



**Herzog Ingenieure AG**

Wasserbau Tiefbau Grundbau

**WASSERBAUVERBAND UNTERE GÜRBE**

**UND MÜSCHE**

**OBERINGENIEURKREIS II**

---

## **HWS UNTERES GÜRBETAL**

### **Variantenstudie Madbrücke Mühlethurnen**

---



**31. August 2012**

**HWS unteres Gürbetal**

Variante studie Madbrücke Mühlethurnen

**Auftraggeber**

Wasserbauverband obere Gürbe und Müsche WGM  
3123 Belp

**Ausführung**

2012

**Verfasser**

Herzog Ingenieure AG, Dorfstrasse 10, 3073 Gümligen  
Tel. 0848 415 000, buero@herzog-ingenieure.ch

**Datum des Berichtes**

31. August 2012

**Dateiname**

b-1010-3\_Variante studie Madbrücke\_bh07092012.docx



## **INHALTSVERZEICHNIS**

---

<b>1. GRUNDLAGEN</b>	<b>4</b>
<b>2. AUSGANGSLAGE</b>	<b>6</b>
<b>3. BESTEHENDES BAUWERK</b>	<b>7</b>
3.1. Lage und Nutzung	7
3.2. Baugeschichte und Eigentum	7
3.3. Abmessungen	7
3.4. Durchflusskapazität	7
<b>4. GEFAHRENKARTE</b>	<b>9</b>
<b>5. AUSBAU DES GÜRBEGERINNES</b>	<b>10</b>
<b>6. UNTERSUCHTE VARIANTEN</b>	<b>11</b>
6.1. Abbruch der Brücke	11
6.2. Ersatz durch eine neue Brücke	11
6.3. Durchflussoptimierung und Objektschutz	15
<b>7. VARIANTENVERGLEICH</b>	<b>17</b>
7.1. Wasserbauliche Aspekte	17
7.2. Landwirtschaftliche Nutzung	17
7.3. Erholungsnutzung	17
7.4. Kosten	18
7.5. Vergleich	19
<b>8. STELLUNGNAHME DER ÖFFENTLICHKEIT, DES WERKEIGENTÜMERS UND DER STANDORTGEMEINDE</b>	<b>20</b>



## **1. GRUNDLAGEN**

---

- [1] Gefahrenkarte unteres Gürbetal, Herzog Ingenieure AG / Niederer + Pozzi AG, 2006 und Büro für Ingenieurgeologie AG / Herzog Ingenieure AG, 2009
- [2] Hochwasserschutzprojekt unteres Gürbetal, Planstand 2011 (Planaufgabe)
- [3] Bezzola, Lange (2006): Schwemmholz - Probleme und Lösungsansätze, VAW Mitteilung Nr. 188
- [4] Bericht über die Durchführung der Gesamtmelioration Thurnen 1942 – 1951, Belp 1953
- [5] Zonenplan der Gemeinde Mühlethurnen, genehmigt durch das AGR am 4. November 2002
- [6] Organisationsreglement für den Wasserbauverband untere Gürbe und Müsche, 19. Juni 2002
- [7] sia Normen 269, 261, 262
- [8] Geoportal des Kantons Bern, 31. August 2012



## **ANHANG**

---

[A] Freibordberechnung nach KOHS

[B] Lastmodell nach sia 261



## 2. AUSGANGSLAGE

---

Zwischen 2006 und 2010 wurde das Hochwasserschutzprojekt unteres Gürbetal ausgearbeitet. Der Projektperimeter erstreckt sich von der Bahnbrücke der BLS in Burgistein bis zum südlichen Siedlungsrand von Belp. Auf dieser Strecke überspannen 15 Brücken die Gürbe (2 wurden bereits aufgehoben).

Die meisten Brücken liegen ausserhalb der Siedlungen im Landwirtschaftsland. Da sich das Hochwasserschutzkonzept massgeblich auf die Ausleitung grosser Hochwasserspitzen stützt, sind diese nicht von Massnahmen betroffen (kein Kapazitätsausbau ausserhalb der Siedlungen).

Einen Einfluss auf die Überflutungsgefährdung von Mühlethurnen haben folgende Brücken:

**Tab. 1 BRÜCKEN IM HWS-PERIMETER MÜHLETHURNEN**

<b>Brücke</b>	<b>Massnahme im Wasserbauplan (Auflageprojekt)</b>
Schürmattbrücke	Anheben und Schrägstellen (Überlastlenkung)
Madbrücke	Objektschutz und Optimierung Durchflussquerschnitt gemäss vorliegendem Variantenstudium
Brücke beim Bad (Moosstrasse)	Diese Brücke wurde von wenigen Jahren neu erstellt und hat einen genügenden Querschnitt
Allmendsteg	Abbruch

Die Kapazität der Gürbe entlang der Siedlung von Mühlethurnen beträgt bordvoll im heutigen Zustand rund 40 - 45 m<sup>3</sup>/s und ist damit weit ungenügend. Der Kapazitätsausbau in Form einer Gerinneverbreiterung führt dazu, dass die bestehende Madbrücke zu kurz wird. Auch ist die Abflusskapazität bei der Brücke ungenügend. Es sind Massnahmen notwendig.

Im Folgenden sind die möglichen Massnahmenvarianten sowie deren technische, finanzielle und politischen Vor- und Nachteile dargelegt. Im Kapitel 7.4 erfolgt eine Bewertung der Varianten.



## **3. BESTEHENDES BAUWERK**

---

### **3.1. Lage und Nutzung**

Die Madbrücke liegt etwas oberhalb des südlichen Siedlungsrandes von Mühlethurnen. Rund 40 m unterhalb der Brücke beginnt auf dem linken Ufer die Bauzone (W2). Rechtsufrig liegt Landwirtschaftsland mit einzelnen Ökonomiegebäuden.

Die Brücke liegt aber noch knapp auf dem Gemeindegebiet von Lohnstorf. Sie stellt zusammen mit der Schürmattbrücke die Verbindung der Siedlung von Lohnstorf - und teilweise auch von Mühlethurnen - mit dem Landwirtschaftsland im Talboden dar. Die angrenzenden Fahrwege links und rechts der Gürbe gehören zum landwirtschaftlichen Erschliessungsnetz und sind im Eigentum der Flurgenossenschaft Thurnen. Die Brücke ist also nicht Teil des Gemeindestrassennetzes.

Die Brücke wird v.a. von der Landwirtschaft genutzt. Ausserdem von Fussgängern und Velofahrern.

### **3.2. Baugeschichte und Eigentum**

Die Brücke wurde im Rahmen der Gesamtmelioration Thurnen im Winter 1946/1947 gebaut und auf eine Traglast von 13 to ausgelegt<sup>1</sup>. Planer war der Ingenieur Paul Kipfer, Bern, die Ausführung wurde der Firma Kästli von Münchenbuchsee übertragen [4].

