

Innovativer und nachhaltiger Ersatzneubau von Betonbrücken

FA 15.596

Forschungsstellen: WKP Planungsbüro für Bauwesen GmbH,
Dresden,
Hochschule für Technik und Wirtschaft
Dresden, Professur Brücken- und Ingenieur-
bau (Prof. Dr.-Ing. H. Flederer),
Hochschule für Technik und Wirtschaft
Dresden, Professur Massivbau (Prof. Dr.-
Ing. T. Bösche)

Bearbeiter: Wirker, A. / Donner, R. / Flederer, H.
/ Bösche, T.

Auftraggeber: Bundesanstalt für Straßenwesen, Ber-
gisch Gladbach

Abschluss: August 2019

1 Ziel des Forschungsvorhabens

Verursacht durch die alternde Bausubstanz, den kontinuierlich gestiegenen Schwerlastverkehr, in Verbindung mit vorhandenen Defiziten bestehender Straßenbrücken, wird der Ersatzneubau zunehmend an Bedeutung gewinnen. Die Umsetzung von Ersatzneubauten verursacht gegenwärtig starke Verkehrsbeeinträchtigungen, da diese in aller Regel vor Ort am vorhandenen Brückenstandort hergestellt werden. Die Art der baubedingten Verkehrsführung wird in Abstimmung mit den Bauverwaltungen und Verkehrsbehörden stets projektbezogen gewählt und hängt von der Lage der Baustelle im bestehenden Straßennetz ab.

Im Allgemeinen werden einteilige Bauwerke der Straßenbau- lasträger unter Vollsperrung in der künftigen Lage der Nutzung oder in Seitenlage neben dem vorhandenen Bauwerk beziehungsweise mit provisorischer Umfahrung der Baustelle errichtet. Bauwerke mit geteilten Überbauten (beispielsweise von Bundesautobahnen) werden in Endlage errichtet. Die Erneuerung der Teilbauwerke erfolgt dabei nacheinander mit Sperrung der jeweiligen Richtungsfahrbahn. Insgesamt verursacht das gegenwärtige Vorgehen erhebliche Verkehrseinschränkungen hinsichtlich des Verkehrsflusses und Umleitungsweglänge sowie eine lange Bauzeit der Bauwerke am Brückenstandort.

Mit diesem Forschungsprojekt sollen Vorgehensweisen erarbeitet werden, um die Minimierung von Bauzeit und Verkehrseinschränkungen beim Ersatzneubau von Straßenbrücken zu erreichen. Dieses Ziel soll durch Anwendung neuer Bautechnologien und Bauweisen erreicht werden. Insbesondere sollen hier auch innovative Ansätze zum Tragen kommen. Die Bearbeitung liegt hierbei auf Objektebene, das heißt auf der Ebene des einzelnen Bauwerks. In diesem Fall werden vier Tragsysteme betrachtet. Ein Rahmenbauwerk mit einer Stützweite bis 30 m, ein Ein-Feld-System mit einer Gesamtlänge zwischen 10 bis 30 m, ein Zwei-Feld-System mit einer Gesamtlänge bis zu 70 m und ein Dreifeldsystem mit einer Gesamtlänge bis zu 100 m. Bei der Bearbeitung werden die Randbedingungen beachtet, dass die Bauwerke Autobahnen überführen und dass die Unterbauten erneuert werden.

2 Methodisches Vorgehen

2.1 Bearbeitungsstufen

Um die gesetzten Ziele zu erreichen, wurde das Projekt stufenweise bearbeitet. Die einzelnen Bearbeitungsstufen sind in Form der folgenden Abschnitte dargestellt.

Abschnitt 1

Der erste Abschnitt stellt die Analyse des derzeitigen Vorgehens beim Ersatzneubau von Brückenbauwerken dar. Dabei werden für die zu untersuchenden Tragsysteme, in der Detailtiefe einer Vorplanung, aktuelle Bauverfahren und Bauprozesse bei der Umsetzung von Ersatzneubauten aufgezeigt und die Verfügbarkeit des Bauwerks während der Maßnahme analysiert. Dabei werden auch Rückbauprozesse des Bestandsbauwerks mit beachtet. In diesem Abschnitt wurden ebenfalls die Straßenbaubehörden der Länder mit eingebunden, um einen realistischen Querschnitt des gegenwärtigen praktischen Vorgehens abzubilden.

