

Integrale Brücken

DI Dr. Roman Geier
Schimetta Consult ZT GmbH
www.schimetta.at

Kurzfassung

Bei Integrale Brücken handelt es sich um zumeist in Form von Rahmentragwerken ausgeführte lager- und fugenlose Brücken, welche sich durch hochgradige statische Unbestimmtheit auszeichnen. Obwohl dieser Bauwerkstyp in letzter Zeit auf ständig wachsendes Interesse seitens der Bauwerkseigner stößt, welche mit signifikanten Einsparungen in der Bauwerkserhaltung aufgrund des Fehlens der stark gefährdeten Brückenausrüstung (Lager und Fahrbahnübergänge) rechnen, ist deren Akzeptanz unter Planern und Bauherrn nach wie vor eingeschränkt. Gründe hierfür sind die zahlreichen Unsicherheiten im Entwurf, die durch die Entwicklung der Materialfestigkeit mit der Zeit, Kriech- und Schwindvorgänge im Beton sowie geeignete Modellierungsmöglichkeiten begründet sind. Aus diesem Grund werden gegenwärtig in mehreren Forschungsprojekten durch Monitoring des Strukturverhaltens von neugebauten integralen Brücken, deren Interaktion mit dem Untergrund und numerischen Untersuchungen die notwendigen Grundlagen für eine österreichische Richtlinie zur Bemessung Integraler Brücken sowie Verifikation beziehungsweise Verbesserung der Entwurfskriterien erarbeitet.

Einleitung

Dem gegenwärtigen Trend in Richtung nachhaltiger und kosteneffizienter Brückenbauten folgend gewinnen integrale Brücken auch in Österreich zunehmend an Bedeutung. Durch die klimatischen Bedingungen sowie unterschiedliche Normenlage und Erfahrungswerte können internationale Konzepte und Richtlinien nur bedingt auf die nationale Situation übertragen werden.

Zur Erstellung einer österreichischen Richtlinie entstand ein Bedarf an Grundlagenuntersuchungen sowie einer Evaluierung internationaler Entwurfsleitlinien für integrale Brücken. Im Zuge der Förderlinie Straßenforschung des BMVIT wurde in Kooperation mit der ASFINAG ein Forschungsprojekt zur detaillierten Untersuchung des Tragverhaltens integraler Brücken unterstützt, dessen Erkenntnisse dem FSV Arbeitsausschuss „Entwurfs- und Planungsgrundlagen für Brücken“ zur Verfügung gestellt werden.

Neben grundlegenden numerischen Untersuchungen zur Auswirkung von Entwurfsparametern wie Längsneigung, Querneigung, Krümmung, Brückenschiefe sowie Ausbildung von Widerlager und Gründungen, welche in die Richtlinie eingehen, werden auch die maximal mögliche und durch resultierende Zwangsbeanspruchungen begrenzte Brückenlänge einer näheren Betrachtung unterzogen. Dabei gewinnt die Schleppplatte ebenfalls zunehmend an Bedeutung. Von großem Interesse aus Sicht der Bauwerkserhaltung ist weiters die Frage nach Umrüstung bestehender Tragwerke in integrale Brücken, welche eine Reduktion der Erhaltungs- und Instandsetzungskosten erwarten lässt.

Wesentlich für die Verifikation der numerischen Berechnungen ist die Erfassung des tatsächlichen Strukturverhaltens. Aus diesem Grund beinhaltet das Projekt auch die Installation von Messsystemen in neu errichteten integralen Brücken. Die beobachteten Messgrößen umfassen zum Beispiel Längenänderungen, Erddrücke, Verformungen im Jahresverlauf, Tragwerkstemperatur, Verformungen etc.

Parameterstudien

Numerische Untersuchungen setzen die Erstellung eines geeigneten Rechenmodells voraus. Um alle Untersuchungsziele erreichen zu können und trotzdem die erforderliche Rechenzeit auf ein Minimum zu reduzieren wurde in einem ersten Schritt ein integrales Vierfeldsystem mit 100 m Gesamtlänge und Stützweiten von 25 m gewählt. Die Gründung erfolgt wahlweise durch eine Flach- bzw. Tieffundierung. Die Stützhöhen betragen einheitlich 5,0 m. Zusätzlich wurden 200 m lange Systeme mit konstanter Stützweite von 8 x 25,0 m sowie 6 x 25 m + 2 x 18 m untersucht um den Einfluss der Gründung sowie der Stützweitenverhältnisse auf die Schnittgrößen beurteilen zu können.