Da das Gürbegerinne ausparzelliert ist (ohne Ausparung bei den Brücken), liegt die Brücke heute auf dem Grundeigentum des WGM. Als Werkeigentümer wird in der Regel a priori der Grundeigentümer vermutet, was im vorliegenden Fall aber ausgeschlossen werden kann, da der WGM eindeutig nicht Ersteller des Werkes ist. Auch die Gemeinde Lohnstorf weist die Brücke dem Flurstrassennetz zu (vgl. Mitwirkungseingaben in [2]).

Wie damals die Bauherrschaft zwischen kantonalem Meliorationsamt und der Flurgenossenschaft organisiert war, ist nicht bekannt. In jedem Fall kann davon ausgegangen werden, dass sämtliche im Rahmen der Melioration erstellten Werke (Strassen und Wege, Drainagesysteme, etc.) und damit auch die Brücken ins Eigentum der Flurgenossenschaft übergingen.

### **3.3. Abmessungen**

Die Sohlenbreite bei der Brücke beträgt heute 6 m. Die Widerlager liegen rund 11 m auseinander. Wasserseitig der Widerlager wurden die Böschungen mit einem Zementüberzug versehen. Über die Foundationen ist nichts bekannt. Auf Höhe der Brückenunterkante beträgt die Breite 11.2 m. Die lichte Höhe ab Sohle beträgt ca. 2.7 m.

### **3.4. Durchflusskapazität**

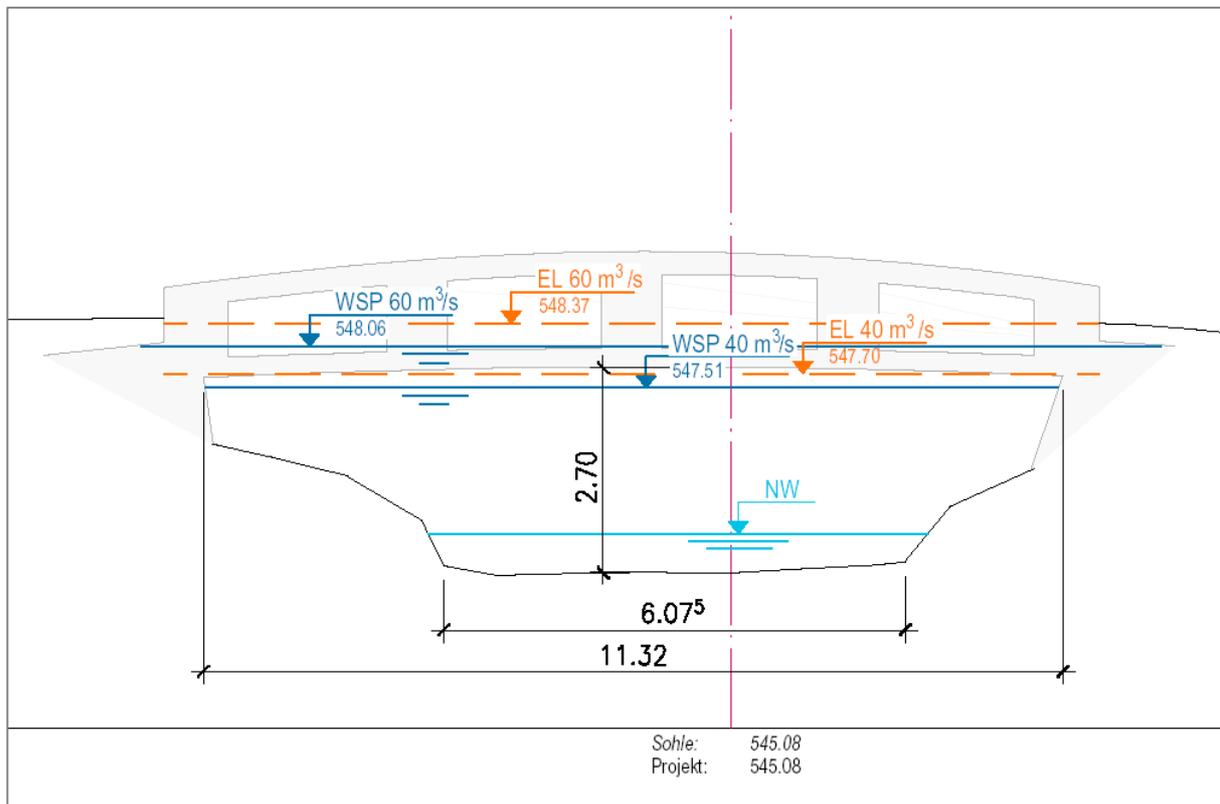
Die Dimensionierungswassermenge in der Gürbe in Mühlethurnen beträgt nach Realisierung der Ausleitung Lohnstorf 60-70 m<sup>3</sup>/s. Dieser Spitzenabfluss entspricht einem HQ<sub>100</sub> und kann bei extremen Ereignissen, resp. ungünstigen Prozessabläufen auch übertroffen werden.

Die bestehende Kapazität der Gürbe in Mühlethurnen beträgt ca. 45 m<sup>3</sup>/s. Dieses Manko wurde bereits im Gürberichtplan festgestellt und hat sich bei den Hochwasserereignissen von 2005 und 2007 bestätigt.

---

<sup>1</sup> Die Brücke wird heute dem Vernehmen nach auch durch schwerere Fahrzeuge befahren. Eine statische Nachrechnung ist uns nicht bekannt.

Die Durchflusskapazität bei der Madbrücke ist noch geringer. Sie beträgt  $40 \text{ m}^3/\text{s}$ , wenn man die Energielinie an der Brückenunterkante ansetzt. Ab diesem Zeitpunkt beginnt die Brücke den Abfluss zu beeinflussen (Rückstau). Das Freibord beträgt dann aber nur noch 20-30 cm (die Brücke ist gebogen). Gemäss den Empfehlungen der Schweizer Konferenz für Hochwasserschutz KOHS wäre ein Freibord von minimal 0.6 m erforderlich (siehe Anhang). Dies würde einer Durchflusskapazität von ca.  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  entsprechen.



**Abb. 1 BESTEHENDER BRÜCKENQUERSCHNITT UND HYDRAULISCHE KAPAZITÄT**

Trotz dieser sehr beschränkten Kapazität traten im Bereich der Madbrücke bei den letzten Hochwasserereignissen – nach Angaben der Anwohner seit 1947 - keine Schäden auf. Das Wasser schlug z.B. am 22. August 2005 an der Brücke an, trat jedoch nicht aus (Abfluss ca.  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Beim Ereignis von 2011 schlug das Wasser knapp nicht an. Dies ist auch darauf zurück zu führen, dass (zu) grosse Abflüsse aufgrund der geringen Kapazität des obliegenden Gerinnes bereits früher reduziert werden. Dieser Effekt wird durch die projektierte Ausleitung in Burgistein und den Verzicht auf den Ausbau der Zwischenstrecke sichergestellt.

