



Weiß
Ingenieure

Gemeinde Münstertal
Wasen 47, 79244 Münstertal

Ertüchtigung der Wildsbachbrücke in Münstertal

Ergänzung zur Machbarkeitsstudie vom Januar
2016

Weiß Beratende Ingenieure
GmbH

Objektplanung Ingenieurbau
Tragwerksplanung
Fliegende Bauten
Geotechnik/Erd- und Grundbau
Vermessung/GIS

79111 Freiburg
Bötzingen Str. 29
Telefon 0761 45283-0
Telefax 0761 45283-99
info@weiss-ingenieure.de
www.weiss-ingenieure.de

79822 Titisee-Neustadt
Spriegelsbachstr. 16
Telefon 07651 990673

Dokument-Nr.
16224X002

Unser Zeichen
Ws / fe

Datum
23.02.2017

Inhalt

1	EINLEITUNG.....	1
2	NACHRECHNUNG DES BESTANDSBAUWERKS FÜR DIE ERHÖHTE TRAGLASTANFORDERUNG VON 18 TONNEN	1
2.1	Randbedingungen der Nachrechnung	1
2.2	Überschlagsmäßige Nachrechnung des bestehenden Bauwerks.....	2
3	ALTERNATIVENUNTERSUCHUNG ZUR TRAGLASTERHÖHUNG	2
3.1	Alternative 5 – Längs verlaufende Stahllamellen – Traglastserhöhung 18 t	2
3.1.1	Konstruktives Konzept	2
3.1.2	Wertung	4
3.2	Alternative 6 – Aufbeton – Traglastserhöhung 18 t.....	4
3.2.1	Konstruktion.....	4
3.2.2	Wertung.....	4
4	KOSTENSCHÄTZUNG	5
5	ALTERNATIVENVERGLEICH UND -EMPFEHLUNG.....	5
5.1	Vergleich aller Alternativen.....	5
5.2	Alternativenempfehlung.....	6
6	RISIKEN UND UNWÄGBARKEITEN	7
7	WEITERE VORGEHENSWEISE	7

Tabellen

Tabelle 1	Kostenübersicht Alternativen	5
-----------	------------------------------------	---

Abbildungen

Abbildung 1	Beispiel aufgeklebte CFK- und Stahllamellen	2
Abbildung 2	Bemessungskonzept Stahllamellen	3

Anlagen

Anlage 1	Alternative 5 – Längs verlaufende Stahllamellen – Traglastserhöhung 18 t, Quer- und Längsschnitt, Seite 1	
Anlage 2	Alternative 6 – Aufbeton – Traglastserhöhung 18 t, Quer- und Längsschnitt und Lageplan, Seiten 1 bis 2	
Anlage 3	Kostenschätzung Alternative 5 – Längs verlaufende Stahllamellen – Traglastserhöhung 18 t, Seiten 1 bis 2	
Anlage 4	Kostenschätzung Alternative 6 – Aufbeton – Traglastserhöhung 18 t, Seiten 1 bis 2	

1 EINLEITUNG

In der Machbarkeitsstudie zur Traglasterrhöhung der Wildsbachbrücke vom Januar 2016 (Dokument Nr. 16224X001 vom 12.01.2017) mit einem seitens der Gemeinde Münstertal festgelegten Ziellastniveau von 30 t wurden insgesamt 4 Alternativen miteinander verglichen.

Mit der vorliegenden Ergänzung zur oben genannten Machbarkeitsstudie sollen nun für eine Traglasterrhöhung der Brücke mit einem Ziellastniveau von nur 18 t weitere Alternativen untersucht, die Kosten hierfür geschätzt und mit den Alternativen 1 bis 4 verglichen werden.

2 NACHRECHNUNG DES BESTANDSBAUWERKS FÜR DIE ERHÖHTE TRAGLASTANFORDERUNG VON 18 TONNEN

2.1 Randbedingungen der Nachrechnung

Für die Nachrechnung des Bestandsbauwerks auf die erhöhte Traglast von 18 t gelten folgende Randbedingungen:

