

# Ein Brückenleben lang – Lebenszykluskosten von Brücken aus Hochleistungsbeton

DI Rainer Waltner

Zivilingenieurbüro Dr. Lindlbauer, Wien

## 1 Einleitung

Der Kostenfaktor spielt auch im Brückenbau eine immer größere Rolle. Dabei sollten jedoch nicht nur die Anschaffungskosten, sondern auch die Lebensdauer und die Folgekosten betrachtet werden. Mehr als die Hälfte des Bundesstraßenbudgets fließt in die Erhaltung des Straßennetzes und deren Kunstbauten, alleine ein Viertel wird für Instandsetzungsmaßnahmen benötigt [1].

Auch das Land Niederösterreich hat dies erkannt und 2001 einen Arbeitskreis einberufen, der sich mit dem Thema Fertigteillemente im Brückenbau beschäftigt. Die positiven Erfahrungen der Fertigteilindustrie mit Hochleistungsbeton führten zu der Überlegung, Fertigteile und Ort beton aus Hochleistungsbeton im Brückenbau einzusetzen.

## 2 Typenunterlagen des Landes Niederösterreich

Im Auftrag des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung, Gruppe Straße, wurden zwei Typenunterlagen erstellt, die sich mit Fertigteilbrücken beschäftigen. Beide Systeme wurden für eine Belastung Brückenklasse I gemäß ÖNORM B 4002 [2] ausgelegt.

Der Einsatz dieser Fertigteillemente soll zu einer

- Minimierung der Bauzeit
- Minimierung der Verkehrsbehinderung
- Verbesserung der Effizienz und Effektivität bei der Herstellung und Erhaltung
- Verbesserung des Service-Gedankens
- Minimierung der Planungskosten
- Minimierung der Herstellungskosten
- Minimierung der Erhaltungskosten

führen.

### 2.1 Fertigteilkleinbrücke und Fertigteil-durchlässe [3]

Fertigteile in Normalbeton

Tragwerkslängen: 1,90 m bis 5,00 m

Überschüttungshöhen: bis 6,00 m

Kreuzungswinkel: 45° bis 90°

Die Fertigteilkleinbrücken und –durchlässe bestehen aus U-förmigen Stahlbetonfertigteilen mit unterschiedlichen Höhen und Stützweiten. Zu einem Kastenquerschnitt zusammengesetzt verdoppelt sich die lichte Höhe und das Anwendungsgebiet lässt sich auf Fußgänger- und Radwegunterführungen erweitern. Die Fertigteillemente werden nach dem Versetzen durch eine Längsvorspannung miteinander verbunden.

Diese Typenunterlage wurde auch in Hinblick auf eine einfache Herstellung der Fertigteile, z. B. in landeseigenen Werkstätten oder Brückenmeistereien, entwickelt. Auf die Fertigteillemente kann sofort nach dem Versetzen die Isolierung aufgebracht werden, wodurch eine zusätzliche Bauzeitverkürzung erreicht wird.

### 2.2 Fertigteilbrücken aus Hochleistungsbeton [4]

Fertigteile aus Hochleistungsbeton und Aufbeton aus Hochleistungsbeton

Stützweite: 5,00 m bis 11,00 m

Kreuzungswinkel: 75° bis 90°

Durch die Anwendung einer direkt befahrbaren Oberfläche aus Hochleistungsbeton ergibt sich nicht nur eine Kosten- und Bauzeiteinsparung, sondern durch den Wegfall der Abdichtung und des Belags auch eine deutliche Reduktion der Instandsetzungsintervalle. Der Regelquerschnitt wird ohne zusätzlichen Randbalken ausgeführt, die Verkehrsführung kann durch die Anordnung von Leitwänden oder die Ausbildung eines Schrammbords im Aufbeton erfolgen (Abb. 1 und 2).