Dadurch dass bei den Projektwassermengen das Wasser an der Brücke zurück gestaut wird, besteht kein Platz mehr für Treibgut und Geschwemmsel und es besteht ein Verkläungsrisiko.

Nach dem grossen Hochwasserereignis im Gürbetal von 1990 wurde ein Holzrechen an der oberen Gürbe gebaut, welcher einen Teil des Schwemmholzpotezials zurück halten kann. Dies wirkt sich risikomindernd aus.



## 4. GEFAHRENKARTE

Die aktuelle Gefahrenkarte des Gürbetales wurde für die Gürbe und Müsche im Jahr 2005 erstellt, und anlässlich der Erarbeitung der integralen Naturgefahrenkarte für das Gürbetal 2009 revidiert [1].

Nachfolgend sind die der Gefahrenkarte zugrunde gelegten Prozesse an den Brücken zusammengestellt:

**Tab. 2** SZENARIEN AN DEN BRÜCKEN AUS [1]. DER PROZENTGRAD DER VERKLAUSUNG BEZIEHT SICH AUF DEN DURCHFLUSSQUERSCHNITT

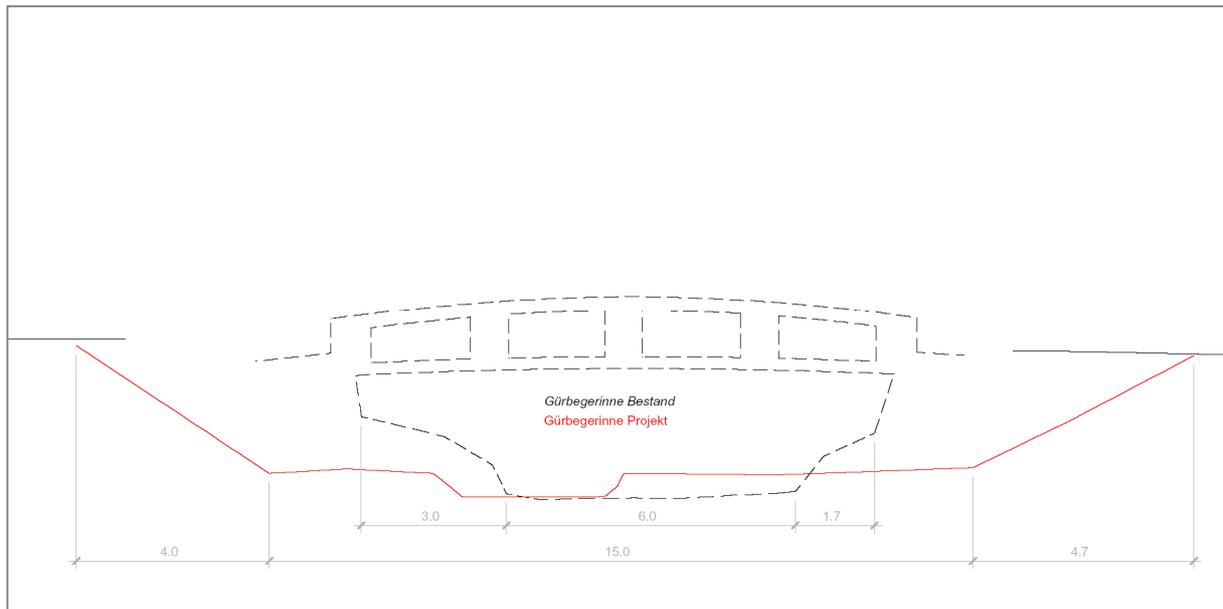
Szenario	Jährlichkeit	Ereignistyp	Verklausungsgrad resp. Ausuferung bei den Brücken
F	HQ <sub>30</sub>	kurz	Bahnbrücke Lohnstorf: Kapazität knapp, wenige m <sup>3</sup> /s Ausuferung Schürmatt Lohnstorf: Kapazität knapp, wenige m <sup>3</sup> /s Ausuferung <b>Madbrücke: Kapazität knapp, wenige m<sup>3</sup>/s Ausuferung</b> Mühlethurnensteg: Kapazität knapp, wenige m <sup>3</sup> /s Ausuferung Hornusserbrücke Toffen: Kapazität knapp, wenige m <sup>3</sup> /s Ausuferung
G		lang	--
A	HQ <sub>100</sub>	kurz	Bahnbrücke Lohnstorf: 100% Verklausung Schürmatt Lohnstorf: 50% Verklausung <b>Madbrücke: 50% Verklausung</b> Mühlethurnensteg: 50% Verklausung Hornusserbrücke Toffen: 50% Verklausung
B		lang	--
C	HQ <sub>300</sub>	kurz	Bahnbrücke Lohnstorf: 100% Verklausung Schürmatt Lohnstorf: 100% Verklausung <b>Madbrücke: 100% Verklausung</b> Mühlethurnensteg: 100% Verklausung
D		kurz	Hornusserbrücke Toffen: 100% Verklausung Bahnhofbrücke Toffen: 100% Verklausung
E		lang	--

Diese Szenarien gelten für die aktuelle GK im heutigen Zustand. Im Zustand nach Massnahmen sind die Szenarien von der gewählten Variante abhängig.

## 5. AUSBAU DES GÜRBEGERINNES

Die bestehende Kapazität der Gürbe entlang der Siedlung von Mühlethurnen beträgt bordvoll im heutigen Zustand zwischen 40 - 50 m<sup>3</sup>/s und ist damit weit ungenügend. Zunächst wurde eine Erhöhung des linken Ufers zum Schutz der Wohnhäuser und zulasten der rechten Seite geprüft. Es zeigte sich aber, dass im betroffenen Quartier bereits heute erhebliche Entwässerungsprobleme (Oberflächenwasser) bestehen. Diese würden durch eine weitere Ufererhöhung mit Ausbildung eines Dammes noch verschärft.

Infolgedessen wurde eine Verbreiterung geplant. Damit kann der Wasserspiegel im Gerinne gegenüber heute gesenkt werden, was sich günstig auf die Oberflächenentwässerung und auch die Einleitungen auswirkt. Zusätzlich wird der Schutz des rechtsseitigen Landwirtschaftslandes verbessert, da Ausuferungen seltener sind. Da ausserdem erhebliche ökologische Defizite bestehen und bei einem Eingriff auch der Gewässerraum realisiert werden sollte, bot sich eine Verbreiterung aus mehreren Gründen an. Ausschlaggebend für das Ausmass der Verbreiterung war also der im Gewässerrichtplan Gürbe (GRP) festgelegte Gewässerraum. Mit einer Verbreiterung auf dieses Mass (unter Abzug des Flurweges, welcher innerhalb des Gewässerraumes zu liegen kommt) wird die nötige Abflusskapazität von 60-70 m<sup>3</sup>/s erreicht.