- Die Bemessung der Brücke muss gemäß der Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie) Ausgabe 05/2011 erfolgen.
- Aufgrund einer fehlenden Brückenklasse für die geforderter Traglast von 18 t (zwischen Brückenklasse 16/16 und 30/30 gibt es keine Zwischenstufe) werden die Ersatzflächenlast die Radlasten ausgehend von der Brückenklasse 16/16 wie folgt extrapoliert:
 - Ersatzflächenlast = $180 \text{ kN} / (6,0 \text{ m} * 3,0 \text{ m}) = 10 \text{ kN/m}^2$
 - Radlast Vorderräder = $30,0 \text{ kN} * 18,0 \text{ t} / 16,0 \text{ t} = 33,75 \text{ kN}$
 - Radlast Hinterräder = $50,0 \text{ kN} * 18,0 \text{ t} / 16,0 \text{ t} = 56,25 \text{ kN}$
 - Einzelne Achse = $110,0 \text{ kN} * 18,0 \text{ t} / 16,0 \text{ t} = 123,75 \text{ kN}$
 - Lastschema für die Fahrbahnfläche zwischen den Schrammborden = $5,0 \text{ kN/m}^2 * 18,0 \text{ t} / 16,0 \text{ t} = 5,63 \text{ kN/m}^2$
- Gemäß Nachrechnungsrichtlinie bzw. DIN 1072 sind Bremslasten entsprechend der Brückenklasse auf die Überbauplatte anzusetzen. In der statischen Berechnung für die bestehende Brücke wurden bisher keinerlei Bremslasten berücksichtigt.
- Für das bestehende Bauwerk wird von den in der bestehenden statischen Berechnung und den Bestandsplänen angegebenen Materialfestigkeiten ausgegangen.

2.2 Überslagsmäßige Nachrechnung des bestehenden Bauwerks

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden die Tragfähigkeit und die Standsicherheit des Überbaus und der Widerlager überschlagsmäßig untersucht. Die Ergebnisse lauten wie folgt:

- Die Stahlbetonplatte des Überbaus kann für die Traglast von 18 t nicht nachgewiesen werden.
- Die Widerlager aus Natursteinmauerwerk können die zusätzliche Traglast als Vertikallast auf der Überbauplatte aufnehmen, sofern das Mauerwerk die angenommenen Festigkeiten aufweist. Die äußere Standsicherheit der Widerlager ist auch für die Verkehrslast eines 18-Tonnners auf der Hinterfüllung gegeben (Ersatzflächenlast $p = 10,0 \text{ kN/m}^2$).
- Die Widerlager sind für die gemäß Norm anzusetzenden Bremslasten auf der Überbauplatte nicht standsicher.

3 ALTERNATIVENUNTERSUCHUNG ZUR TRAGLASTERHÖHUNG

3.1 Alternative 5 – Längs verlaufende Stahllamellen – Traglasterhöhung 18 t

3.1.1 Konstruktives Konzept

Die Alternative 5 sieht eine Verstärkung der bestehenden Stahlbetonplatte mittels unterhalb der Platte in Längsrichtung angeklebten Stahllamellen vor, analog zur Alternative 3 bei der Traglasterhöhung auf 30 t.



Abbildung 1 Beispiel aufgeklebte CFK- und Stahllamellen

Der Einsatz von angeklebten Stahllamellen ist nur dann erlaubt, wenn bereits der bestehende, unverstärkte Querschnitt die geplante Traglast mit der Sicherheit 1,0 aufnehmen kann. Die Stahllamellen dienen dazu, das seitens der Norm geforderte Sicherheitsniveau von ca. 1,5 zu gewährleisten (siehe Abbildung 2).