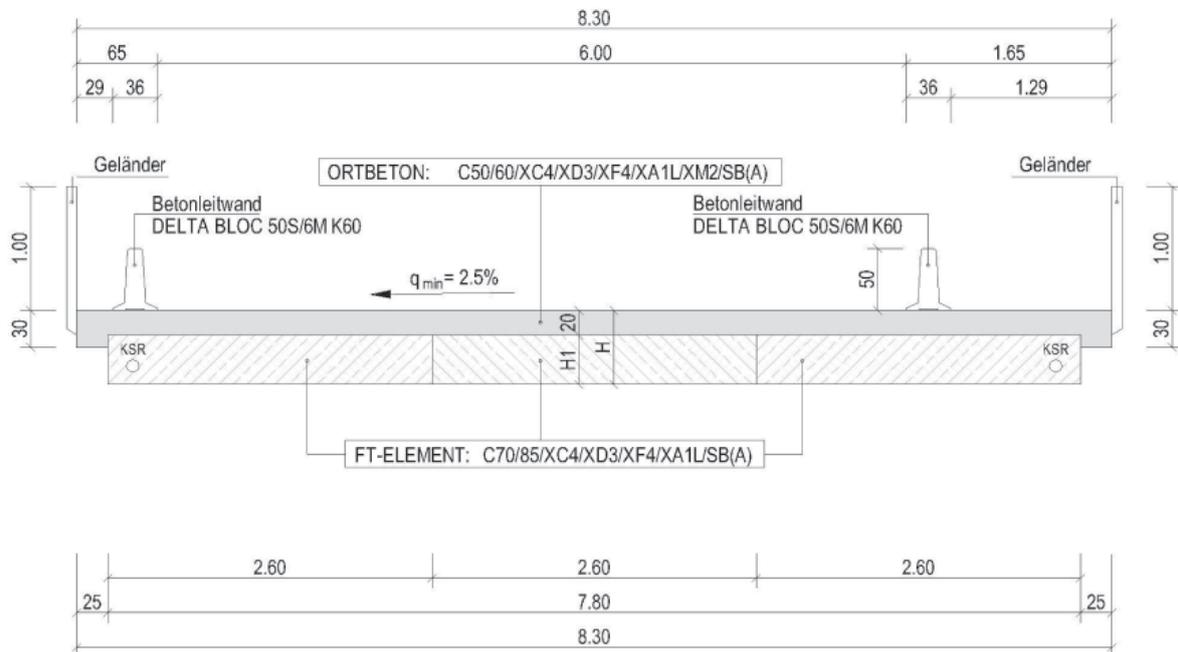


Abb. 1: Regelquerschnitt mit Leitwänden [4]

