

MA 29 STRASSENBRÜCKE: B0209 03 FREUDENAUER HAFENBRÜCKE WIEN_BAULOS F-KA

Das Projekt "SAFEBRIDGE" hat das Ziel, ein fortgeschrittenes Verfahren zur numerischen Bewertung von Brücken auf der Grundlage der Zuverlässigkeitstheorie (auf Basis von EN 1990 und der österreichischen Norm ÖN B4008-2) zu entwerfen und dieses für mehr Ingenieurbüros und Straßen- und Eisenbahninfrastrukturbetreiber in Wien, Niederösterreich und Mähren verfügbar zu machen. Eine der ausgewählten Brücken (5 in Österreich und 5 in der Tschechischen Republik) wird vorgestellt, einschließlich Bauwerkdetails, FE-Modell, Lastmodellen und ausgewählten Ergebnissen.

Bauwerksdetails

- 4-feldrige, 4-stegige Plattenbalkenbrücke mit Stütz- und Feldquerträger + aussteifender Bodenplatte im Stützbereich
- Schräge Plattenbrücke, Winkel = 46°
- Stützweiten = 4 x 26,20 m
- Plattendicke: 22 cm
- Plattenbalkenbreite/-höhe: 50 cm, 60 cm/1,7 m
- Baujahr: 1957/1958



Abbildung 1: Ansicht der B0209 – Baulos F – Ka

Abbildung 1 stellt den Ansicht der Brücke dar. Es handelt sich um eine 4-stegige Plattenbalkenbrücke mit Auskragungen auf beiden Seiten (Abbildung 2). Ein Teil der Längsbewehrung ist in den Auflagerbereichen aufgebogen, um sowohl Scherkräfte als auch Stützmomente aufzunehmen (Abbildung 3).

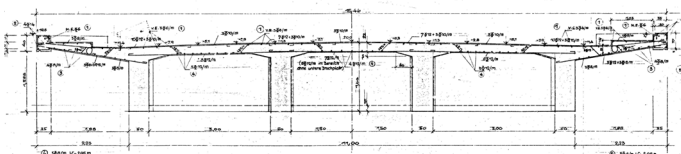


Abbildung 2: Querschnitt des Tragwerks [1]

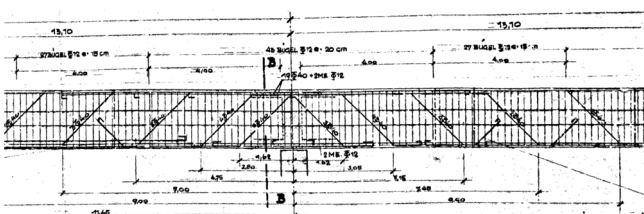


Abbildung 3: Längsbewehrung des Tragwerks [1]

Die Bewehrung in Haupttragrichtung ist als Stabstahl mit dem einem Durchmesser von 40 mm ausgeführt (Abbildung 4). Die Lagerung der Brücke erfolgt über Blei- und Stelzenlager (Abbildung 5).

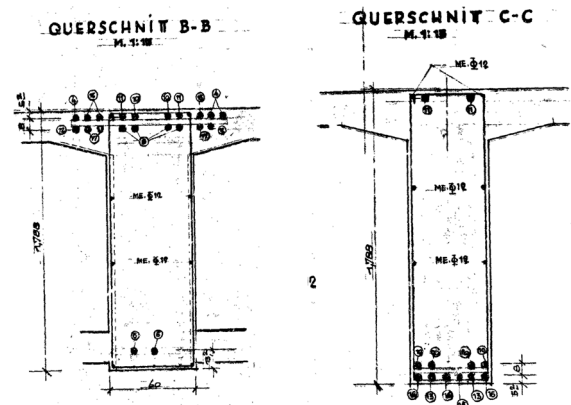


Abbildung 4: Längsbewehrung des Tragwerks im Schnitt [1]

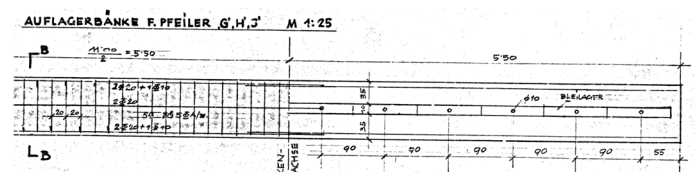


Abbildung 5: Details des Auflagerbereiches [1]

