



Sachbearbeitung	VGV/VI - Verkehrsinfrastruktur		
Datum	02.04.2024		
Geschäftszeichen	VGV/VI-Ai	*40	
Beschlussorgan	Fachbereichsausschuss Stadtentwicklung, Bau und Umwelt	Sitzung am 07.05.2024	TOP
Behandlung	öffentlich		GD 147/24

Betreff: Brücke am Lautenberg - Smart Circular Bridge
- 2. Kostenfortschreibung -

Anlagen: Kostenberechnung **digital** Anlage 1

Antrag:

1. Die Fortschreibung der Gesamtkosten entsprechend der Anlage 1 von bisher 510.000 € zuzüglich 31.000 € aktivierte Eigenleistungen um 320.000 € auf nunmehr 830.000 € zuzüglich 50.000 € aktivierte Eigenleistungen wird genehmigt.
2. Die Finanzierung der Kosten i.H. von 830.000 € zuzüglich 50.000 € aktivierte Eigenleistungen erfolgt über Projekt 7.54100125 "Ertüchtigung Blaubrücken". Abzüglich der bereits verausgabten Mittel i.H.v. ca. 455.000 €, werden ca. 375.000 € an Mitteln im Haushaltsjahr 2024 benötigt, hier stehen über Projekt 7.54100125 "Ertüchtigung Blaubrücken" insgesamt 1.500.000 €, abzüglich der bereits gebundenen Mittel noch 375.000 €, zur Verfügung.
3. Die Fortschreibung der jährlichen Folgekosten von 15.528 € auf 25.607 € und der statistischen Lebenszykluskosten in Höhe von 811.246 € auf 1.543.361 € wird zur Kenntnis genommen.

Jung

Zur Mitzeichnung an:

BM 1, BM 3, C 3, OB, RPA, ZSD/HF

Bearbeitungsvermerke Geschäftsstelle des

Gemeinderats:

Eingang OB/G

Versand an GR

Niederschrift §

Anlage Nr.

Sachdarstellung:

Zusammenfassende Darstellung der finanziellen Auswirkungen

Finanzielle Auswirkungen:	ja
Auswirkungen auf den Stellenplan:	nein

MITTELBEDARF			
INVESTITIONEN / FINANZPLANUNG (Mehrjahresbetrachtung)		ERGEBNISHAUSHALT [einmalig / laufend]	
PRC: 5410-750 Projekt / Investitionsauftrag: 7.54100125		PRC: 5410-750	
Einzahlungen	-150.000 €	Ordentliche Erträge	-2.858 €
		<i>davon Auflösung Sonderposten</i>	
Auszahlungen	830.000 €	Ordentlicher Aufwand	21.165 €
aktivierte Eigenleistungen	50.000 €	<i>davon Abschreibungen</i>	16.765 €
		Kalkulatorische Zinsen (netto)	8.800 €
Saldo aus Investitionstätigkeit	730.000 €	Nettoressourcenbedarf	25.607 €
MITTELBEREITSTELLUNG			
<u>1. Finanzhaushalt 2024</u>		2024 ff.	
Auszahlungen (Bedarf):	375.000 €	innerhalb Fach-/Bereichsbudget bei PRC	4.400 €
Verfügbar:	1.500.000 €		
Ggf. Mehrbedarf	0 €	fremdes Fach-/Bereichsbudget bei PRC	
Deckung Mehrbedarf bei PRC			
PS-Projekt 7	€	Mittelbedarf aus Allg. Finanzmitteln	21.207 €
bzw. Investitionsauftrag 7	€		
<u>2. Finanzplanung 2025 ff</u>			
Auszahlungen (Bedarf):	0 €		
i.R. Finanzplanung veranschlagte Auszahlungen	€		
Mehrbedarf Auszahlungen über Finanzplanung hinaus	€		
Deckung erfolgt i.R. Fortschreibung Finanzplanung			

1. **Beschlüsse**

Am 16.03.2015 wurde vom Gemeinderat (GD 148/15) der Brückenzustandsbericht 2015 zur Kenntnis genommen. Im Rahmen des Berichts wurde der damalige Zustand der verschiedenen Brückenbauwerke im Stadtgebiet dargestellt. Im Mittelpunkt stand dabei die Darlegung von Maßnahmen zur Verbesserung des Gesamtzustandes und zur Verlängerung der Lebensdauer der Brückenbauwerke bzw. der Wirtschaftlichkeit eines Ersatzneubaus.