Abschnitt 2

Mit dem zweiten Arbeitsschritt werden innovative Bauprozesse und Bauverfahren für den Ersatzneubau, in der gleichen Detailtiefe wie im vorangegangenen Abschnitt, aufgezeigt und Realisierungskonzepte dargelegt. Für die neuen Vorgehensweisen werden die technische Machbarkeit und Abweichungen zu den regelwerkskonformen Standardbauweisen untersucht und festgestellt sowie sich daraus ergebende bauzeitliche Verfügbarkeitseinschränkungen aufgeführt. Die mit dem neuen Vorgehen verbundenen Risiken werden benannt und bewertet.

Abschnitt 3

Nach Abschluss der beiden ersten Arbeitsschritte erfolgt die vergleichende Gegenüberstellung des gegenwärtigen Vorgehens und der innovativen Ansätze. Bei der vergleichenden Gegenüberstellung wird eine Bewertungsmatrix verwendet, welche den Fokus der Aufgabenstellung abbildet. Dies sind insbesondere, die Bauzeit und der Platzbedarf in Endlage, die Verkehrseinschränkung der über- beziehungsweise unterführten Verkehrswege, der Platzbedarf in der Herstelllage, der Vorfertigungsgrad, die Wirtschaftlichkeit, die Mitverarbeitung des Bestandsbauwerks und Rückbauprozesse sowie die Nachhaltigkeit. Mit der vergleichenden Gegenüberstellung wird das Potenzial im Hinblick auf Minimierung der Verkehrseinschränkung und Verringerung der Bauzeit aufgezeigt.

Abschnitt 4

Für die vier Tragsysteme wurden auf Grundlage der bewerteten Varianten Bauweisen und Verfahren ausgewählt, mit denen Konzepte für die Realisierung von konkreten Ersatzneubauten erarbeitet worden sind. Im Ergebnis dieser Konzepte werden mögliche Vorteile hinsichtlich Bauzeit und Verkehrseinschränkung herausgearbeitet, Abweichungen von geltenden Regelungen aufgezeigt und im Vergleich zum Standardverfahren bewertet. Den Abschluss des vierten Abschnitts stellt die Abschätzung der Kosten für innovative Ansätze und Standardansätze einschließlich eines Vergleichs dar.

3 Ergebnisse

Die Betrachtung und Darstellung des gegenwärtigen Vorgehens hat ergeben, dass die Errichtung von Ersatzneubauten weitestgehend am Brückenstandort ausgeführt wird. Dadurch ergibt sich eine Reihe von Nachteilen. Der größte Nachteil ist sicherlich, dass die Erneuerung der Bauwerke massive Auswirkungen auf die betreffenden Verkehrsadern hat. Mit der Umsetzung der Maßnahmen wird der Verkehr auf einer Richtungsfahrbahn gebündelt und dadurch der Straßenquerschnitt reduziert und stark eingeschränkt. Ebenso sind entsprechende Geschwindigkeitsreduzierungen im Baustellen- und Anbahnungsbereich aus Verkehrssicherheitsgründen erforderlich. Da ein Großteil der Autobahnen stark ausgelastet ist, bedeutet dies, dass durch die Baustellen Staus auf den betroffenen Verkehrsadern und gegebenenfalls auf den nebenliegenden Ausweichrouten verursacht werden.

Als zweiter Nachteil ist zu nennen, dass die Bauwerke nach individuellen Bedürfnissen vor Ort errichtet werden. Eine Standardisierung ist nicht vorhanden. Auch die Verwendung von Fertigteilen ist auf die Fertigteil- Spannbetonplattenbalken sowie Verbundfertigteilträger für die Überbauten beschränkt. Dies bedeutet, dass bei der Errichtung vor Ort zwar auf alle anzutreffenden Eventualitäten reagiert werden kann, dies aber mit einer sehr langen und vor allem witterungsabhängigen Herstellung des Bauwerks erkauft wird. Gleichzeitig muss davon ausgegangen werden, dass dadurch die Ausführungsqualität gegenüber der Anwendung der Fertigteilbauweise schlechter ist.

Das derzeitige Vorgehen hat nicht nur Nachteile vorzuweisen. Rein bauwerksbezogen betrachtet haben sich die derzeitigen Bauweisen über Jahrzehnte bewährt und wurden Schritt für Schritt verbessert. Durch die Herstellung vor Ort werden dauerhafte monolithische Bauwerke geschaffen, die optimal in jede örtliche Situation eingepasst werden können.