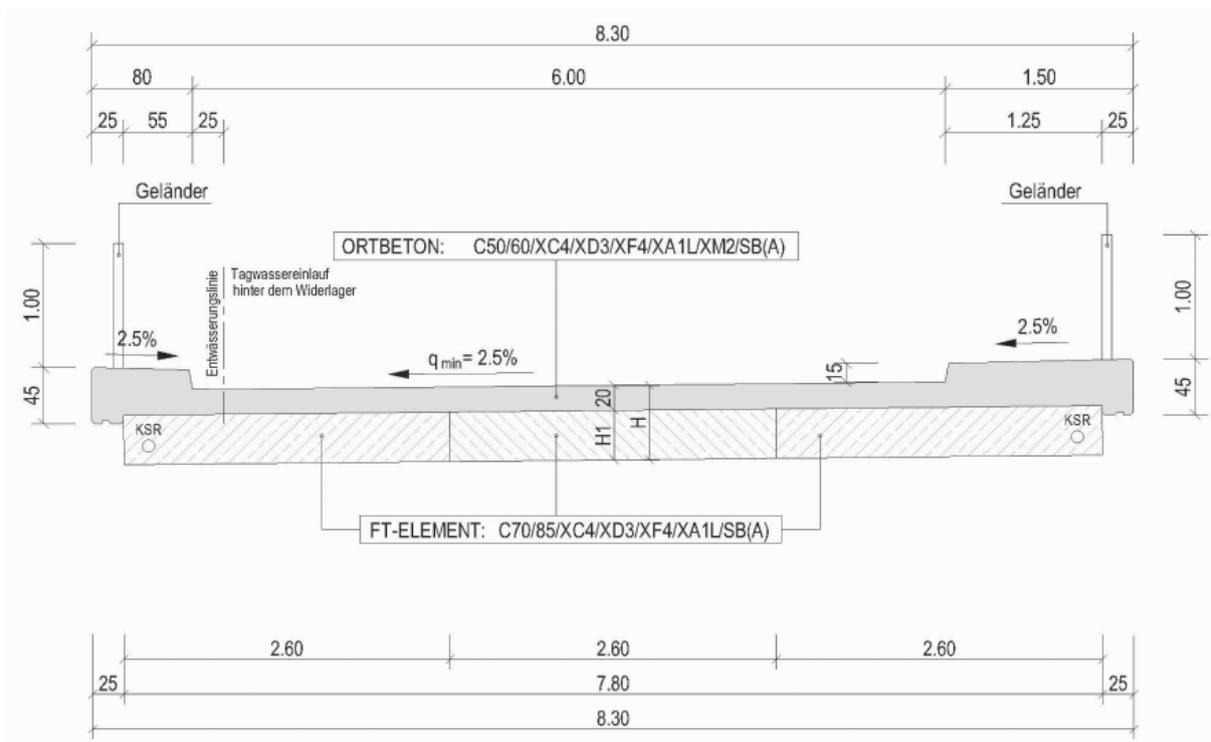


Abb. 2: Regelquerschnitt mit Schrammbord [4]

Die Einfeldtragwerke setzen sich im Regelfall aus drei 2,60 m breiten Fertigteilen (Abb. 3) zusammen, auf denen nach dem Versetzen und dem Verlegen der oberen Bewehrung 20 cm

Aufbeton aus Hochleistungsbeton (Abb. 4) aufgebracht werden. Dadurch werden die Fertigteile monolithisch miteinander verbunden und wirken als Gesamtquerschnitt.



Abb. 3: Versetzen eines Fertigteils



Abb. 4: Herstellen des Aufbetons

### 3 Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen

#### 3.1 Grundlagen

##### Bewertungsverfahren

Die Lebenszykluskosten werden durch eine Bewertung mit einem dynamischen Investitionsrechnungsverfahren, z. B. der Kapitalwertmethode, ermittelt. Diese Methode geht von der Annahme aus, dass alle Folgekosten, sowohl Ausgaben als auch Einnahmen, die der jeweiligen Bauweise bis zum Ende der Nutzungsdauer zugerechnet werden können, mit ihren Barwerten in die Bewertung einer Investition einbezogen werden. Dabei werden alle zukünftigen Kosten mit einem kalkulatorischen

Zinssatz auf den Zeitpunkt ihrer Investition abgezinst [5].

$$BW = B_0 + \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r_t)^t}$$

- BW Barwert des Investitionsobjektes
- $B_0$  Baukosten
- E Erhaltungskosten
- r realer Kalkulationszinssatz
- t Zeitindex (0, 1, ... n) (Bezug auf Jahre)
- n Nutzungsdauer (Bezug auf Jahre)

##### Zinssatz

Der kalkulatorische Zinssatz wird in der Größenordnung des Kapitalmarktzinssatzes angenommen. Zur Berechnung des in der Kapitalwertmethode verwendeten realen Kalkulationszinssatzes werden ein nominaler Kalkulationszinssatz (z. B. Sekundärmarktrendite) und die Inflationsrate (z. B. Baupreisindex) herangezogen.

