

Einfluss des Kreuzungswinkels auf Kraftfluss und Bewehrung bei zweifeldrigen, integralen Straßenbrücken

Inhalt der Arbeit

Sowohl die Schiefwinkligkeit, als auch die integrale Bauweise führt zu schwer vorhersagbaren Beanspruchungen auf das Tragwerk. Konkret kommt es zu einer nicht mehr vernachlässigbaren Interaktion des Bauwerkes mit dem anstehenden Erdkörper durch die integrale Bauweise an einem statisch unbestimmten System. Temperatur und Erddruck sind daher mit erhöhter Genauigkeit am Gesamtsystem zu betrachten. Schiefwinklige Brücken an sich weisen schon als Einfeldbrücken über die Breite komplexe Spannungsverteilungen auf. Außerdem muss teilweise ein zweiachsiger Lastabtrag berücksichtigt werden. Zusätzlich kommt es vermehrt zu einer Beanspruchungskonzentration in bestimmten Punkten. Durchlaufsysteme erhöhen die Komplexität bei schiefwinkligen Brücken aufgrund der entstehenden, unterschiedlich steifen Auflagerbereiche zusätzlich. Kombiniert man beide Bauweisen treffen viele, teilweise noch ungeklärte Einflüsse aufeinander.

Der erste Teil der Arbeit gibt in einer kurzen Literaturrecherche eine Übersicht über das Thema der integralen Brücken. Dazu sollen die wichtigsten Beweggründe für die Errichtung solcher Bauwerke sowie Einflussparameter auf das Tragverhalten und besondere Merkmale betrachtet werden. Im Anschluss erfolgt eine Zusammenfassung bisher verwendeter Erkenntnisse zum Thema schiefwinkliger Tragwerke. Hier wird insbesondere auf die Bewehrungsführung und die Momentenverteilung je Kreuzungswinkel α eingegangen.

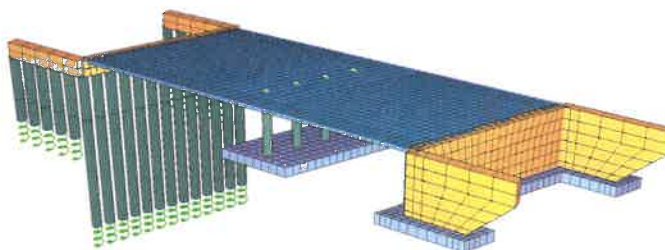


Abb. 1 - Modell der betrachteten integralen Brücke

Der zweite Teil stellt eine Analyse einer zweifeldrigen, schiefwinkligen, unterschiedlich gelagerten Brücke dar. Mittels einer Parameterstudie soll geklärt werden, wie sich die einzelnen Randbedingungen unter Gleichlast auf das Tragwerk auswirken und wie sich die Bewehrungsführung, welche von der Fachliteratur für konventionell gelagerte, schiefwinklige Brücken vorgesehen ist, auf die Bewehrungsmenge im ULS für eine integrale schiefwinklige Brücke auswirkt. Zunächst wird die Momentenverteilung unter Gleichlast analysiert, um einen Rückschluss auf den Lastabtrag solcher Brücken zu ziehen. In einem weiteren Schritt werden wesentliche Einwirkungen auf schiefwinklige, integrale Mehrfeldbrücken betrachtet. Im Anschluss erfolgt die Analyse der notwendigen Bewehrungsmenge je Schiefwinkligkeit und Bewehrungsmuster für wesentliche Brückenlasten. Als Vorgabe für die Bewehrungsrichtungen werden die beiden Empfehlungen nach *Leonhardt, F.* [1979] für stark und mäßig schiefwinklige Brücken herangezogen und unter Berücksichtigung der Theorie nach *Baumann, T.* [1972] die Bewehrungsmenge mithilfe des Programmpakets SOFISTiK 2016 bestimmt.

Die Untersuchungen und die Ergebnisse werden ausschließlich auf Straßenbrücken bezogen. Die Resultate sind eingeschränkt auch für Bahn- und Fußgängerbrücken anwendbar, werden aber im Einzelnen nicht dahingehend betrachtet oder kommentiert. Die Analyse beschränkt sich ausschließlich auf die Menge der Längs- und Querbewehrung aus dem ULS-Nachweis. Etwaige Anpassungen aufgrund von SLS-Nachweisen, sowie eine etwaig notwendige Querkraftbewehrung wurden nicht betrachtet.