Im zweiten Abschnitt erfolgte die Darstellung und Erläuterung von innovativen Ansätzen für die Realisierung von Ersatzneubauten von Brückenbauwerken hinsichtlich der Bauweisen und Bauverfahren. Dabei wurden jeweils getrennt für die Unter-, Überbauten und Kappen innovative Vorgehensweisen aufgezeigt.

Es galt die Fragestellung zu beantworten, wie die herkömmlichen Bauweisen geändert beziehungsweise neugestaltet werden können, um die Bauzeit in Endlage zu reduzieren. Eine Möglichkeit ist, dass man die Bauteile einer Brücke modularisiert – Aufteilung eines Ganzen in Einzelteile –, um die Fertigung dieser Einzelteile in ein Fertigteilwerk verlagern zu können. Auf der Baustelle findet dann nur noch die Montage der Einzelteile statt. Grundsätzlich ist dann noch zu unterscheiden, ob Vollfertigteilösungen oder Teilfertigteilösungen mit Vortergänzungen beispielsweise Ortbetonergänzungen im Fugenbereich oder über einer ganzen Fläche hergestellt werden sollen. Die einzelnen Varianten haben diese Fragestellung jeweils auf eigene Art und Weise beantwortet.

Für die Herstellung der Unterbauten wurden insgesamt acht verschiedene Bauweisen dargelegt. Angefangen von der modularen Zusammensetzung der Widerlager durch Stahlbetonblocksteine mit rückseitiger Ortbetonergänzung, der Schalenbauweise mit Halffertigteilen und bauseitiger Ortbetonauffül-

lung und der Errichtung der Widerlager in der Bauweise der bewehrten Erde. Drei Varianten behandeln die verschiedenen Möglichkeiten der Herstellung der Widerlager mit Stahlbetonkastenquerschnitten. Mit dieser Bauweise können Widerlager in der Form von Kastenwiderlagern errichtet werden, indem unter anderem Kastenelemente übereinandergestapelt oder Zwischenelemente mit Betonplattenausfachung hergestellt werden. Aber auch die Errichtung von aufgeständerten und hochgesetzten Widerlagern ist damit möglich. Die im Ausland gegenwärtig sowie auch in Deutschland in der Vergangenheit angewendete Bauweise der Stahlbetonvollquerschnitte in Köcherfundamenten, wurde für die Errichtung der Widerlager und Pfeilerbauteile ebenfalls untersucht. Weiterhin wurden die Möglichkeiten der Errichtung eines Widerlagers unter Verwendung von Fertigteilen in Winkelstützelementform aufgezeigt.

Für die Errichtung der Überbauten wurden sechs verschiedene Lösungsansätze aufgezeigt.

Es wurden verschiedene Varianten von längsorientierten Fertigteilträgern betrachtet, die sich dadurch unterscheiden, wie Sie in Querrichtung miteinander verbunden werden und in welcher Querschnittsform diese ausgebildet werden sollen. Die kraftschlüssige Kopplung in Querrichtung kann durch die Vorspannung in Querrichtung erfolgen, aber auch die Verbindung über ein Mörtelschloss ist möglich. Für die einzelnen Längsträger wurden der Stahlbetonplattenbalken, Querschnitte in I-Form, Stahlverbundplattenbalken, Spannbetonhohlkastenquerschnitte und Spannbetonplatten mit einbetonierten Hohlkörpern betrachtet. Eine bestimmende Fragestellung war bei diesen Varianten, wie die Längsfuge zwischen den einzelnen Trägern ausgebildet werden soll und wie und welche Toleranzen zulässig sind beziehungsweise wie und durch welche Maßnahmen diese eingehalten werden können. Im Wesentlichen sollen die Überbauten dieser Bauweise ohne Ortbetonergänzung ausgeführt werden, was zur Folge hat, dass bei Vermeidung von aufwendigen Koppelmaßnahmen nur Einfeldträger oder Einfeldträgerketten errichtet werden können. Für die Herstellung von Durchlaufbauwerken werden für diese Varianten Ortbetonergänzungen notwendig. Eine Ausnahme stellt dabei der Stahlverbundquerschnitt dar. Dieser kann mittels eines Schraubstoßes gekoppelt werden. Eine andere Möglichkeit den Überbau mit Fertigteilen auszubilden besteht darin, einen Stahlverbundquerschnitt mit nachträglich aufgesetzten Spannbetonplattenelementen herzustellen. Bei dieser Möglichkeit werden die Plattenelemente und die Stahlträger getrennt voneinander gefertigt. Erst auf der Baustelle werden die in Querrichtung orientierten Plattenstreifen auf die Stahlträger aufgelegt. Die Verbundherstellung zwischen diesen Elementen kann durch Ausgießen von zylindrischen Vergussöffnungen oder Vergießen eines nach oben hin geöffneten Verbundkanals geschehen. Aber auch die Ausführung eines Verbundkanals mit injizierter Fuge ist denkbar. Dabei wird der Verbundkanal, ähnlich wie beim Verpressen der Spannbetonhüllrohre verfüllt. Für dieses Verfahren besteht aber noch Forschungsbedarf.