Im Detail werden insbesondere folgende Untersuchungen durchgeführt, wobei zufällig auftretende Fragestellungen im Zuge der Bearbeitung mit aufgenommen werden:

- Einfluss der Geometrie und Anlageverhältnisse des Bauwerks
 - Schiefe der Brücke
 - Untersuchung verschiedener Steigungen
 - Einfluss der Krümmung auf das Tragverhalten
- Brückenlänge und resultierende Zwangsbeanspruchungen
- Untersuchung der Widerlagerausbildung
 - Einfluss der Widerlagerhöhe
 - Ausbildung von Flügelmauern
- Fundierung und Untergrund
 - Widerlagersenkung
 - Stützensenkung
 - Elastizität der Gründung sowie des Untergrundes
- Ausbildung des Überbaus
 - Beurteilung der Traglastreserven durch Rahmenwirkung
- Schleppplattenausführung
 - Länge
 - Setzungsverhalten
 - Ausbildung der Dehnfugen
- Umrüstung bestehender Bauwerke auf integrale Brücken
- Vorteile einer nichtlinearen Berechnung auf Bewehrungsmengen

Als limitierende Parameter für integrale Brücken haben sich bisher folgende Punkte herausgestellt:

- Gründungsart (Steifigkeit Widerlager)
- Rahmenecken mit zunehmenden Abstand vom Bewegungsruhepunkt
- Rahmenecke Widerlager

Vorteile in Hinblick auf geringere Schnittgrößen und Reduktion der erforderlichen Bewehrungsmengen können durch folgende Maßnahmen erzielt werden:

- Ausbildung der Stützen / Anschluss an das Tragwerk (Vouten)
- Möglich elastische Ausführung der Stützen
- Ausbildung der Schleppplatte für größere Dehnwege
- Nichtlineare Berechnung zur Optimierung bzw. Einsparung von Bewehrung

Die Ergebnisse und daraus resultierenden Empfehlungen für die Ausbildung integraler Bauwerke werden in die derzeit in Ausarbeitung befindliche Richtlinie übernommen und sollen auf diese Weise der Ingenieurgemeinschaft zur Verfügung gestellt werden.

Messprogramm

Als Teil der österreichischen Forschungsinitiative werden messtechnische Untersuchungen an integralen Brücken in Österreich forciert um abgesicherte Grundlagen für die Konzeption neuer Tragwerke sowie die erforderlichen Basiswerte für die Richtlinie zu erarbeiten. Schwerpunkt der Messungen bildet die Erfassung folgender Parameter:

- Bauwerkstemperatur als Grundlage zur Interpretation der übrigen Parameter
- Erddruckentwicklung hinter dem Widerlager
- Längenänderung des Bauwerks im Jahreszyklus
- Verformungsverhalten (vertikal und horizontal) des Objektes im Jahreszyklus

Derzeit werden 2 integrale Bauwerke messtechnisch überwacht, ein umfassendes System für eine ca. 120 m lange integrale Brücke befindet sich im Moment in der Realisierungsphase. Die erzielten Ergebnisse werden dabei in die Richtlinie einfließen die somit auch in Hinblick auf realistische Grundlagendaten abgesichert ist.

Zusammenfassung

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass die integrale Bauweise für Brücken kleinerer und mittlerer Länge die wirtschaftlichste und technisch sinnvollste Lösung darstellt. Dadurch lassen sich robuste, dauerhafte und vor allem in Hinblick auf die Erhaltung sehr vorteilhafte Tragwerke erreichen die auch einen breiten Spielraum für ästhetische Gestaltung bieten. Auf Basis der bisherigen Ergebnisse des Forschungsprojektes sind vollintegrale Brücken mit Längen bis zu 200 m bei sorgfältiger Ausbildung der Details möglich und sollten auch in Zukunft vermehrt entworfen und realisiert werden.