



Dipl.-Ing. Regina della Pietra BSc

Integralisierung von Bestandsbrücken

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der technischen Wissenschaften

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Nguyen Viet Tue

Institut für Betonbau

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Dissertation identisch.

.....
(Ort, Datum)

.....
(Unterschrift)

Kurzfassung

Durch das zunehmende Alter der Brückentragwerke bei gleichzeitiger Zunahme des Güterverkehrs mit immer größer werdenden Achslasten, wird es künftig erforderlich sein, konventionell errichtete Bestandsbrücken in robuste Brückentragwerke mit niedrigen Lebenszykluskosten bei gleichzeitiger Ertüchtigung umzubauen. Diese Anforderungen können durch den Umbau konventioneller Tragwerke in integrale Brücken, eine Integralisierung, erfüllt werden. Für die Integralisierung ist jedoch noch keine anerkannte Vorgehensweise vorhanden.

Da der österreichische Straßenbrückenbestand zu einem großen Teil aus einfeldrigen Tragwerken mit Plattenquerschnitt besteht, wird der Fokus auf die Machbarkeit der Integralisierung dieses Konstruktionstyps gelegt. Hierbei werden vor allem die Dauerhaftigkeit und die Ertüchtigungsmöglichkeit in den Vordergrund der Untersuchungen gestellt. Weiters werden wesentliche Ergebnisse zum Einfluss des Baugrundes auf die Schnittgrößen infolge von Temperaturänderung und des mobilisierten Erddrucks dargestellt und diskutiert. U.a. wird die Steifigkeitsreduktion zufolge der Rissbildung des Betons und der Plastifizierung der Bewehrung quantifiziert, um einen Bemessungsvorschlag für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS) und der Tragfähigkeit (ULS) ableiten zu können. Mit dem vorgestellten Ertüchtigungskonzept sollen die Grenzen der Anwendbarkeit als auch die zugehörigen technischen Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt werden.

Abstract

Due to the increasing age of existing bridges and increasingly heavy traffic with high axle loads, it will be necessary to convert and retrofit conventional bridges into robust structures with low lifecycle costs in the future. By converting existing conventional structures into integral bridges, these requirements can be achieved easily. However, for this procedure no generally approved guideline is available.

The Austrian road system consists mostly of single span bridges with a plate cross section. Therefore, this dissertation will focus on the feasibility of the conversion of an existing conventional bridge with a plate cross section into an integral bridge. The primary focus of the study is the durability and the possibility of retrofitting this bridge type. Furthermore, the study covers the influence of the soil-structure-interaction on the internal forces due to temperature and the mobilized earth pressure. The reduction of stiffness due to cracking of the concrete and due to plasticization of the reinforcement is quantified in order to be able to give a proposal for the design in SLS and ULS. The limits of the application as well as the technical solutions for the conversion of existing conventional structures into integral bridges will be pointed out with the proposed approach.

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	1
1.1. Handlungsbedarf und Motivation	1
1.2. Ziel, Aufbau und Abgrenzung der Arbeit	5
2. Bauwerkseigenschaften vor und nach der Integralisierung	7
2.1. Allgemeine Maßnahmen bei einer Integralisierung	7
2.2. Bauwerkseigenschaften des Bestandstragwerkes	11
2.2.1. Überbaukonstruktion	11
2.2.2. Unterbau und Lagerbereiche	14
2.3. Tragverhalten nach der Integralisierung	17
2.3.1. Zwangbeanspruchung zufolge Verformungseinwirkung	17
2.3.2. Boden-Bauwerks-Interaktion	20
2.4. Bisherige Erfahrungen in Österreich	23
2.4.1. Objekt A	23
2.4.2. Objekt B	25
2.4.3. Objekt C	26
2.4.4. Zusammenfassung der Objekte	29
2.5. Offene Fragestellungen	31
3. Parameterstudie zur Schaffung der Bemessungsgrundlagen	33
3.1. Allgemeines	33
3.2. Bedeutung der Bodensteifigkeit	35
3.2.1. Bestimmung der Kopf- und Fußverformung	35
3.2.2. Ruhepunkt der Verformungsfigur	37
3.3. Zwang infolge Temperatur	38
3.3.1. Einfluss der Boden-Bauwerks-Interaktion	39
3.3.2. Einfluss der Bauwerkssteifigkeit	45
3.4. Zwangkraftabbau durch Rissbildung und Plastifizierung der Bewehrung	48
3.4.1. Steifigkeitsabbau am Querschnitt	48
3.4.2. Abbau im SLS	50
3.4.3. Abbau im ULS	53
3.5. Beanspruchungen zufolge des mobilisierten Erddruckes	59
3.5.1. Untere Erddruckgrenze bei einer Tragwerksverkürzung	59
3.5.2. Obere Erddruckgrenze bei einer Tragwerksausdehnung	60
3.5.3. Bestimmung einer Ersatzlast	64
3.6. Beanspruchungen zufolge äußerer Lasten	67
3.6.1. Rahmenecke	67
3.6.2. Feldmitte	68
3.6.3. Widerlagerfuß	69
3.6.4. Einfluss von Bauphasen	70