Ein nicht unwesentlicher Zeitfaktor beim Herstellen von Brückenbauwerken ist die Errichtung der Kappe. Aus diesem Grund wurden für die Herstellung der Kappen fünf Varianten betrachtet. Eine Möglichkeit besteht darin die Kappen aus Fertigteilen herzustellen und auf den Überbau aufzulegen. Die Verankerung mit dem Bauwerk erfolgt dann durch den ge-

simsseitigen Einbau von Verbundankern. Eine leicht abgewandelte Variante ist, dass das Kappenfertigteile nicht über einen Verbundanker sondern über einen Stahl/Stahl-Kontaktstoß mit dem Überbau verbunden wird. Diese hat den Vorteil, dass gesimsseitig keine Arbeiten notwendig sind, was bei nebeneinanderliegenden Teilbauwerken einen Ausschlussgrund für die vorangegangene Variante darstellen könnte. Eine weitere, im Ausland angewandte Möglichkeit, ist den Überbau mit einer Gesimsaufkantung herzustellen und auf der Innenseite eine Kappenplatte vorzulegen, auf der dann die Schutzzeineinrichtung montiert wird. Bei allen drei Varianten wird der Einbau eines Verankerungselements erforderlich, um auf die Kappe einwirkende Kippmomente aufnehmen zu können.

Eine optimale Vorgehensweise stellt die vierte Möglichkeit dar. Dabei wird auf die Kappe verzichtet und eine Gesimsaufkantung mit dem Brückenlängsträger hergestellt. Der Fahrbahnbelag wird bis an das Gesims herangeführt. Die Schutzzeineinrichtung wird durch Aufstellen einer Betonschutzwand im Abstand des Wirkungsbereichs vor dem Gesims ausgeführt. Diese hat anders als in bisherigen Lösungsansätzen, keine starre Verbindung mehr mit der Kappe oder dem Überbau. Die Krafteinleitung in das Bauwerk erfolgt über Reibungskräfte, welche durch seitliche Verschiebung der Betonschutzwand eingetragen werden. Die tatsächliche Kraftübertragung der horizontalen und vertikalen Kräfte ist für diese Möglichkeit noch in Versuchen zu ermitteln. Durch entsprechende Baustoffwahl im Aufkantungsbereich soll der Instandsetzungsintervall des Gesimses auf die des Überbaus vergrößert werden. Diese Lösung kann hinsichtlich der Schutzzeineinrichtung noch variiert werden. Wenn auf die Betonschutzwand verzichtet werden soll, ist es zum Beispiel auch möglich, den Pfosten einer Stahlschutzzeineinrichtung in das Gesims einzubetonieren. Derartige Lösungen werden im europäischen Ausland schon seit vielen Jahren angewendet.

Neben den verschiedenen innovativen Bauweisen ist es auch möglich, durch Anwendung von Bauverfahren, die Verkehrseinschränkung während der Errichtung des Bauwerks zu reduzieren. Mit der Anwendung des Verschiebverfahrens können seitlich vorgefertigte Bauwerke oder Bauwerksteile in Ihre Endlage verbracht werden. Die Verkehrseinschränkungen reduzieren sich dabei erheblich, da die Vorfertigung im Wesentlichen ohne Verkehrseinschränkungen abläuft. Gleichzeitig muss dafür jedoch ausreichend Platz vorhanden sein, um derartige Technologien anwenden zu können. Ebenso ist das Einfahren von seitlich vorgefertigten Bauteilen beziehungsweise Bauwerken mit Schwerlastmodulen eine gute Möglichkeit, die Bauzeit vor Ort zu reduzieren. Das Einheben von ganzen Bauwerken ist ebenfalls eine Möglichkeit, die Bauzeit in Endlage zu reduzieren, jedoch wird die Anwendung dieses Verfahrens stark vom Gewicht des Brückenbauwerks limitiert. Von daher wird sich die Anwendung dieses Verfahrens auf das Einheben von Baugruppen und einzelnen Fertigteilen begrenzen, stellt jedoch dafür ein elementares Verfahren dar.