Am 07.03.2023 wurde vom Gemeinderat (GD 047/23) der Brückenzustandsbericht 2021-2022 zur Kenntnis genommen. Im Rahmen des Berichts wurde auf den erheblichen Sanierungsrückstand und Bauwerke mit dringendem Handlungsbedarf eingegangen.

Am 28.03.2023 wurde vom Fachbereichsausschuss Stadtentwicklung, Bau und Umwelt (GD 095/23) der Ersatzneubau der Brücke beschlossen.

Der 1. Kostenfortschreibung (GD 322/23) wurde am 26.09.2023 im Fachbereichsausschuss zugestimmt.

Am 24.10.2023 wurde der Sachstand (GD 352/23) vom Ausschuss zur Kenntnis genommen und dem weiteren Vorgehen zugestimmt.

2. **Anlass**

Die Brücke über die Kleine Blau Lautenberg in Ulm (BW 665.5270) mit einer Länge von 7,58 m und einer Fläche von 41 m² wurde 1950 gebaut. Im Jahr 2016 ergab die Hauptprüfung eine Zustandsnote von 2,5. Die Dauerhaftigkeit des Bauwerks wurde aufgrund der starken Korrosion am Walzträger mit 3 eingestuft. Das Gelände entspricht aufgrund der Bauart nicht den technischen Vorschriften (Überstieg möglich, Durchfallen von Kleinkindern möglich, Höhe nicht ausreichend) und wurde in der Verkehrssicherheit mit der Zustandszahl 2 bewertet. Die Verkehrssicherheit ist an diesem Bauwerk eingeschränkt.

Im Zuge des EU-Förderprojekts Interreg - Smart Circular Bridge werden insgesamt 3 Brücken, mit dem Ziel die Nachhaltigkeit der Bauwerke zu verbessern, gebaut. Die Brücke über die Kleine Blau Lautenberg wurde in das Förderprogramm aufgenommen und ist eine der 3 Brücken, welche durch eine Smart Circular Bridge ersetzt werden. Die Nachhaltigkeit der Bauwerke soll durch den Einsatz natürlicher Materialien, in diesem Fall Flachsfasern in Kombination mit speziellem Bioharz im Vergleich zu traditionellen Bauweisen aus Stahl und Beton deutlich verbessert werden. Im Vergleich zu Holz ist Flachs ein schnell nachwachsender Rohstoff.