**Abb. 2 GERINNEVERBREITERUNG IM BRÜCKENBEREICH**

Diese Verbreiterung führt dazu, dass die bestehende Madbrücke zu kurz wird. Um die bestehende Brücke behalten zu können, müsste das Gerinne im Brückenbereich auf die heutige Breite zusammengeführt werden.



## **6. UNTERSUCHTE VARIANTEN**

---

### **6.1. Abbruch der Brücke**

Die einfachste Variante zur Behebung der Querschnittseinengung wäre ein ersatzloser Abbruch der Brücke. Die beiden nächstgelegenen Brücken oberhalb und unterhalb der Madbrücke sind je rund 450 m entfernt und in direkter Linie über die Gürbestrasse zu erreichen.

### **6.2. Ersatz durch eine neue Brücke**

Da die Brücke für das neue Gerinne zu kurz ist, zieht ein Ersatz der Brücke in jedem Fall auch einen Neubau der Widerlager nach sich. Damit ist die Wahl des Tragsystems vollkommen frei. Im Vorprojekt wurde eine einfach gelagerte Betonbrücke mit einer Traglast von 16 bis 28 to vorgeschlagen. Nachfolgend sind weitere Varianten untersucht und einem Kostenvergleich unterzogen worden.

#### **6.2.1. Betrachtete Nutzungszustände**

Ausser für den Langsamverkehr (Fussgänger, Velos) dient die Brücke v.a. der Landwirtschaft. Die uneingeschränkte Nutzung für grosse landwirtschaftliche Fahrzeuge mit Anhängern macht eine Traglast von mindestens 28 to nötig.

Im Rahmen der Einsprachen wurde angeregt, dass anstelle eines vollwertigen Brückenersatzes nur ein einfacher Übergang mit einer begrenzten Traglast von 3.5 to gebaut werden sollte. Dies ist auch genügend für PW und leichte landwirtschaftliche Fahrzeuge. Damit wäre eine Teilnutzung für die Landwirtschaft gewährleistet.

Auch eine reine Langsamverkehrsbrücke (Fussgängersteg) wurde untersucht. Um die Kosten gegenüber einer Strassenbrücke mit Traglast 3.5 to deutlich reduzieren zu können, muss ausgeschlossen werden können, dass die Brücke mit Unterhaltsfahrzeugen oder ähnlichem befahren werden kann, das dieser Lastfall (aussergewöhnliche Einwirkung mit ggf. irreversiblen Schäden) sonst ebenfalls nachgewiesen werden muss.

#### **6.2.2. Normen und Lastmodelle**

Die Lastmodelle für Strassenbrücken sind in der Norm SIA 261 geregelt (Lastmodell 1). Dabei wird die Nutzlast für die Nachweise mit dem Faktor  $\alpha$  berücksichtigt. Dabei entspricht ein Faktor  $\alpha$  von 0.9 einer 40 to Belastung. Für eine tiefere Belastung kann dieser Faktor linear zu Belastung reduziert werden. Für eine Belastung von 28 to würde er somit 0.63 betragen. Gemäss Norm SIA 261 kann der Faktor  $\alpha$  in Absprache mit der Bauherrschaft festgelegt werden, darf aber nicht weniger als 0.65 betragen. Somit entsprechen Strassenbrücken mit einer Nutzlast kleiner 28 to nicht der Norm.

Für die Berechnungen der im vorliegenden Variantenvergleich untersuchten 3.5 to Brücken wurden der Faktor  $\alpha$ , entgegen den normativen Vorgaben, trotzdem weiter reduziert (vergl. Anhang [B]), nämlich auf 0.08.

Für die reine Fussgänger-/Velobrücke wurde gemäss Norm SIA 261 eine Flächenlast von  $4 \text{ kN/m}^2$  ohne Punktlasten angesetzt. Wie oben beschrieben, bedingt dies eine bauliche Verunmöglichung der Befahrung mit Motorfahrzeugen. Dies wird im vorliegenden Fall dadurch erreicht, dass (v.a. auch aus Kostengründen) die Breite auf 1.5 m beschränkt wird.

### 6.2.3. Abmessungen

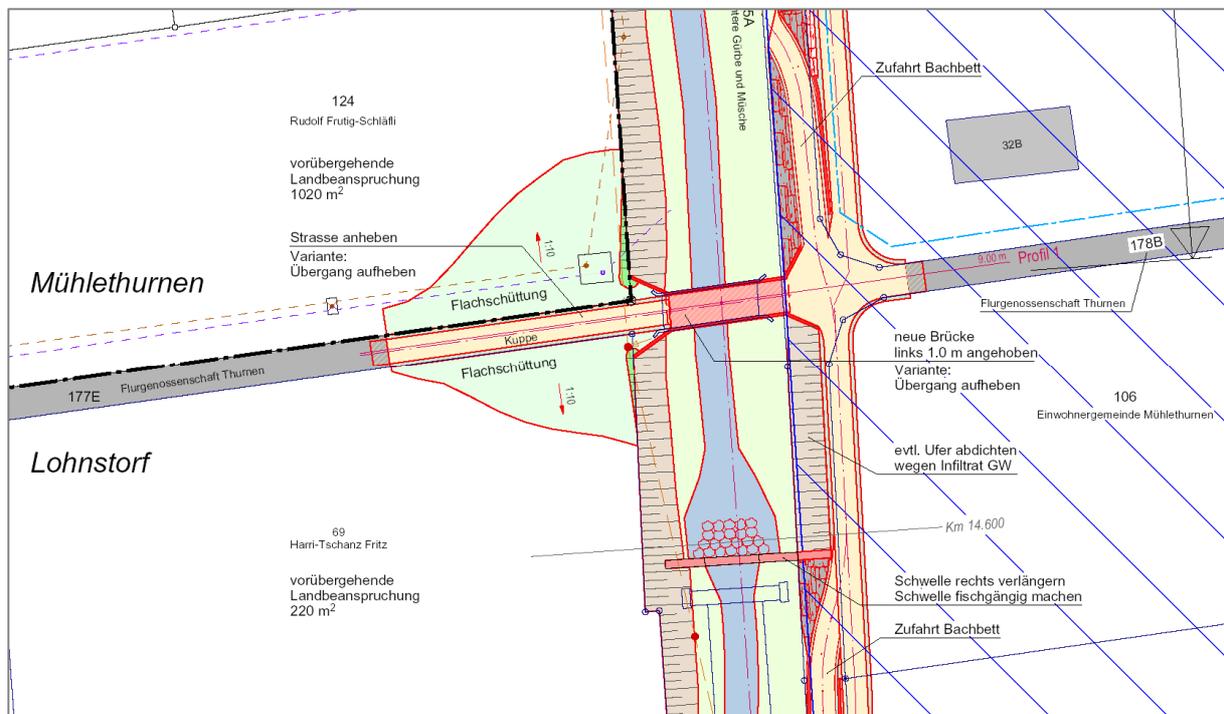
Die notwendigen Abmessungen können wie folgt festgelegt werden:

Die Länge der Brückenplatte zwischen den Auflagern ergibt sich aus der Verbreiterung des Gürbegerinnes zu 15 m. Die Breite der neuen Gürbe zwischen den Böschungsoberkanten beträgt ca. 23 m. Um die Brückenlänge zu begrenzen und eine wirtschaftliche Lösung zu erhalten, können die Widerlager auf die Lagen der Böschungsunterkanten gesetzt werden, was eine gewisse Einengung des Querschnittes bedeutet. Dieser Nachteil wird damit aufgefangen, dass die Brücke schräg gestellt werden soll (s.u.). Diese Annahme entspricht den 'kurzen' Varianten Nr. 1, 2 und 6. Varianten Nr. 3, 4 und 5 weisen eine Länge von 23 m auf.

Der Wasserspiegel bei einem Abfluss von  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  liegt nach einer Verbreiterung auf ca. 547.30 m ü.M. Unter Zuschlag des notwendigen Freibordes nach KOHS von 0.6 m (Anhang A) ergibt sich eine minimale Brückenunterkante von 547.90 m ü.M. Unter Beachtung der Energielinie sollte die Höhe der Platte ausserdem nirgends tiefer als 547.52 liegen (Anschlag von Wellen). Dies macht je nach Konstruktionshöhe der Brückenplatte eine Anpassung der Ufer und Strassen notwendig.

Um den möglichen Durchfluss zu erhöhen, könnte auch der Bau einer Druckbrücke erwogen werden. Dazu aber müssten die Uferhöhen grossräumig angepasst werden (beidseitiger Staukragen). Auch ist das Schutzziel am rechten Ufer längst erfüllt, so dass nichts gegen eine Ausleitung von Wasser nach rechts im Überlastfall spricht. Weiter oberstrom wird gemäss HWS-Konzept eine Hochwasserentlastung vorgesehene (Ausleitung Lohnstorf) so dass der Überlastfall an der Madbrücke eher im Falle von Schwemmgut zu erwarten ist, nicht im Falle von Überlast durch Reinwasser. Eine Druckbrücke drängt sich aus diesen Gründen nicht auf.

Für die Überlastlenkung wird daher empfohlen eine einfache Uferdifferenz zu bauen. Dadurch wird die Brücke leicht schräg gestellt. Die entsprechenden Anpassungen in den Strassengeometrien wurden überprüft und können realisiert werden. Das linke Ufer wird um 1 m angehoben. Die entsprechenden Strassen- und Geländeanpassungen sind in Abb. 3 ersichtlich.



**Abb. 3 SITUATION NEUBAU MADBRÜCKE**



Werden die Widerlager zurückgesetzt, können sie kleiner und günstiger gebaut werden. Eine Fundation bis unter die Gürbesohle ist dann nicht notwendig

### Untersuchte Brückenvarianten

Nachfolgend sind die untersuchten Brückenvarianten zusammengestellt. In den folgenden Abschnitten werden sie noch näher beschrieben.

**Tab. 3 VARIANTEN**

Variante	Einheit	1	2	3	4	5	6
Länge	[m]	15	15	23	23	23	15
Material / Tragsystem		Stahl	Stahl	Stahl	Stahl	Stahl	Beton
Breite	[m]	3.5	3.5	3.5	3.5	1.5	3.5
Traglast	[to]	3.5	28	3.5	28	Fussgänger	28
Anzahl Fahrbahnen		1	1	1	1	0	1
b Fahrbahn	[m]	3	3	3	3	1.5	3
Widerlager		"gross"	"gross"	"klein"	"klein"	"klein"	"gross"

### Varianten 1 bis 4: Strassenbrücke aus Stahl/Holz Traglast 3.5, resp. 28 to

Denkbar wäre z.B. ein einfaches Tragsystem aus Normstahlprofilen und einer Fahrbahn aus Holz. Varianten 1 und 2 haben eine Länge von 15 m. Die Widerlager müssen in diesem Fall etwa gleich gebaut werden wie bei Variante 6, wobei die die nötige Fundationstiefe bei Var. 1 wegen der geringeren Auflagerlasten etwas geringer ausfallen dürfte. Da die Widerlager einen erheblichen Teil der Kosten ausmachen, fallen diese Varianten nur wenig kostengünstiger aus als Variante 6 (Betonbrücke).

Auf die Längsträger wird eine Lage Querträger und ein Windverband angeordnet. Darauf kommt eine einfache, rohe Holzbeplankung aus Kantholz. Beidseitig sind Absturzsicherungen (Geländer) notwendig.

### Variante 5: Langsamverkehrssteg

Die Variante 5 beinhaltet einen 1.5 m breiten Steg auf Stahlträgern mit Holzbelag mit einer Länge von 23 m. Der Steg ist nur mit Velos oder Rollstühlen befahrbar, nicht mit Motofahrzeugen.

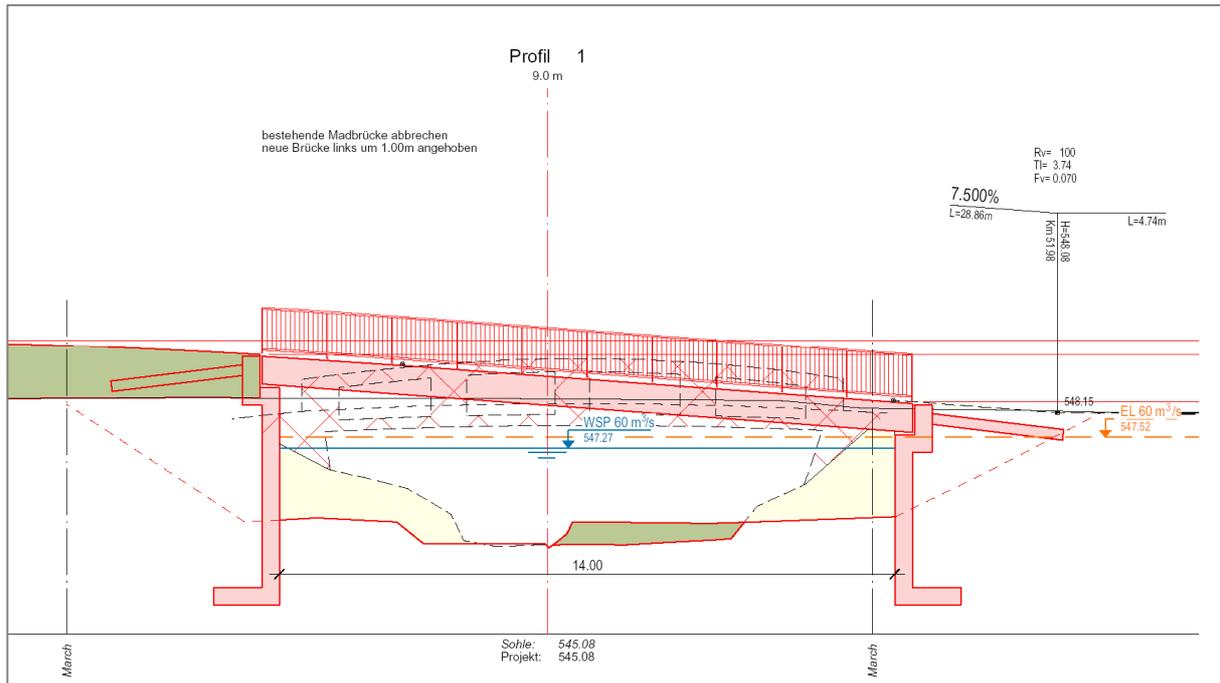
Die konstruktive Ausbildung erfolgt wie unter Variante 1 – 4 beschrieben.