Grundsätzlich sind die möglichen Bauweisen und Bauverfahren vergleichbar mit der Systematik eines Baukastensystems angelegt, wofür die jeweiligen Bauwerke entsprechend den örtlichen Randbedingungen für die Unter- und Überbauten sowie das zur Anwendung kommende Verfahren im Wesentlichen frei kombiniert werden können. Dies ist im Vergleich zu einer alleinigen Referenzlösung für einen Anwendungsfall sehr vorteilhaft, weil

dadurch eine gewisse Allgemeinanwendbarkeit für verschiedenste Situationen und Tragwerke erreicht wird.

Durch den Vergleich des derzeitigen Vorgehens mit den innovativen Ansätzen über eine Bewertungsmatrix konnten entsprechende Vorzugslösungen herausgearbeitet werden. Die Nachhaltigkeit wurde im Bewertungsverfahren durch Berücksichtigung der fünf Säulen der Nachhaltigkeit (Ökologische Qualität, Ökonomische Qualität, Soziokulturelle und funktionale Qualität, Technische Qualität, Prozessqualität) mit eingearbeitet. Ebenfalls wurden die externen Kosten bei der Realisierung von Brückenbauwerken durch Betrachtung möglicher volkswirtschaftlicher und ökologischer Kosten dargestellt. Im Ergebnis hat sich hierbei gezeigt, dass die externen Kosten eine nicht unwesentliche Größenordnung bei der Realisierung von Brückenbauwerken nach dem herkömmlichen Vorgehen darstellen, jedoch in der Projektabrechnung bisher nicht sichtbar werden. Schlussendlich wirken sich dadurch Bauweisen und Bauverfahren bei denen die bauzeitlichen Verkehrseinschränkung reduziert werden können volkswirtschaftlich günstig und für das Allgemeinwohl nachhaltig aus. Hinsichtlich der Reduzierung der Bauzeit hat der Vergleich ergeben, dass ein großes Reduzierungspotenzial in der Anwendung der innovativen Lösungen für die Unterbauten und der Lösung der Gesimsaufkantung mit vorgestellter Betonschutzwand liegt, weil dadurch der Arbeitsschritt der Kappenherstellung entfällt. Die Herstellung der Überbauten erzielt nur große Bauzeitvorteile insofern diese mit der klassischen Ortbetonbauweise verglichen werden. Beim Vergleich mit der bekannten Bauweise der Fertigteilträger fällt der Bauzeitvorteil entsprechend geringer aus.

Für die vier zu betrachtenden Tragsysteme wurden auf Grundlage der bewerteten Varianten Bauweisen und Verfahren ausgewählt, mit denen Konzepte für die Realisierung erarbeitet worden sind. Im Einzelnen ist für jedes Tragsystem ein Konzept in Form eines Bauwerksentwurfs entwickelt worden.

So wird für das Rahmenbauwerk mit einer Stützweite von bis zu 30 m das Verfahren der seitlichen Vorfertigung und Quereinschub des Bauwerks mittels des Fluidverfahrens betrachtet. Für den Überbau kommen die innovativen Ansätze der Spannbetonfertigteile ohne Kappe mit Gesimsaufkantung zur Anwendung, da auch bei der seitlichen Vorfertigung ein entsprechender Zeitvorteil erreicht werden kann, welcher letztlich die Gesamtbauzeit reduziert.

Für das Einfeldsystem ist eine Variante für eher kürzere Bauwerke mit einer Stützweite bis zu 20 m betrachtet worden, um auch Unterschiede zu den anderen Bauwerken herauszuarbeiten. Für die Unterbauten ist die Variante der vorgefertigten Winkelstützelemente betrachtet worden. Als Überbauvariante wurde die Vollfertigteilevariante der Spannbetonplatte mit einbetonierten Hohlkörpern planerisch umgesetzt.