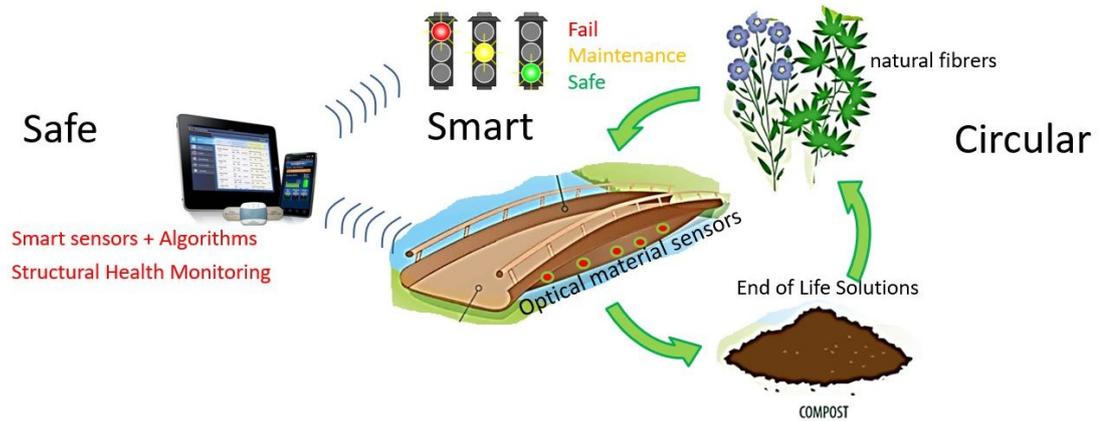


Abbildung 1: Zielsetzung des Förderprojekts Smart Circular Bridge

Die innovative, im Rahmen eines Forschungsprojekts entwickelte Bauweise soll durch den Einsatz einer Sensorik (Structural Health Monitoring System) bezüglich des Materialverhaltens und Alterungsprozesses in Echtzeit überwacht werden. Die Auswertung erfolgt mit Hilfe von künstlicher Intelligenz, um Muster, Trends und Optimierungspotential für zukünftige Bauwerke schneller erkennen zu können. Auch das Ende der Lebensdauer der Brücken findet im Forschungsprojekt Betrachtung. So werden bereits jetzt Möglichkeiten zum mechanischen, chemischen und biologischen Recycling der Brücken nach dem Erreichen der maximalen Lebensdauer untersucht. Die erste Brücke wurde am 22. April 2022 in Almere, Niederlande eröffnet. Die Brücke am Lautenberg in Ulm soll als nächste Brücke umgesetzt werden.

Ein weiterer großer Vorteil liegt im geringen Gewicht der Brücke. Aufgrund der biogenen Materialien wird das Gewicht der neuen Brücke nur etwa 11 Tonnen betragen, im Gegensatz zu 70 Tonnen des Bestandsbauwerks. Diese Gewichtsreduzierung ermöglicht es im Grundsatz, weite Teile der bisherigen Gründung weiterzuverwenden, was im gesamten Lebenszyklus zu einer erheblichen CO₂-Reduktion führt.

3. Erläuterung der Mehrkosten

1. Kostenfortschreibung

Aufgrund von starken Abweichungen der Unterbaukonstruktion, welche in Teilen wiederverwendet werden sollten, von den Bestandsplänen und den von außen erkennbaren Konstruktionsteilen mussten entgegen der bisherigen Planung die Widerlager im Bau umgeplant, umfangreicher gestaltet und für die Herstellung weiteres Personal einer Baufirma gebunden werden, da die Widerlager so nicht mehr in Eigenregie durch den Baubetriebshof errichtet werden konnten. Außerdem kam es im Zuge der Ausführungsplanung zu Änderungen am Überbau und dem Geländer. Hieraus ergaben sich die Mehrkosten von insgesamt 180.000 €.

2. Kostenfortschreibung

Nachdem die Materialien in kleinerem Volumen, als dem des Brückenkörpers einem Testprogramm unterzogen wurden und diese Tests positiv verliefen, wurde beschlossen mit der Produktion der Brücke zu beginnen.

Im September 2023 wurde der Brückenkörper mit trockenen Flachsfasern unter Vakuum gesetzt. Eine Woche später begann die Injektion der Struktur mit Harz. Leider schlug der Aushärtungsprozess nach der Injektion fehl, was dazu führte, dass die Brücke für den Einsatz in Ulm nicht geeignet war. Im Folgenden wird kurz erklärt, welche individuellen Parameter Auswirkungen auf die fehlgeschlagene Produktion des Überbaus hatten:

Die erste Brücke in Almere, welche im Rahmen dieses Projekts (das teilweise von Interreg Nord-West Europe gefördert wurde) hergestellt wurde, bestand aus mehrdimensional verwebten Flachsfasern und einem biobasierten, marktüblichen Harz. Diese Produktion mit diesen Materialien und geringeren Abmessungen als in Ulm, war erfolgreich. Die Brücke ist seit 2023 fertiggestellt.