Tragsicherheit vor und nach der Verstärkung

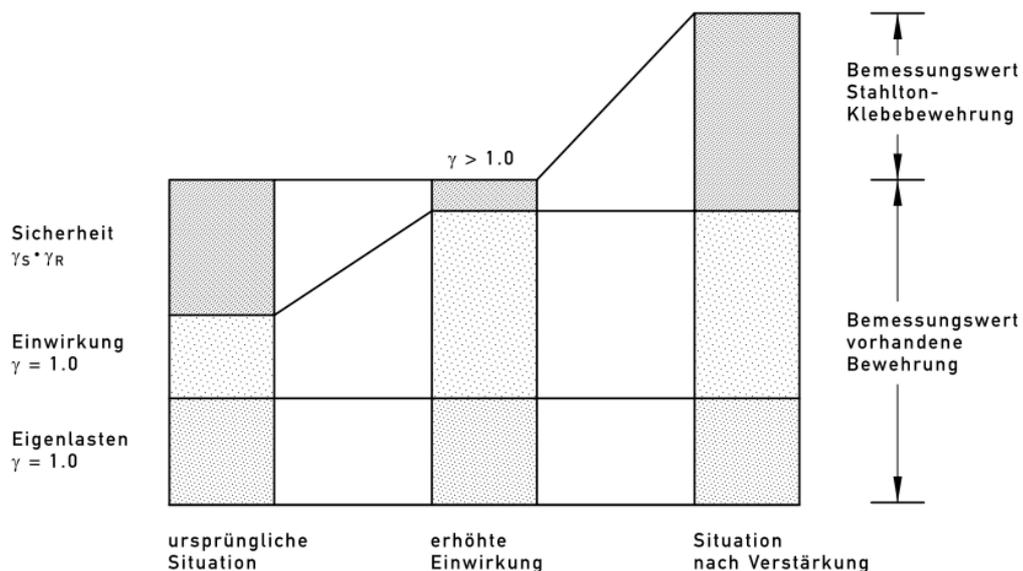


Abbildung 2 Bemessungskonzept Stahllamellen

Eine überschlagsmäßige Bemessung ergab, dass der bestehende Stahlbetonquerschnitt die geforderte Traglast von 18 t mit der Sicherheit 1,0 aufnehmen kann. Damit ist der Einsatz von aufgeklebten Stahllamellen ohne das Aufbringen von Aufbeton, wie bei der Alternative 3, möglich. Durch das Aufkleben der Stahllamellen auf der Unterseite der Platte wird die Platte auf das von der Norm geforderte Sicherheitsniveau gehoben. Für die Querkrafttragfähigkeit sind an den Auflagern Bewehrungsverstärkungen vorzusehen.

Die auf den Überbau wirkenden Bremslasten müssen auch bei dieser Alternative durch eine zusätzliche Konstruktion aufgenommen werden. Sie können über schräg in den Baugrund eingebrachte und mit der bestehenden Brückenplatte verbundene Mikropfähle in den Boden abgetragen werden. Für eine skizzenhafte zeichnerische Darstellung der konstruktiven Lösung siehe Anlage 1.

3.1.2 Wertung

Die Alternative 5 ist seitens des Landratsamts hinsichtlich des Durchflusses bei HQ 100 freigegeben, da der Freibord der bestehenden Brücke nahezu unverändert bleibt (nur 1,5 cm Aufbau unterhalb der Platte).

Die Stahllamellen unterhalb der Brückenplatte sind aufgrund der feuchten Umgebung eher korrosionsanfällig und bedürfen einer regelmäßigen Wartung, die sich aufgrund der schlechten Zugänglichkeit der Unterseite der Brücke möglicherweise als aufwändig gestaltet.

3.2 Alternative 6 – Aufbeton – Traglastserhöhung 18 t

3.2.1 Konstruktion

Alternativ zur Traglastserhöhung mittels Anbringen von Stahllamellen auf der Unterseite besteht die Möglichkeit, die Platte mit schubfest verbundenem Aufbeton um ca. 20 cm zu erhöhen. Dadurch erreicht die Platte mit der vorhandenen Biegebewehrung eine ausreichende Tragfähigkeit um die Traglast von 18 t mit der Sicherheit 1,0 aufnehmen zu können. Für die Querkrafttragfähigkeit sind an den Auflagern Bewehrungsverstärkungen vorzusehen.

Das Aufbringen des Aufbetons erfordert das Entfernen und Wiederaufbringen des gesamten Brückenbelags. Die auf den Überbau wirkenden Bremslasten können über schräg in den Baugrund eingebrachte und mit dem Aufbeton verbundene Mikropfähle in den Boden abgetragen werden. Für eine skizzenhafte zeichnerische Darstellung der konstruktiven Lösung siehe Anlage 2.

3.2.2 Wertung

Aufgrund der 20 cm höheren Brückenplatte sind die Straße vor und hinter der Brücke und mehrere Zufahrten zu benachbarten Grundstücken höhenmäßig anzupassen. Im Norden ist das Straßenniveau voraussichtlich bis in ca. 15 m Abstand von der Brücke anzupassen, um eine allzu abrupte Neigungsänderung der Straße zu verhindern. Zudem ist eine Zufahrt zu Garagen auf einem Privatgrundstück ebenfalls höhenmäßig anzupassen. Da im Norden die Straße im Zuge des Ausbaus der L 123 sowieso neu gemacht wird, fallen hier nur geringe zusätzliche Kosten an. Im Süden konnte die Höhensituation nicht genauer untersucht werden, da bisher keine Vermessung vorliegt. Es wird von Anpassungsmaßnahmen bis in ca. 15 m Abstand von der Brücke ausgegangen, wobei bis zu 3 Zufahrten zu Privatgrundstücken betroffen sind.