### Variante 6: Betonbrücke mit Traglast 28 to

Bereits im Rahmen der Mitwirkung (Stufe Vorprojekt) wurde eine einfache Betonbrücke mit einer Traglast von 16 bis 28 to vorgeschlagen.

Die Vordimensionierung ergibt eine Plattenstärke von ca. 0.5 m. Beidseitig werden Schlepplatten angeordnet. Die Brücke sollte zugunsten der Dauerhaftigkeit mit einer Abdichtung und einem Belag versehen werden. Aufgrund der starken Schrägstellung ist keine Entwässerung in der Platte vorgesehen, hingegen muss das Wasser am rechten Plattenende gefasst und abgeleitet werden.

Die Widerlager bestehen aus Ortsbeton. Die Platte kann auf einfachen Topflagern gelagert werden.



**Abb. 4** QUERPROFIL NEUE MADBRÜCKE, BETONKONSTRUKTION, SCHRÄG GESTELLT ZUR ÜBERLASTLENKUNG. **NOTA BENE: DIE WASSERSPIEGEL BEZIEHEN SICH AUF DAS AUFGEWEITETE PROFIL UND OHNE EINFLUSS DER BRÜCKENPLATTE (KEIN RÜCKSTAU), DIES IM UNTERSCHIED ZU ABB. 1**

#### 6.2.4. Vordimensionierung und Kosten

Mit den oben dargelegten Lastmodellen wurde eine Vorstatik für alle Varianten gerechnet. Es wurden die üblichen Normstahlprofile angesetzt. Für alle Varianten werden die Durchbiegungen massgebend für die Wahl der Längsträger und damit für die Kosten des Oberbaus. Dies obwohl die Optimierung auf den häufigen Lastfall (Verkehr) ausgelegt, und für die quasi-ständigen Lastfälle eine Trägerüberhöhung (z.B. durch mittig aufgeschweisste konische Kopfplatten) angenommen wurde.

Für die langen Varianten 3 und 4, bei welchen die Widerlager an die Böschungsoberkante gesetzt werden, wurden einfache Auflagerbänke aus Beton gerechnet. Auch wurden die Kosten für die Strassenanpassungen auf die Anpassung in der Breite beschränkt und keine Uferüberhöhung linksufrig angesetzt. Deren Kosten sind erheblich.

Für alle Brückenvarianten wurde ein Massenauszug erstellt. Mittels derselben Einheitspreise wie im KV des Gesamtprojektes wurden die Baukosten für Oberbau, Widerlager und Anpassungen separat berechnet. Dazu kommen Kosten für Installationen, Wasserhaltung, Planung, Landerwerb, etc. sowie die Mehrwertsteuer.

Nicht eingerechnet sind die Kosten für den Abbruch der alten Brücke, da diese in der Regel vom Wasserbau übernommen werden.

Die Gesamtkosten aller Varianten sind in der folgenden Tabelle ersichtlich:

**Tab. 4 GESAMTE ERSTELLUNGSKOSTEN FÜR ALLE BRÜCKENVARIANTEN**

Variante	Einheit	1	2	3	4	5	6
Länge	[m]	15	15	23	23	23	15
Material / Tragsystem		Stahl	Stahl	Stahl	Stahl	Stahl	Beton
Traglast	[to]	3.5	28	3.5	28	Fussgänger	28
Wahl Träger							
Kosten							
Oberbau		Fr. 40'881	Fr. 73'793	Fr. 93'475	Fr. 188'108	Fr. 56'973	Fr. 88'333
Widerlager		Fr. 53'046	Fr. 58'940	Fr. 25'000	Fr. 25'000	Fr. 25'000	Fr. 58'940
Strassenanpassung		Fr. 9'626					
Anhebung links		Fr. 23'348	Fr. 23'348	-	-	-	Fr. 23'348
Total Baukosten		Fr. 126'900	Fr. 165'706	Fr. 128'101	Fr. 222'733	Fr. 91'598	Fr. 180'246
Installationen		Fr. 15'000					
Wasserhaltung		Fr. 20'000	Fr. 20'000	-	-	-	Fr. 20'000
Baunebenkosten (Planung, Entschädigungen, etc.)		Fr. 30'000					
Zwischentotal		Fr. 191'900	Fr. 230'706	Fr. 173'101	Fr. 267'733	Fr. 136'598	Fr. 245'246
MwSt. 8%		Fr. 15'352	Fr. 18'456	Fr. 13'848	Fr. 21'419	Fr. 10'928	Fr. 19'620
Erstellungskosten netto		Fr. 207'251	Fr. 249'162	Fr. 186'949	Fr. 289'152	Fr. 147'526	Fr. 264'866

Der Kostenvergleich zeigt, dass für die 'kurzen' Varianten eine unbehandelte Stahlträgerbrücke mit Holzbelag leicht billiger wird als eine Betonbrücke. Dies entspricht der Erfahrung. Die Systeme sind allerdings in Bezug auf die Dauerhaftigkeit keinesfalls vergleichbar (rohe Holzbeplankung vs. abgedichtete Betonplatte). Der Unterschied zwischen Variante 1 und 2 ist wie erwartet nicht erheblich.