Ziel und Anreiz des Forschungsprojekts als Teil des Interreg NWE-Programms ist es, die Materialien bei jeder Brücke weiter in Richtung Nachhaltigkeit zu optimieren. Deshalb wurde für die Ulmer Brücke kein mehrdimensionales Gewebe verwendet, sondern ein Gewebe, in welchem die Flachfasern nur in eine Richtung verlaufen und nicht vernäht sind. Dieses Material ist einfacher zu produzieren und dadurch in der Beschaffung wesentlich günstiger. Aufgrund der Eindimensionalität der lastabtragenden Fasern ist es bei der Verwendung dieses Gewebes jedoch erforderlich, mehr Lagen in verschiedenen Richtungen übereinander zu verwenden.

Ebenso wurde für die Ulmer Brücke ein neu entwickeltes biobasiertes Harz mit einem wesentlich höheren Bioanteil verwendet.

Um die nicht vernähten Flachsfasern in einer 3D-Sandwichstruktur und auch in verschiedenen Winkeln zu platzieren, wurden die Fasern übereinandergeschichtet. Durch die Herstellung der vielen Lagen kam es zu Welligkeiten, welche zu mehr Hohlräumen zwischen den einzelnen Flachsschichten führten. Um die Hohlräume zu füllen, musste mehr Harz injiziert werden, was das Faser-Harz-Verhältnis veränderte und so zu einer stärkeren exothermen Reaktion führte. Das neu entwickelte Harz erweist sich bei großen monolithischen Bauteilen als sehr schwer berechenbar. Das Reaktionsverhalten des verwendeten Harzes wich in der Produktion des großen monolithischen Überbaus stark von dem Verhalten in den durchgeführten Materialtests ab. Durch die starke exotherme Reaktion wurde das Harz in einer kurzen Zeitspanne zu heiß.

Die natürlicherweise in geringer Restmenge in den Flachsfasern enthaltene Restfeuchtigkeit verdampfte durch die zu hohe Temperatur des Harzes. Die freigewordene Flüssigkeit vermischte sich in der Folge zwischen den Faserschichten mit dem Harz und verursachte hierdurch die Delamination der Schichten. Durch den fehlenden Schichtenverbund ist die Qualität des Überbaus nachhaltig vermindert und dieser nicht in Ulm einsetzbar. Eine rechtliche Einschätzung von ZSD/R hat ergeben, dass eine vertragliche Pflicht zur Tragung der Kosten des Überbaus durch die Stadt besteht.

Derzeit wird an der Planung einer neuen "smart circular bridge" für Ulm gearbeitet. Für die neue Version wurde auf die derzeit bestehenden, auf dem Markt erhältlichen mehrdimensionalen Flachsfasern zurückgegriffen. Außerdem wird ein handelsübliches biobasiertes Harz verwendet, welches auch bei der Brücke von Almere zum Einsatz kam. Der neue Hersteller verfügt über ein Produktionsverfahren mit einem sehr risikoarmen Profil, das für diese Fasern und Harze geeignet ist und auch bei einer früheren biobasierten Brücke (Ritsumasy) erfolgreich eingesetzt wurde.

Anstatt der monolytischen Bauweise wird die Brücke nun aus einzelnen Platten und Balken gebaut, die abschließend mit einer Klebepaste miteinander verbunden werden. Hierdurch entstehen geringere Bauteilvolumina, was dazu führt, dass der Temperaturanstieg beim Aushärten des Harzes geringer ist als in einem Sandwichquerschnitt (Querschnitt der ersten Produktion). Da eine neue Kombination von Fasern und Harzen verwendet wird, wurden alle wichtigen Materialtests erneut durchgeführt. Das Ergebnis ist sehr positiv und die Kombination ist für die neue Brückenkonstruktion geeignet. Außerdem wurde die Kriechfähigkeit dieser Kombination ausgiebig geprüft, sodass auch Materialeinsparungen erzielt werden konnten. Die neue

Ulmer Brücke wird deutlich leichter sein als die erste Version und die Umwelt damit noch etwas weniger belastet. Durch die geänderte Planung ergeben sich auch hieraus wiederholte Planungskosten. Neben den herkömmlichen Planungsdienstleistungen und den erneuten statischen Prüfungen bietet der neue Hersteller auch das komplette Projektmanagement und Qualitätssicherung mit an.