Die Alternative 6 ist seitens des Landratsamts hinsichtlich des Durchflusses bei HQ 100 freigegeben, da der Freibord der bestehenden Brücke unverändert bleibt.

Für den Aufbeton kann bei Einsatz geeigneten Betons eine gute Dauerhaftigkeit erreicht werden.

4 KOSTENSCHÄTZUNG

Die Kostenschätzung führt zu den unten angeführten Bau- und Investitionskosten.

Tabelle 1 Kostenübersicht Alternativen

	Baukosten netto KG 300 + 400	Bauneben- kosten netto KG 700	Investitions- kosten netto	Investitions- kosten brutto (inkl. 19% MwSt.)
Traglasterhöhung auf 30 t				
Alternative 3	103.200,00 €	30.800,00 €	134.000,00 €	159.460,00 €
Alternative 4	92.900,00 €	26.700,00 €	119.600,00 €	142.324,00 €
Traglasterhöhung auf 18 t				
Alternative 5	62.800,00 €	20.700,00 €	83.500,00 €	99.365,00 €
Alternative 6	82.600,00 €	25.700,00 €	108.300,00 €	128.877,00 €

Die Kosten für eine Behelfsbrücke sind hier nicht berücksichtigt, da diese innerhalb der Baumaßnahme des Ausbaus der L 123 errichtet wird.

5 ALTERNATIVENVERGLEICH UND -EMPFEHLUNG

5.1 Vergleich aller Alternativen

Die Alternativen 1 (Stahlträger mit Zwischenstützung der Überbauplatte) und 2 (Stahlträger und quer verlaufende Stahllamellen) wurden aufgrund konstruktiver oder genehmigungstechnischer Nachteile nicht weiter betrachtet. Der Vergleich der Alternativen 3 (Aufbeton und längs verlaufende Stahllamellen) und 4 (Neue Überbauplatte aus Stahlbeton) für die Traglasterhöhung auf 30 t und der Alternativen 5 und 6 für die Traglasterhöhung auf 18 t ergibt folgendes Bild:

Bei den Alternativen 3 und 6 ist aufgrund der Querschnittserhöhung auch das Straßenniveau anzupassen. Daher bedingen diese Alternativen auch Eingriffe in die Verkehrswege im Umfeld der Brücke, deren Ausmaß im Süden der Brücke noch nicht genauer überprüft werden konnte. Aufgrund der zahlreichen Zufahrten und des

nahe an der Straße gelegenen Wohnhauses Nr. 3 könnte die Höhenanpassung der Straße hinsichtlich der Oberflächenentwässerung problematisch werden.

Die Alternative 5 hat den Vorteil, dass das Straßenniveau nicht angehoben werden muss. Der Brückenbelag ist nur lokal im Bereich der Herstellung der Mikropfähle zu entfernen. Der restliche Brückenbelag, Kappen und Geländer bleiben unangetastet. Auch bei der Alternative 4 ist die Straße aufgrund der geringfügigen Querschnittserhöhung nur geringfügig anzupassen.

Die baulichen Risiken der Alternativen 3, 5 und 6 sind im Vergleich zu jenen der Alternative 4 als höher einzuschätzen. Das schubfeste Aufbringen des Aufbetons und insbesondere das Aufkleben der Stahllamellen sind Arbeiten, an die hohe Anforderungen in der Ausführung bestehen, für die Fachfirmen benötigt werden. Auch muss die Materialqualität der bestehenden Platte an allen Stellen den Mindestanforderungen genügen. Dies konnte im Rahmen der Machbarkeitsstudie noch nicht überprüft werden. Im Vergleich dazu ist die Herstellung einer neuen Überbauplatte eine Standardbauweise mit deutlich geringeren Risiken.

Bei den Alternativen 3 und 5 sind die Stahllamellen unterhalb der Brückenplatte hinsichtlich des Korrosionsschutzes relativ wartungsintensiv sind und können bei Hochwasser sogar durch Treibgut beschädigt werden könnten. Die Alternative 4 weist diese Nachteile nicht auf.

Bei den Alternativen 3 und 4 wird eine zulässige Traglast von 30 t erreicht, bei den Alternativen 5 und 6 nur eine zulässige Traglast von 18 t.