$$r = \frac{1+z}{1+i} - 1$$

- z nominaler Kalkulationszinssatz
- i Inflationsrate

##### Lebensdauer

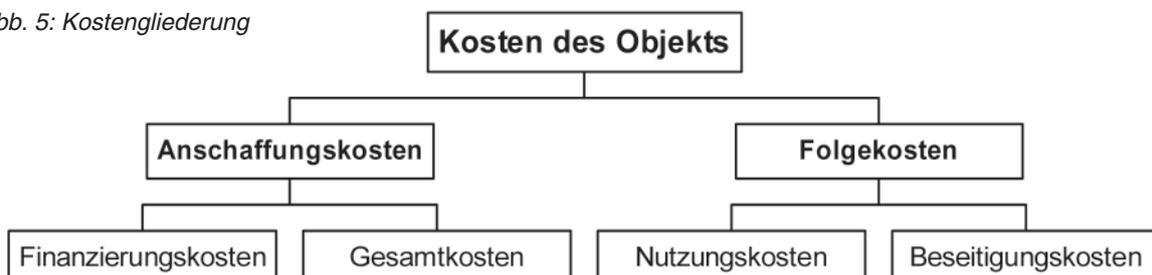
Die Lebensdauer ist ein bestimmender Parameter einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung. Die tatsächliche Lebensdauer kann jedoch nicht genau vorhergesagt werden, angestrebt werden 80 bis 100 Jahre. Das durchschnittliche Alter der unter Verkehr stehenden Brücken beträgt jedoch nur 25 Jahre, die Erfahrungswerte sind daher gering.

Für einzelne Bauteile existieren statistische Erhebungen über deren Lebensdauer. Diese können in die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung in Form von Instandsetzungsarbeiten einfließen.

#### 3.2 Kostengliederung

In Abbildung 5 ist die Gliederung der Kosten, wie sie in der ÖNORM B 1801-2 [6] vorgeschlagen ist, dargestellt. Die Finanzierungskosten

Abb. 5: Kostengliederung



werden durch den Zinssatz in der Kapitalwertmethode berücksichtigt.

#### Gesamtkosten

Bei der Ermittlung der Gesamtkosten dürfen nicht nur die reinen Herstellungskosten einer neu zu errichtenden Brücke herangezogen werden. Das Betreiben einer Behelfsbrücke oder einer Umfahrungsstraße auf Baudauer sollte auch in die Berechnung eingebracht werden. Schwieriger sind die volkswirtschaftlichen Kosten, die durch Umleitungen entstehen, zu ermitteln. Dabei zeigt sich, dass eine rasche Herstellung auf die Gesamtkosten einen großen Einfluss hat.

#### Nutzungskosten

Mit den Nutzungskosten werden diejenigen Kosten erfasst, die während der Nutzungsdauer des Objektes entstehen. Im Brückenbau sind das vor allem die Erhaltungskosten, welche sich aus Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten zusammensetzen. Unter Instandhaltung versteht man einfache, immer wiederkehrende Maßnahmen, die der Erhaltung der Funktionstauglichkeit dienen (z. B. Ausbesserungen, Reparaturen), im Gegensatz dazu sind Instandsetzungen größere Sanierungsmaßnahmen, die die Funktionstauglichkeit verlängern (z. B. Austausch von Bauteilen).

## 4 Zusammenfassung – Ergebnisse

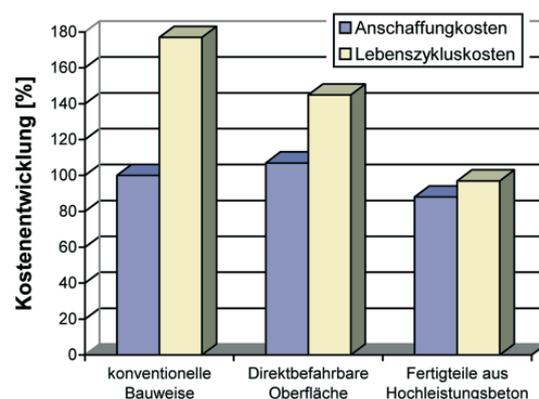
Die ersten Anwendungen der Typenunterlagen brachten trotz anfangs vorhandener Skepsis gegenüber der Verarbeitung des Hochleistungsbetons durchwegs positive Erfahrungen. Die Verwendung von Fertigteilen bringt in erster Linie eine Bauzeitverkürzung und eine Minimierung der Verkehrsbehinderung. Durch die rasche Einsatzmöglichkeit ist auch die Anwendung im Katastrophenfall (z. B. Hochwasser) möglich.

Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Einsatz von Fertigteilösungen sind ähnliche Anlageverhältnisse. Die bisherigen Anwendungsgebiete beschränkten sich daher auf das untergeordnete Straßennetz, da hier geringfügige Anpassungen der Anlageverhältnisse leichter möglich sind.

Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen der ersten Pilotprojekte ergaben deutliche Einsparungs-

möglichkeiten bei der Verwendung von Hochleistungsbeton und Fertigteilen im Brückenbau. Bei der Anwendung von direkt befahrbaren Oberflächen aus Hochleistungsbeton zeigt sich, dass die höheren Kosten des Hochleistungsbetons durch den Entfall der Abdichtung und des Belags fast kompensiert werden. Bei der Verwendung von Fertigteilbrücken aus Hochleistungsbeton gemäß Typenunterlage fallen aufgrund der kürzeren Bauzeit, der geringeren Planungskosten und dem Entfall des Randbalkens sogar geringere Anschaffungskosten gegenüber einer konventionellen Bauweise an (Abb. 6).

Abb. 6: Vergleich der Anschaffungskosten und der Lebenszykluskosten [7]



Das eigentliche Einsparungspotenzial zeigt sich beim Vergleich der Lebenszykluskosten. Im Zuge einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung können mithilfe eines Bewertungsverfahrens verschiedene Baustoffe und Bauweisen untersucht und miteinander verglichen werden (Abb. 6). Außerdem sollte eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt werden, um den Einfluss von Zinssatz, Lebensdauer und unterschiedlicher Sanierungsmethoden zu erkennen. Die ersten Berechnungen haben ergeben, dass die Lebenszykluskosten von Brücken aus Hochleistungsbeton unter Verwendung von Fertigteilen um etwa 20 % bis 45 % unter jenen der herkömmlichen Bauweise liegen.

Da der Wunsch der Brückenerhalter nach dauerhaften und wartungsarmen Bauweisen immer größer wird, sollte vor einer Entscheidungsfindung eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung von Bauherr und Projektant durchgeführt werden.

Vor allem im Langzeitvergleich kann der Einsatz von Fertigteilen und Hochleistungsbeton eine kostengünstige Alternative darstellen.

### Literatur:

- [1] Breyer, G.: Stellenwert der Erhaltung in den Bundesstraßen, Ausgaben, BMVIT, 2002
- [2] ÖNORM B 4002, Straßenbrücken – Allgemeine Grundlagen, Berechnung und Ausführung der Tragwerke, 1970
- [3] Retter, W.: Fertigteilkleinbrücke und Fertigteildurchlässe, Typenunterlage Krems, 2003
- [4] Lindlbauer, W.: Fertigteiltrassen aus Hochleistungsbeton, Typenunterlage Wien, 2003
- [5] Seicht, G.: Investition und Finanzierung, Linde Verlag, Wien, 2001
- [6] ÖNORM B 1801-2, Kosten im Hoch- und Tiefbau, Objektdaten – Objektnutzung, 1997
- [7] Waltner, R.: Die Wirtschaftlichkeit von Hochleistungsbeton im Brückenbau, Beton und Zement, 2002

Unser Unternehmen ist ein österreichisches Bauunternehmen, das seit vielen Jahren auch am internationalen Markt Stellung bezogen hat.

Seit rund 90 Jahren des kontinuierlichen Aufbaus beweisen wir unsere Stärken in den Geschäftsbereichen Hochbau, Tiefbau, Fertigteiltbau, Pipeline- und Anlagenbau. Qualität, Kundenorientierung, Flexibilität und fachliche Kompetenz sind die Grundvoraussetzungen bei der Umsetzung unserer Projekte.



**HABAU**  
Hoch- und Tiefbaugesellschaft m.b.H.

A-4320 Perg, Greiner Straße 63  
Tel +43 (0) 7262 / 555-0  
office@habau.at  
www.habau.com

**HABAU**  
UNTERNEHMENSGRUPPE