4. Vorschlag für die Bemessung	73
4.1. Modellbildung und praxisgerechte Vereinfachungen	73
4.1.1. Allgemeines zur Schnittkraftermittlung	73
4.1.2. Steifigkeit des Baugrundes und der Gründung	75
4.1.3. Steifigkeit des Tragwerkes	76
4.1.4. Steifigkeitsabminderung infolge Rissbildung und Plastifizierung der Bewehrung	77
4.2. Einwirkungen und Lastfallkombinationen	78
4.2.1. Normative Einwirkungen	78
4.2.2. Temperatureinwirkung	79
4.2.3. Erddruckbelastung	82
4.2.4. Überlagerung von Temperatur und Erddruck	86
4.2.5. Überlagerung von frühem und spätem Zwang	87
4.3. Nachweisführung	88
4.3.1. Materialeigenschaften	88
4.3.2. Rahmenecke	89
4.3.3. Widerlagerfuß	94
4.3.4. Feldbereich	97
4.3.5. Schubnachweis	97
5. Vorschlag zur konstruktiven Durchbildung	98
5.1. Mindestbewehrung	98
5.1.1. Zufolge frühem Zwang	98
5.1.2. Zufolge spätem Zwang	98
5.1.3. Erforderliche Mindestbewehrung	102
5.2. Ausbildung der Rahmenecke	102
5.2.1. Schematischer Bauablauf	102
5.2.2. Integrale Lösung	103
5.2.3. Semi-integrale Lösung	105
5.3. Übergang Straße - Brücke	106
6. Zusammenfassung und Ausblick	109
Literaturverzeichnis	111
A. Ergänzungen zur Literatur	118
A.1. Integralisierung von Bestandsbrücken	118
A.2. Auswertung der Plattenormalien	120
A.2.1. Vorgehensweise	120
A.2.2. Normalien für Plattenbrücken - 1967	122
A.2.3. Autobahn-Plattenormalien - 1969	124
A.2.4. RVS 15.125 - 1987	125
A.2.5. RVS 15.02.31 - 2004	128
A.3. Zwangkraftabbau	131
A.4. Normative Festlegungen zum mobilisierten Erddruck bei einer Tragwerksausdehnung	133
B. Verwendete Materialeigenschaften und -modelle	136
B.1. Materialeigenschaften von Beton und Betonstahl	136
B.2. Betonarbeitslinie	137
B.3. Stahlarbeitslinie	139

B.4. Modifizierte Stahlarbeitslinie	140
B.5. Momenten-Krümmungs-Beziehung	142
B.6. Erddruckbeiwerte	143
C. Analytische Berechnung des Rahmens	144
C.1. Temperatureinwirkungen	145
C.2. Gleich- und Punktlasten am Über- bzw. am Unterbau	147
C.3. Berechnung des mobilisierten Erddruckes	149
D. Diverse Berechnungen	155
D.1. Langzeitverhalten des Betons	155
D.1.1. Kriechen über 1 Jahr	155
D.2. Schnittkraftberechnung unter Berücksichtigung von Bauphasen	157
D.3. Spannungsberechnung in Querrichtung	158