Des Weiteren ist hervorzuheben, dass im Rahmen der Machbarkeitsstudie nur die wichtigsten Tragfähigkeitsnachweise für die konstruktive Lösung überschlagsmäßig geführt wurden. Es besteht das Risiko, dass aufgrund der niedrigen Materialfestigkeiten des Bestandsbauwerks im Zuge der detaillierten Nachweisführung weitere, derzeit kostenmäßig noch nicht berücksichtigte Verstärkungsmaßnahmen erforderlich werden.

5.2 Alternativenempfehlung

Die Alternative 5 ist mit rund 99.000 € Investitionskosten brutto die günstigste Alternative. Bei dieser Ausführung wird allerdings nur eine Traglasterrhöhung auf 18 t erreicht. Die Alternative 4 ist mit rund 142.000 € Investitionskosten brutto rund 40 % teurer, es wird aber eine zulässige Traglast von 30 t erreicht. Die Einsparung an Investitionskosten ist damit bei der Alternative 5 im Vergleich zur Alternative 4 relativ gering, wenn man bedenkt, dass eine deutlich geringere zulässige Traglast erreicht wird. Wenn man die Investitionskosten auf die Tonne Traglasterrhöhung bezieht, kostet dies bei der Alternative 5 rund 16.500 €/t und bei der Alternative 4 nur rund 7.900 €/t.

Die baulichen Risiken und die Risiken der Unterhaltung während der Lebensdauer der Brücke sind bei der Alternative 4 im Vergleich zu allen anderen Alternativen deutlich geringer. Angesichts des Gewichts der heutzutage zum Einsatz kommenden Schwerfahrzeuge, scheint eine zulässige Traglast der Brücke von 30 t zudem die für die Zukunft bessere Wahl. Die Alternative 4 „Neue Überbauplatte aus Stahlbeton“ ist daher als Vorzugsvariante zu empfehlen.

6 RISIKEN UND UNWÄGBARKEITEN

Folgende Risiken und Unwägbarkeiten bestehen im Zusammenhang mit den untersuchten Ausführungsalternativen:

- Die zeitgleiche Baumaßnahme des Ausbaus der L 123 und damit zusammenhängende Kosteneinflüsse wurden nicht berücksichtigt. Erschwernisse bei der Zugänglichkeit oder sonstige Behinderungen werden zu Kostenanstieg führen. Möglicherweise ergeben sich aber auch Kosteneinsparungen bei Vergabe beider Bauleistungen an dieselbe Baufirma.
- Die bauliche Ausführung der Brücke wurde den Bestandsplänen entnommen. Inwieweit diese mit der Realität übereinstimmt, kann erst festgestellt werden, sobald die Bauteile einsichtig sind. Dies gilt insbesondere für den Auflagerbereich und dessen Abdichtung.
- Es wurden keine Materialproben des Bestandsbauwerks untersucht. Für die Widerlager wurden Materialfestigkeiten angenommen.
- Es liegt keine Baugrunduntersuchung vor. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden die Bodenkennwerte grob abgeschätzt.
- Die temporäre Grundstücksinanspruchnahme während der Baumaßnahme ist noch nicht abgeklärt.
- Eine Untersuchung der Schadstoffbelastung der Straßenoberfläche und des darunter liegenden Bodens wurde nicht durchgeführt. Es wurde angenommen, dass das Material unbelastet ist.
- Eine Luftbildauswertung hinsichtlich Kampfmittel liegt nicht vor.

Die angeführten Risiken und Unwägbarkeiten können zu Anpassungen der Planung und der Kostenschätzung im Zuge der weiteren Planungsschritte führen.

7 WEITERE VORGEHENSWEISE

Falls sich die Gemeinde Münstertal für die Durchführung einer der beiden Alternativen entschieden sind die Entwurfsplanung auszuarbeiten und der Antrag für die wasserrechtliche Erlaubnis für die Durchführung der Arbeiten beim Landratsamt zu stellen.

Um den statischen Nachweisen in der Tragwerksplanung belegbare Materialkennwerte zugrunde legen zu können, sind für die bestehenden Bauteile, insbesondere die Widerlager, Materialprüfungen durchzuführen.

Des Weiteren ist zu entscheiden, ob die Baumaßnahme in die Ausschreibung zum Ausbau der L 123 mit aufgenommen oder getrennt ausgeschrieben werden soll.

Dipl.-Ing. Hannes Weiss