Lineares FE - Model

Die lineare Nachrechnung erfolgte mithilfe der FE – Software SOFiSTiK [3] (Abbildung 6). Das Modell wurde mit dem von SOFiSTiK [3] empfohlenen Ansatz für Plattenbalken mit dem Befehl PLEX (engl. TBEX) erstellt (Abbildung 7). Deshalb werden für die Geometrie zwei Elementtypen benötigt. Die 4 Plattenbalken, die Unterzüge unter den Auflagern und in Feldmitte zunächst mit Stäben (Beams) erstellt. Zusätzlich wird der Stegbereich der Plattenbalken als Flächenelement (QUAD Element) modelliert.

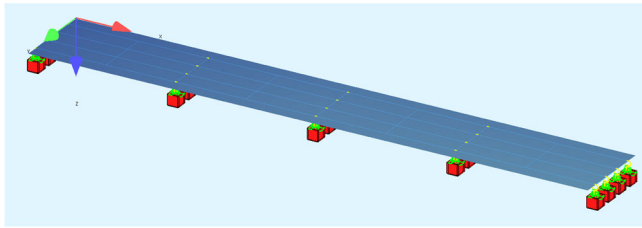


Abbildung 6: FE – lineares Modell

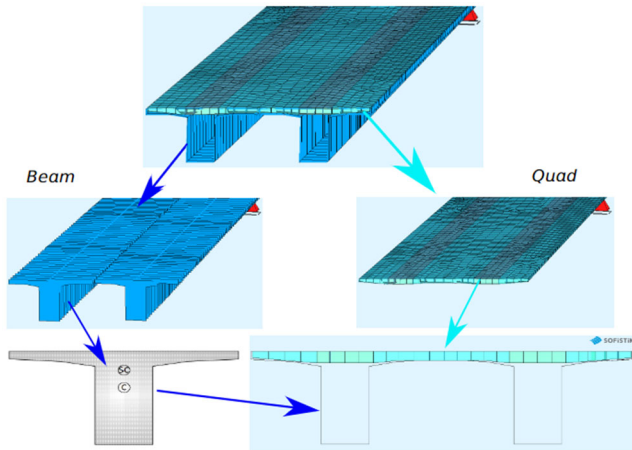


Abbildung 7: T-Bex – Lineares Modell [3]

Lastmodell

Die Brücke wurde nach dem Lastmodell 1 nach EN 1991-2 berechnet (Abbildung 8). Außerdem wurden zur Plausibilitätskontrolle Berechnungen in Anlehnung an die Nachrechnung aus dem Jahr 1984 [2] durchgeführt.

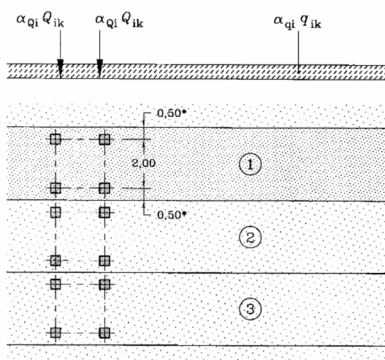
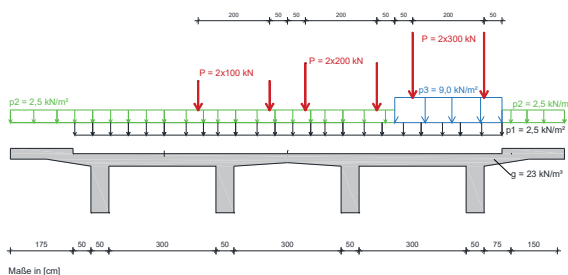


Abbildung 8: Lastmodell 1 nach EN 1991-2 [4]

Für die Berechnung in der Kurzstatik [2] aus dem Jahr 1984 wurde die Flächenlast anteilmäßig auf die Träger als Linienlast umgerechnet. Für die Nachrechnung wird, aktuellen Standards entsprechend auf die Einhüllende der Momentenlinie bemessen. Abbildung 9 zeigt die Lasten aus der Berechnung von 1984.