Der neue Hersteller ist momentan die einzige Firma auf dem Markt, die die Brücke in oben beschriebener Bauweise mit den über das Förderprojekt bereitgestellten Materialien in der vorgegebenen Zeitspanne herstellen kann.

Vergleicht man ab dem jetzigen Zeitpunkt den Bau der Smart Circular Bridge mit einer Brücke aus Stahlträgern und Holzbelag ist festzustellen, dass der Bau der smarten Brücke um ca. 14 % teurer ist. Die zur Fertigstellung der SCB benötigten Mittel betragen noch ca. 375.000€. Ein Bau einer konventionellen Brücke liegt bei ca. 330.000€.

Die Verwaltung empfiehlt trotz der etwas höheren Kosten aufgrund des Innovationsgehaltes des Bauwerks an der bisher angestrebten biobasierten Bauweise festzuhalten.

Eine Umsetzung der Maßnahme ist nun für den Sommer 2024 zugesagt.

4. Förderung

Im Rahmen des Förderprogramms ist ein Budget von 250.000 € abgedeckt. Hiervon erhält die Stadt Ulm 60 % als Förderung. 40 % und Mehrkosten, welche über die 250.000 € hinausgehen, trägt die Stadt Ulm. Insgesamt ist somit mit einer Förderung i.H.v. 150.000 € zu rechnen.

Eine Erweiterung der Förderung wurde beim Fördergeber abgefragt und ist nicht möglich, da das Förderprogramm ausgelaufen ist und keine weiteren Mittel aus anderen Projekten zur Verfügung stehen.

5. Finanzierung

Die Finanzierung der Kosten i.H. von 830.000 € zuzüglich 50.000 € aktivierte Eigenleistungen erfolgt über Projekt 7.54100125 "Ertüchtigung Blaubrücken". Abzüglich der bereits verausgabten Mittel i.H.v. ca. 455.000 €, werden ca. 375.000 € an Mitteln im Haushaltsjahr 2024 benötigt, hier stehen über Projekt 7.54100125 "Ertüchtigung Blaubrücken" insgesamt 1.500.000 €, abzüglich der bereits gebundenen Mittel noch 375.000 €, zur Verfügung.

940.000 € gebunden für Ersatzneubau Griesgasse
GD 018/24

185.000 € gebunden für Ersatzneubau Brücke Schiefes Haus
GD136/24

1.125.000 € bereits gebundene Mittel in 2024

6. Folgekosten

Durch die Umsetzung der Maßnahme entstehen der Stadt jährlich zu finanzierende Folgekosten für Unterhalt, Abschreibung und Verzinsung (kalk. Zinssatz: 2,200 %), die den Ergebnishaushalt dauerhaft belasten.

	Jährlich	Lebenszyklus
Unterhalt Planung, Abbruch und Neubau (80 Jahre)	3.631 €	290.506 €
Unterhalt Schutzeinrichtungen (20 Jahre)	769 €	15.373 €
Abschreibung Planung, Abbruch und Neubau (80 Jahre)	9.078 €	726.265 €
Abschreibungen Schutzeinrichtungen (20 Jahre)	7.687 €	153.735 €
Verzinsung Planung, Abbruch und Neubau (80 Jahre)	7.263 €	581.012 €
Verzinsung Schutzeinrichtungen (20 Jahre)	1.537 €	30.747 €
Auflösung Zuschuss Planung, Abbruch und Neubau (80 Jahre)	-1.547 €	-123.795 €
Auflösung Zuschuss Schutzeinrichtungen (20 Jahre)	-1.310 €	-26.205 €
Verzinsung Zuschuss Planung, Abbruch und Neubau (80 Jahre)	-1.238 €	-99.036 €
Verzinsung Zuschuss Schutzeinrichtungen (20 Jahre)	-262 €	-5.241 €
Summe	25.607 €	1.543.361 €

Im Rahmen des statistischen Lebenszyklus sind neben der Investition von 830.000 € zuzüglich 50.000 € aktivierte Eigenleistungen an dem Gesamtprojekt weitere 25.607 € jährlich über den Ergebnis-HH zu finanzieren.