Bei den Varianten 3 und 4 ist die Auswirkung einer Traglastreduktion grösser, wenn wie oben vorgeschlagen die Träger vorgängig überhöht werden. Eine 23 m lange Stahlbrücke für schwere Fahrzeuge ist nicht wirtschaftlich, selbst unter Berücksichtigung der geringeren Widerlagerkosten. Es ist zu beachten, dass diese Varianten aber erst durch den Verzicht auf die Anhebung des linken Ufers konkurrenzfähig werden.

Mit Variante 5 (Fussgängersteg) kommen die Kosten deutlich tiefer zu liegen. Diese Variante kommt aber für die Landwirtschaft faktisch einem ersatzlosen Abbruch gleich. Der Kostenträger ist damit unklar.

### 6.3. Durchflussoptimierung und Objektschutz

Wenn die bestehende Brücke an Ort belassen wird, ergibt sich eine erheblich lokale Einschnürung des Gerinnes auf die heutige Breite. Dies ist hydraulisch sehr ungünstig. Wasserspiegel und Energielinie des Dimensionierungsabflusses von 60 m<sup>3</sup>/s schlagen an der Brücke an. Es kommt zu einem Rückstau und Ausuferungen.

Im Fall einer (Teil-) Verklausung muss mit starken Intensitäten im Brückenbereich gerechnet werden. Dies bedeutet, dass das Werk (Widerlager) wie auch das angrenzende Gürbegerinne (v.a. im Rückströmbereich) erhebliche Schäden erleiden kann. Der Siedlungsrand / Bauzone ist allerdings rund 40 m von der Brücke entfernt. Das Wasser fliesst aufgrund der leichten Geländeneigung nach einer linksseitigen Ausuferung tendenziell Richtung Gürbegerinne zurück. Ohne weitere Schutzmassnahmen erreicht es aber die Bauzone dennoch.

In dieser Variante sind daher Sekundärmassnahmen zum Schutz der Siedlung vorgesehen. Dies wird als zulässig betrachtet, da damit künftig die Wohngebäude geschützt sind und nur ein Werk gefährdet ist. Es wird Rand der Bauzone - rund 40 m von der Brücke entfernt - ein Schutzelement quer zur Fließrichtung der Gürbe angeordnet. Dieses sollte am Rand der Gürbe rund 0.8 m über dem bestehenden Terrain liegen und kann nach Westen horizontal weitergeführt werden. Im Mittel ist der Objektschutz rund 0.4 m hoch.



Alternativ zu einer Mauer mit Streifenfundament (wie im Auflageprojekt vorgesehen) könnten auch andere Systeme geprüft werden, z.B. solche mit Einzelfundamenten in Abständen von mehreren Metern und dazwischen in Querrichtung tragenden Elementen, damit der Baumbestand weniger betroffen würde. Der statische und dynamische Wasserdruck ist nachzuweisen.

Die Böschungen des bestehenden Gürbegerinnes sind mit einer Art Betonüberzug versehen. Würden diese entfernt und die Böschungsunterkanten auf die Flucht der Widerlagermauern zurück versetzt, könnte der Durchflussquerschnitt um ca. 10% vergrößert werden. Die dazu notwendigen technischen Massnahmen sind allerdings von der Ausbildung der Foundationen abhängig, welche nur mittels einer Sondage ermittelt werden können. Der WGM beabsichtigt, diese Durchflussoptimierung auszuführen, unter Umständen auch mittels Vernagelung des Fundationsbereiches.

Die Kosten für diese Massnahme betragen gemäss KV nach Beaufschlagung der Baunebenkosten und Mehrwertsteuer rund Fr. 70'000.- (ohne Massnahmen an den Brückenfoundationen).



## **7. VARIANTENVERGLEICH**

---

### **7.1. Wasserbauliche Aspekte**

Jede Brücke – auch wenn sie grosszügig ausgelegt wird – bildet immer eine potenzielle Schwachstelle. Aus wasserbaulicher Sicht bietet daher die Variante 1 die grösstmögliche Sicherheit und damit auch den grössten Nutzen.

Ein Neubau der Brücke auf die oben vorgeschlagenen Koten ist die zweitbeste Lösung. Um im Überlastfall robust zu sein, sollte die Brücke schräg gestellt und die Ufer mit einer Uferdifferenz versehen werden. Traglast und Tragsystem sowie Materialisierung spielen eine untergeordnete Rolle, solange die Brückenuntersicht hydraulisch günstig ausgebildet wird. Ein zusätzlicher Schutz des Siedlungsgebietes ist dann hinfällig.

Die Variante Objektschutz kommt aus wasserbaulicher Sicht nur in Frage, weil sie sicherstellt, dass das Schutzziel der Siedlung erreicht wird. Die künftige Gefährdung beschränkt sich auf die Brücke selbst, das Gerinne und Landwirtschaftsland. Bei Hochwasserereignissen muss mit Schäden an den genannten Werken sowie im LW-Land gerechnet werden. Früher oder später wird die Brücke ohnehin ersetzt werden. Zu diesem Zeitpunkt wird der Wasserbau Auflagen über die Abmessungen und die Überlastsicherheit machen.

Für die Variante 'Langsamverkehrssteg' ist der Kostenträger völlig offen, da die Flurgenossenschaft als Werkeigentümerin kaum an einem solchen interessiert ist.

### **7.2. Landwirtschaftliche Nutzung**

Die Landwirtschaft ist der Hauptnutzer der Brücke. Sie wird von den Bewirtschaftern mit PW und Anhängern<sup>2</sup>, sowie landwirtschaftlichen Maschinen und Transportgeräten befahren.

Während kleinere Traktoren Leergewichte von 2 bis 8 to aufweisen, bringen grosse Bewirtschaftungsmaschinen mit Anhänger Leergewichte von 12 bis 20 to auf die Waage. Für eine uneingeschränkte Nutzung ist eine 28 to-Limite angemessen<sup>3</sup>.

Eine schwächere Brücke mit einer Traglast von 3.5 to würde einen Teil des landwirtschaftlichen Verkehrs weiterhin ermöglichen. Die Nutzung wäre jedoch stark eingeschränkt.

### **7.3. Erholungsnutzung**

Die Gürbeuferwege werden intensiv zur Erholung genutzt. Spaziergänger, Velofahrer, Hundehalter und Wanderer benutzen sowohl die Gürbestrasse als auch die Brücken.

Die Madbrücke ist Teil des Veloroutennetzes des Kantons, wie auch Teil eines offiziellen Wanderweges.

---

<sup>2</sup> Gemäss Angabe der Gde. Lohnstorf z.B. 2x täglich zum Melken

<sup>3</sup> Wie im Variantenvergleich der Brückensysteme gezeigt wurde sind die Kostenfolgen von höheren Traglasten beschränkt. Dies entspricht auch der Erfahrung.