Zusammenfassung der Ergebnisse

In der vorab durchgeführten Sensitivitätsanalyse wurden zwei konventionell gelagerte Zweifeld-Systeme mit vier unterschiedlichen Kreuzungswinkel α unter einer konstanten Flächenlast ausgewertet. Die Untersuchung des Einflusses der Schiefwinkligkeit an einfachen Durchlaufplatten hat ergeben, dass neben dem Kreuzungswinkel α sich die effektive Spannweite L oder Brückenlänge L_φ verändert. Eine konstante Spannweite L führt hierbei zu einem Anstieg der Momente bei zunehmender Schiefwinkligkeit. Wird die Brückenlänge L_φ fixiert, kommt es zu einem deutlichen Momentenabfall in allen Bereichen bedingt durch die abnehmende effektive Spannweite L . Diese effektive Spannweite L ist neben der Brückenbreite daher essentiell für den Kraftfluss im Tragwerk.

In einem nächsten Schritt wurden die Auswirkungen der gewählten Randbedingungen am zweifeldrigen Rahmensystem unter Gleichlast und Temperatur untersucht. Die Schiefwinkligkeit an sich führt bei integralen Brücken zu teils anderen Reaktionen als bei konventionell gelagerten Varianten. Insbesondere der Einfluss des durch die stumpfe Ecke eingespannten Randes im Widerlagerbereich nimmt ab. Flügelwände hatten einen geringen Effekt auf das Momentenbild und auch die Bettung wirkt sich vornehmlich auf den Randbereich aus. Die Änderung der Widerlagerart, flach- oder bohrpfahlgegründet, wirkt sich ausschließlich auf das anschließende Feld aus.

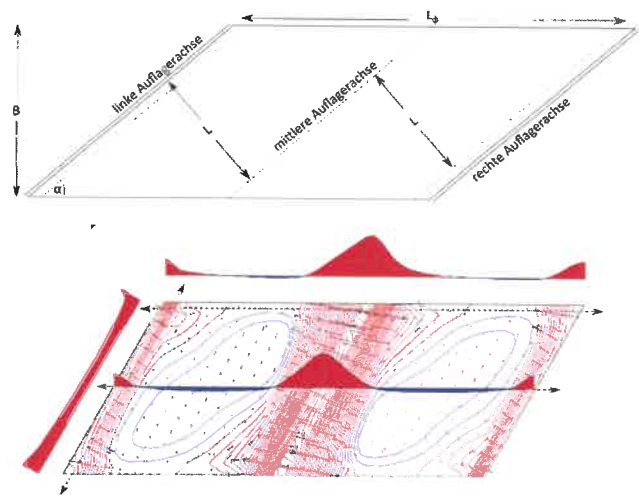


Abb. 2 - Geometrieparameter und Hauptmoment m_2 für eine integrale schiefwinklige Zweifeldbrücke

Die Untersuchung der Bewehrungsmenge am Rahmensystem unter Variation des Kreuzungswinkel α und der Längsbewehrungsrichtung ξ hat ergeben, dass die Grenzen von Leonhardt für konventionell gelagerte Einfeldbrücken auch auf integrale Zweifeldbrücken sinnvoll angewandt werden können. Unter bestimmten Voraussetzungen wären aber auch kleinere Kreuzungswinkel vertretbar. Grundsätzlich gilt das Beanspruchungsrichtung und Bewehrungsrichtung nicht zu weit voneinander abweichen sollten, um keine ineffizienten Lastabtrag zu provozieren. Der Kreuzungswinkel zwischen den Bewehrungsscharen hat einen deutlichen Einfluss auf die Flexibilität des Bewehrungsmusters, was vor allem bei stark schiefwinkligen Brücken und damit einhergehenden drehenden Hauptmomenten von Relevanz ist.

Weiterer Forschungsbedarf in diesem Bereich ist vor allem bei der vereinfachten Bestimmung der Bemessungspunkte gegeben. Hier wären Angaben entsprechend jenen in *Leonhardt, F.* [1979] oder *Czerny, F. et al.* [1983] für Rahmenbrücken und mehrfeldrige Systeme von großem Vorteil. Ein weiterer Punkt ist die detaillierte Untersuchung des Rahmenecks über die Auflagerlänge im Hinblick auf die dort auftretenden Querkräfte. Betreffend die Bewehrungsanalyse, sollte neben der hier untersuchten Bewehrungsmenge auch die Rissweite im SLS untersucht werden. Sensitivitätsanalysen sind zum Thema Erddruck und Verkehrslasten von Interesse.