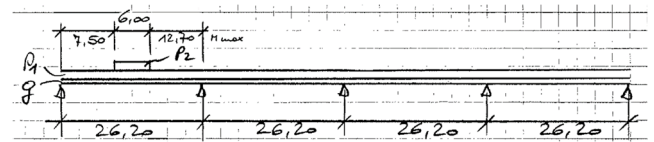


Abbildung 9: Ungünstige Laststellung Statische Berechnung 1984 [2]

Ausgewählte Ergebnisse-Lineare Neuberechnung

Nachfolgend wird exemplarisch der Momentenverläufe aus den Berechnungen des MAXIMA Moduls gezeigt (Abbildung 10 und Abbildung 11).

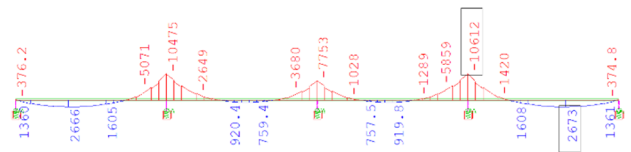


Abbildung 10: Momentenverlauf mit LM1 nach ÖNORM EN 1991-2 [4]; Tandemlast beweglich

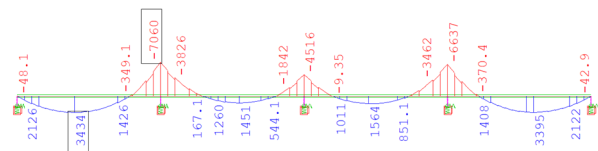


Abbildung 11: Momentenverlauf mit Lastmodell aus der Kurzstatik 1984 [2]; Linienlasten

In Abbildung 12 wird beispielhaft das Ergebnis der Bemessung für die untere Bewehrungslage der Längsbewehrung der Balken mit der Software SOFiStiK gezeigt. Die berechnete erforderliche Längsbewehrung der Balken ist geringer als die vorhandene Längsbewehrung.

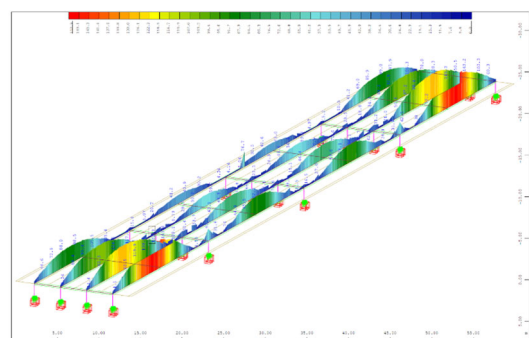


Abbildung 12: Längsbewehrung Balken untere Lage

Nichtlineares FE - Modell

Basierend auf den digitalisierten Unterlagen wurde eine nicht-lineare FE-Berechnung mit der Software ATENA vorgenommen. Es wurde einerseits ein „großes“ Modell der Brücke, das sogenannte Gesamtmodell (Abbildung 13), und andererseits auch ein kleineres Modell nur für den Randträger (Abbildung 14) erstellt. Die Modelle wurden jeweils bis zur Symmetrieachse bei Pfeiler H umgesetzt. Zusätzlich wurde ein Detailmodell im Bereich des größten Stützmomentes erstellt (Abbildung 15).