**Abb. 5** GEOPORTAL DES KANTONS BERN, ABFRAGE AUGUST 2012, GELB: SACHPLAN WANDERROUTENNETZ, BRAUN GESTRICHELT: VELOUROUTEN

Aufgrund dieser Inventare wird die Erholungsnutzung mit Langsamverkehr als wichtiger Nutzer eingestuft

#### 7.4. Kosten

Nachstehend sind die Kostenschätzungen zusammengefasst:

**Tab. 5** ERGEBNIS DER KOSTENSCHÄTZUNGEN UND KOSTENTRÄGER FÜR ALLE VARIANTEN

Variante	Kosten	Kostenträger
Abbruch	25'000.-	Wasserbau
Brückenersatz 3.5 to	190'000.-	Werkeigentümer
Brückenersatz 28 to	250'000.-	Werkeigentümer
Langsamverkehrsbrücke	150'000.-	offen
Objektschutz	70'000.-	Wasserbau

Grundsätzlich kann über den Wasserbau maximal der Zeitwert einer Brücke finanziert werden. Ein *Mehrwert* (neues Werk, evtl. höhere Traglasten oder breitere Fahrbahn falls dies gewünscht würde) geht in jedem Fall zulasten des Werkeigentümers. Der WGM schliesst in seinem Reglement [6] die Kostenübernahme für die Anpassung von Werken Dritter jedoch vollständig aus (Artikel 77). Der Wasserbauverband und der Kanton haben in diesem Sinne im technischen Bericht zum Auflageprojekt eine spätere Anpassung oder Schadensbehebung im Bereich Madbrücke auch ausdrücklich wegbedungen<sup>4</sup>.

<sup>4</sup>Auszug Technischer Bericht: "Es ist zu erwarten, dass bei einem Zuschlagen oder Verklausen der Brücke erhebliche Schäden an der Brücke, den Widerlagern und den Gerinneverbauungen im Widerlagerbereich entstehen. Für diese Schäden müsste in dem



Für die Variante 'Langsamverkehrssteg' ist der Kostenträger völlig offen, da die Flurgenossenschaft als Werkeigentümerin kaum an einem solchen interessiert.

## 7.5. Vergleich

Der absolute Nutzen kann nicht monetarisiert werden. Nachstehend wird daher eine einfache Nutzwertanalyse gemacht. Für die Kriterien wasserbaulicher Nutzen, landwirtschaftlicher Nutzen und Erholungsnutzung werden Punkte zwischen 1 und 100 vergeben. Um die Kosten nicht durch ein Punktesystem zu verzerren, wird der Nutzen pro investiertem Fr. ermittelt.

Nicht in diesem Vergleich enthalten ist die politische Realisierbarkeit und die Sicht des Werkeigentümers und der Standortgemeinde, also politische Argumente. Diese sind in Kap. 8 kurz beschrieben.

Tab. 6 VARIANTENVERGLEICH NACH PUNKTEN

Variante	Nutzen Wasserbau	Nutzen für die LW	Nutzen für die Erholung	Total Punkte	Nutzen/kFr.
Abbruch	100	0	0	100	4
Brückenersatz 3.5 to	80	20	100	200	1.05
Brückenersatz 28 to	80	100	100	280	1.1
Langsamverkehrsbrücke	80	0	100	180	1.2
Objektschutz	50	100	100	250	3.6

Ein ersatzloser Abbruch der Brücke weist den höchsten Nutzwert auf, ist jedoch politisch nicht realisierbar.

An zweiter Stelle steht der Objektschutz, der in der Planaufgabe vorgeschlagen wurde. Auch dieser weist gegenüber den übrigen Varianten einen hohen Nutzwert auf.

Der Neubau einer Strassenbrücke mit 28-to Traglast bringt zwar den grössten *absoluten* Nutzen, weist jedoch pro Fr. einen geringen Nutzwert auf. Eine Reduktion der Traglast auf 3.5 to spart demgegenüber Kosten, hat aber einen noch etwas geringeren Nutzwert. Die minimale Traglast sollte im Falle eines Neubaus unbedingt mit der Landwirtschaft abgesprochen werden.

Wegen der günstigen Kosten liegt der Nutzwert eines Langsamverkehrssteiges höher als der einer Strassenbrücke, wer die Kosten dafür tragen sollte ist jedoch unklar.

Die Bauherrschaft hat sich aus finanziellen Gründen für die Variante 'Objektschutz und Durchflussoptimierung' entschieden.

---

*Fall der Werkeigentümer haften. Auch ein Neuaufbau oder Ersatz der Brücke auf einem vom Wasserbau bestimmten Niveau und Spannweite ist dann vollumfänglich Sache des Werkeigentümers."*



## 8. STELLUNGNAHME DER ÖFFENTLICHKEIT, DES WERKEIGENTÜMERS UND DER STANDORTGEMEINDE

---

Im öffentlichen Mitwirkungsverfahren wurde zwei Varianten vorgeschlagen: der ersatzlose Abbruch oder ein Neubau der Brücke.

Es gingen insgesamt 11 Eingaben zu diesem Punkt ein, welche im Mitwirkungsbericht wie folgt zusammengefasst wurden:

- *Die Verbindung über die Gürbe südlich von Mühlethurnen muss bestehen bleiben (Wander- und Velowege, landwirtschaftlicher Verkehr)*
- *Die neue Brücke muss vom Wasserbauprojekt finanziert werden*
- *Der Durchfluss unter der bestehenden Brücke soll mit 2 Rohren links und rechts verbessert werden.*

*Von einem Eingeber wird der Abbruch ausdrücklich begrüsst. Er schlägt für den landwirtschaftlichen Verkehr einen Ausbau der Route über die Schürmattbrücke vor.*

*Ein weiterer Eingeber meint, die Finanzierung einer neuen Brücke sei gerade NICHT Sache des Wasserbauverbandes.*

Mit anderen Worten 10 der 11 Eingaben waren gegen eine Aufhebung des Überganges. Insbesondere die Hauptbetroffenen, namentlich die Flurgenossenschaft Thurnen sowie die Einwohnergemeinde Lohnstorf wehrten sich vehement gegen einen ersatzlosen Abbruch. Die Einwohnergemeinde Mühlethurnen betrachtete den Entscheid als Sache der Lohnstorfer.

Aus weiteren Besprechungen der Bauherrschaft mit den Gemeinderäten Lohnstorf und Mühlethurnen sowie der Flurgenossenschaft Thurnen (August 2009) geht hervor, dass:

- die beiden Gemeinden und die Flurgenossenschaft klar gegen den Abbruch der Brücke sind.
- der Übergang als wichtig erachtet wird und bestehen bleiben muss; allerdings keine Seite bereit ist, einen Brückenneubau zu finanzieren.

Zusammenfassend hielt die Bauherrschaft im August 2009 fest, dass, sollte die Madbrücke abgebrochen werden, die Genehmigungsfähigkeit des Gesamtprojekts gefährdet sei.