Das Zweifeldsystem mit einer Gesamtlänge von bis zu 70 m wurde mit Unterbauten der Bauform der Vollquerschnitte in Köcherfundamenten und für den Überbau der Stahlverbundquerschnitt mit nachträglich aufgesetzter Platte konstruiert.

Das längste der zu betrachtenden Bauwerke, das Dreifeldsystem mit einer Gesamtlänge von bis zu 100 m, wird mit Unterbauten der Hohlkastenbauweise mit hochgesetzten Widerla-

gern und einem Überbau in der Bauweise eines Stahlverbundquerschnitts mit Ortbetoneergänzung geplant.

Bei allen Tragsystemen wurde die Bauweise der Gesimsaufkantung angewendet, weil mit dieser Lösung die Kappe als ein gesondertes Bauteil entfällt. Durch die zweckmäßige Baustoffauswahl unterliegt die Gesimsaufkantung einem größeren Instandsetzungsintervall, wodurch wiederum auch Verkehrseinschränkungen während der Bauwerksnutzung reduziert werden können. Gleichzeitig kann dadurch die Nachhaltigkeit der Brückenbauwerke gefördert werden.

Im Ergebnis der Konzeptbearbeitung und dem Vergleich zum herkömmlichen Vorgehen ist festzustellen, dass mit der Anwendung der innovativen Bauweisen und Bauverfahren die Verkehrseinschränkungen zwischen 40 und 66 % reduziert werden können und die Lösungen damit dem Projektziel gerecht werden. Eine erhebliche Steigerung der Baukosten bei Anwendung der innovativen Bauweisen konnte in der Kostenabschätzung nicht festgestellt werden. Jedoch sollte hierbei beachtet werden, dass bei der erstmaligen Anwendung der innovativen Ansätze von höheren Baupreisen auszugehen ist, da auch die Baufirmen entsprechende Risikoaufschläge für die neue Herangehensweise ansetzen werden. Gleichzeitig führt die Verringerung der Verkehrseinschränkung dazu, dass die durch baustellenbedingte Staus verursachten CO₂-Emissionen reduziert werden können.

4 Fazit

Die in der Variantenbetrachtung dargestellten und in den Realisierungskonzepten angewendeten Bauweisen und Bauverfahren haben gezeigt, dass durch geschickte Kombination der einzelnen Möglichkeiten beim Ersatzneubau der Bauwerke erhebliche Bauzeiteinsparungen in der künftigen Lage der Nutzung möglich sind. Damit einhergehend können die Verkehrseinschränkungen ebenfalls erheblich reduziert werden. Eine Vielzahl der aufgezeigten Lösungsansätze werden schon jetzt im Wesentlichen vom Vorschriftenwerk mit abgedeckt und es liegen größtenteils Berechnungsansätze vor, sodass die sofortige Anwendbarkeit einzelner Möglichkeiten gegeben ist. Es müssen jedoch für die Fertigteilbauweise mit geringen Fugenbreiten noch separate Vorschriften mit Festlegung von Toleranzanforderung und Vorgaben für die interne Qualitätssicherung erarbeitet werden. Ebenso sind noch Berechnungsansätze der Ermüdungsfestigkeit von Trockenfugen zu entwickeln. Forschungsbedarf ist noch für das Verfahren der injizierten Fuge auszumachen. Zudem sollte der Fertigungsprozess durch eine externe Fertigungsüberwachung begleitet werden, welche unabhängig von der vertraglichen Abwicklung des Bauvorhabens eingeschaltet ist. Diese Maßnahmen können eine qualitativ hochwertige Herstellung der Brückenbauwerke sicherstellen und für eine Langlebigkeit der Bauwerke sorgen.

Um für die künftigen Aufgaben beim Ersatzneubau von Brückenbauwerken vorbereitet zu sein und die schon jetzt vorhandenen Probleme mit den langen Bauzeiten und den damit einhergehenden großen Verkehrseinschränkungen entgegenzuwirken, sollten erste Pilotprojekte mit Anwendung der aufgezeigten innovativen Bauweisen und Bauverfahren umgesetzt werden, um die Baufirmen auf die geänderten Anforderung

einzustellen und gleichzeitig von allen Beteiligten die Bereitschaft zur Anwendung der Fertigteilbauweise einzufordern.