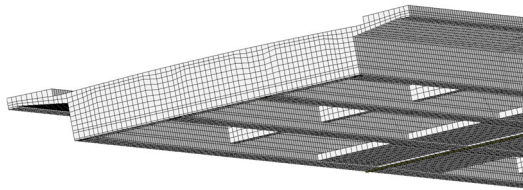


Abbildung 13: Gesamtmodell nichtlineare Berechnung

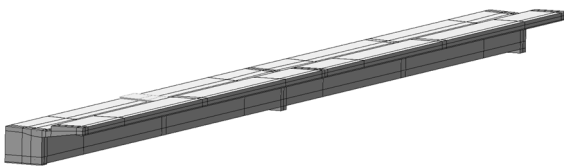


Abbildung 14: Modell Randträger der nichtlinearen Berechnung

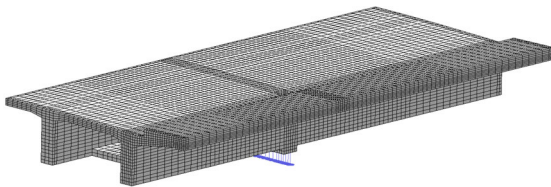


Abbildung 15: Detailmodell im Bereich des größten Stützmomentes

Zur Plausibilitätskontrolle wurden die Auflagerreaktionen der verschiedenen Modellierungen miteinander verglichen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Zusammenstellung Auflagerreaktionen Lastmodell 1984 Modell Randträger in [MN]

| EIGEN-GEWICHT | Atena Randträger | SOFiSTiK TBEX line load | Berechnung 1984 | Ruck-zuck |
|-----------------|------------------|-------------------------|-----------------|-----------|
| Auflager F | 0,645 | 0,632 | 0,644 | 0,639 |
| Auflager G | 1,706 | 1,716 | 1,875 | 1,860 |
| Auflager H | 1,512 | 1,415 | 1,522 | 1,511 |
| Lastmodell 1984 | Atena Randträger | SOFiSTiK TBEX line load | Berechnung 1984 | Ruck-zuck |
| Auflager F | 0,997 | 0,967 | 0,992 | 0,953 |
| Auflager G | 2,494 | 2,634 | 2,688 | 2,622 |
| Auflager H | 2,070 | 2,069 | 2,186 | 2,021 |

Es wurden beim FE Modell Randträger auch das Lastmodell LM 1 und das Lastmodell aus der Kurzstatik 1984 modelliert und verglichen. In Abbildung 16 wird beispielhaft der Unterschied der Durchbiegung des Trägers im Bereich des größten Feldmomentes bei den beiden Lastmodellen gezeigt, und in Abbildung 17 die Unterschiede in den Rissbreiten.

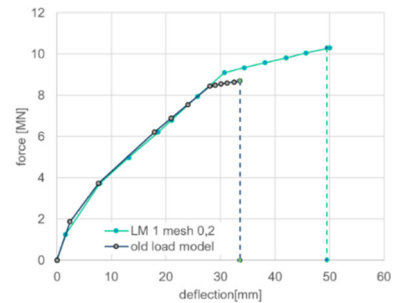


Abbildung 16: Durchbiegung in Feldmitte vs Reaktionskräfte

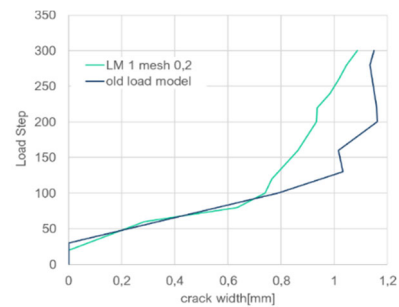


Abbildung 17: Belastungsschritt vs Rissbreite

Die nichtlineare Berechnung hat den Vorteil, dass die Rissentwicklung, das Rissmuster und die Rissbreite abgebildet werden kann. In Abbildung 18 wird beispielhaft ein Rissbild des Modells Randträger gezeigt.

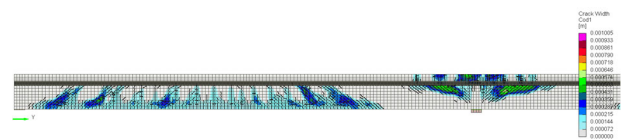


Abbildung 18: Rissbreiten Modell Randträger bei Flächenlast aus Lastmodell 1

Quellen

- [1] Ingenieure Mayreder, Kraus & Co., Baugesellschaft M.B.H.Wien, Bewehrungspläne Freudenauer Hafenerbrücke, 1954
- [2] Dipl.-Ing. Peter Fritsch, Dip.-Ing. Gerd Chiari, Zivilingenieure für Bauwesen, *Freudenauer Hafenerbrücke Objekt 0209 – Brücke über die Hafeneinfahrt und den Donaukanal - Standberechnung*, 1984
- [3] SOFiSTiK AG, *SOFiSTiK 2019*
- [4] ÖNORM EN 1991-2, 2004