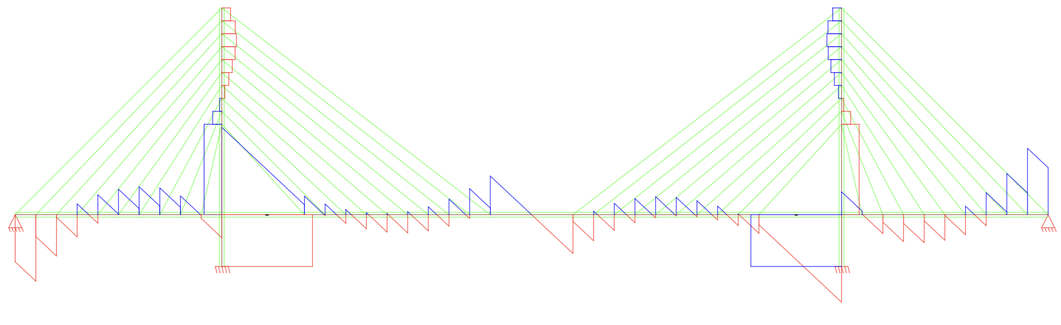
Das hybride Brückensystem

Bei der Kombination der beiden Brückensysteme spielt insbesondere die Implementierung von Vorspannung eine entscheidende Rolle. Aufgrund der aussteifenden Wirkung der Schrägkabel bedarf das Hängebrückensystem einer Aktivierung durch Vorspannung, um die in den Hängerkabeln wirkende Normalkraft zu erhöhen und die sich einstellenden Verschiebungen zu verringern. Die hybride Konstruktion kann nur dann Vorteile bieten, wenn beide Teilsysteme gleichberechtigt zum Lastabtrag beitragen. Hier ist infolgedessen eine möglichst homogene Normalkraftverteilung in den Seilelementen zielführend, die eine gleichmäßige Lastverteilung gewährleistet. Dies wurde im Zuge der Modellierung durch das Implementieren einer Vorspannkraft von 10.000 kN in den Hängerkabeln und dem Haupttragkabel erreicht.

Ergebnisse

Verschiebungen: Insgesamt weist das hybride Brückensystem die geringsten Verformungen auf. Hier kann ein fundamentaler Zusammenhang zwischen Horizontal- und Vertikalverschiebungen festgestellt werden. Die Maxima der Horizontalverschiebungen befinden sich für die Hängebrücke an den Pylonspitzen, bei der Schrägseilbrücke und dem hybriden Brückensystem in der Mitte der Pylone. Maximale Vertikalverschiebungen können für alle Systeme in Feldmitte festgestellt werden. Des Weiteren bringt die asymmetrische Aufbringung einer zusätzlichen Nutzlast im linken Nebenfeld des Balkens eine Verminderung der Verschiebungen mit sich, was auf die Durchlaufwirkung des Balkens zurückzuführen ist.

Schnittgrößen: Die qualitativen Schnittgrößenverläufe der Systeme werden maßgeblich von der horizontalen und vertikalen Kraftkomponente der Schrägkabel bestimmt, woraus sich große Ähnlichkeiten der Schnittgrößenverläufe der Schrägseilbrücke und des hybriden Brückensystems ergeben. Die Schrägkabel induzieren dabei sprunghafte An- und Abstiege der Normal- und Querkraft in den Pylonen und dem Fahrdeck. Das hybride Brückensystem weist zudem die größten Schnittgrößen auf.



Fazit

Das hybride Brückensystem weist die größte Steifigkeit aller Systeme auf. Sowohl bei den Verschiebungen als auch bei den Schnittgrößen können hier die geringsten Maxima beobachtet werden. Es wird insbesondere deutlich, dass die Schrägkabel die Aussteifung der Pylone und des Fahrdecks in Pylonnähe übernehmen. Das Hängebrückensystem hingegen übernimmt den Lastabtrag in der Feldmitte der Hauptspannweite. Hier ist die gleichmäßige Kraftverteilung durch das Implementieren von Vorspannung entscheidend.

Betreuung:
Lisa-Marie Krauß, M. Sc

Baustatik und Baudynamik