



13. Mai 2025

Privatgutachterliche Stellungnahme

über den holzbautechnischen Zustand des Holzbrückentragwerkes der:

Fuß- und Radwegbrücke zur Heinrich-Kirchner-Schule

Adenauerring, Einmündung Mönaustraße

Erlangen - Büchenbach

Eigentümerin / Auftraggeberin:

Stadt Erlangen

- Tiefbauamt, Herr Klaus Engel, Herr Ahlers -

Schuhstraße 40

91051 Erlangen

nachfolgende „Eigentümerin“ genannt

Ersteller der Gutachterlichen Stellungnahme / Auftragnehmer:

kw-holz Sachverständigenbüro

Dipl. Ing. (FH) Klaus Werth

freier & verbandsgeprüfter (ZERT) Sachverständiger für

Schäden an Gebäuden, Schimmelsanierung, Tragwerksplaner im Denkmalschutz

Nachweisberechtigt gemäß Ing.-Kammer Hessen; St-209A; W-343A; Sc-254A

Wächtersbacher Weg 44,

D-63619 Bad Orb

nachfolgend „SV“ genannt

Gutachtennummer:

24GS001

Erstellungsdatum / Ortstermin:

April 2025 / 03.09.24, 9:00 – 15:00 Uhr

Die gutachterliche Stellungnahme besteht aus:

31 Seiten Original-Schriftsatz zzgl. Verweis auf:

1. Schriftreihe „holzbau handbuch“ Reihe 1, Teil 9, Folge 1 „Entwurf von Holzbrücken“
2. Schriftreihe „holzbau handbuch“ Reihe 1, Teil 9, Folge 2 „Tragwerksplanung von Holzbrücken“
3. Schriftreihe „holzbau handbuch“ Reihe 1, Teil 9, Folge 3 „Musterzeichnungen für Holzbrücken“

Ausfertigungen:

2-fach im Original

1-fach als Arbeitsunterlage elektronisch ungebunden im pdf-Format

1-fach für die eigene Akte

13. Mai 2025

Inhaltsverzeichnis

1. ALLGEMEINE ANGABEN	3
1.1. Objektbeschreibung / Brückentragwerk / Konstruktion	3
1.2. Auftrag / Zweck	12
1.3. Normen und Vorschriften / sonstige Unterlagen / Software	13
2. Ortstermin, Untersuchungsergebnisse Ist-Situation	13
2.1. Fotodokumentation	15
2.2. Einschränkungen/Sofortmaßnahmen	19
3. Sanierungsmöglichkeiten	19
3.1. Kostenschätzung erforderlicher Sanierungsmaßnahmen der vorh. Konstruktion	20
4. Ersatzneubauoptionen des Brückenüberbau in Holz- oder Stahlbauweise	20
4.1. Holzbauweise als überdachte Fachwerkkonstruktion	25
4.2. Holzbauweise als Trogbrücke	27
4.3. Stahlbauweise als Fachwerkbrücke	29
4.4. Sicherstellung der Nutzung der bestehenden Brücke bis zum Zeitpunkt der Sanierung bzw. einem Ersatzneubau (temporäre Nutzung bis Ende 2027)	30
5. Zusammenfassung	32



13. Mai 2025

Allgemeine Angaben

1.1. Objektbeschreibung / Brückentragwerk / Konstruktion

Die Örtlichkeit der Brücke, Ausrichtung in Nord-Süd-Richtung, zur Heinrich-Kirchner-Schule, über den Adenauerring, Kreuzung Mönaustraße, ist entsprechend nachfolgendem Bild ersichtlich. Das Brückentragwerk wurde in 1992 - 1997 als Fuss- und Radwegbrücke nach DIN 1072, 1074 und DIN 1052, mit Sonderlast für Kommunalfahrzeuge, 2-achsig, tatsächliches Gewicht < 2,8 Tonnen, projektiert. Die Konstruktion sind 6 Stück Brückenträger mit beidseitig 3 Stück, Trapezsprengwerkstreben, welche die Brückenträger, paarweise, stützen, nebst Betonwiderlager projektiert. Der Belag sollte eine Holzbohlenbelag aus Lärche sein, welcher über die Geländer seitlich deutlich überkragt und die Holz-Stahlgeländer, von außen abstrebt.

Entsprechend wurde der Überbau der Brücke im Jahre 2006 saniert und als Furnierschichtholz-Holzwerkstoffplatte, abgedichtet mit V-13 Schweißbahn und Bitumenbelag zwischen den Holz-/Stahlgeländern errichtet. Die Geländer wurden weiterhin über die deutlich auskragende Furnierschichtholzplatte und Stahlstreben stabilisiert, vergl. Bild 2.

Im Jahre 2018 wurden die Handläufe der Holz-Stahlgeländer erneuert, da die ursprünglichen Kantholzgeländer marode wurden.



Bild 1, Luftbild Brücke überspannt in Nord-Süd-Richtung den Adenauerring, Quelle: Google Earth

13. Mai 2025

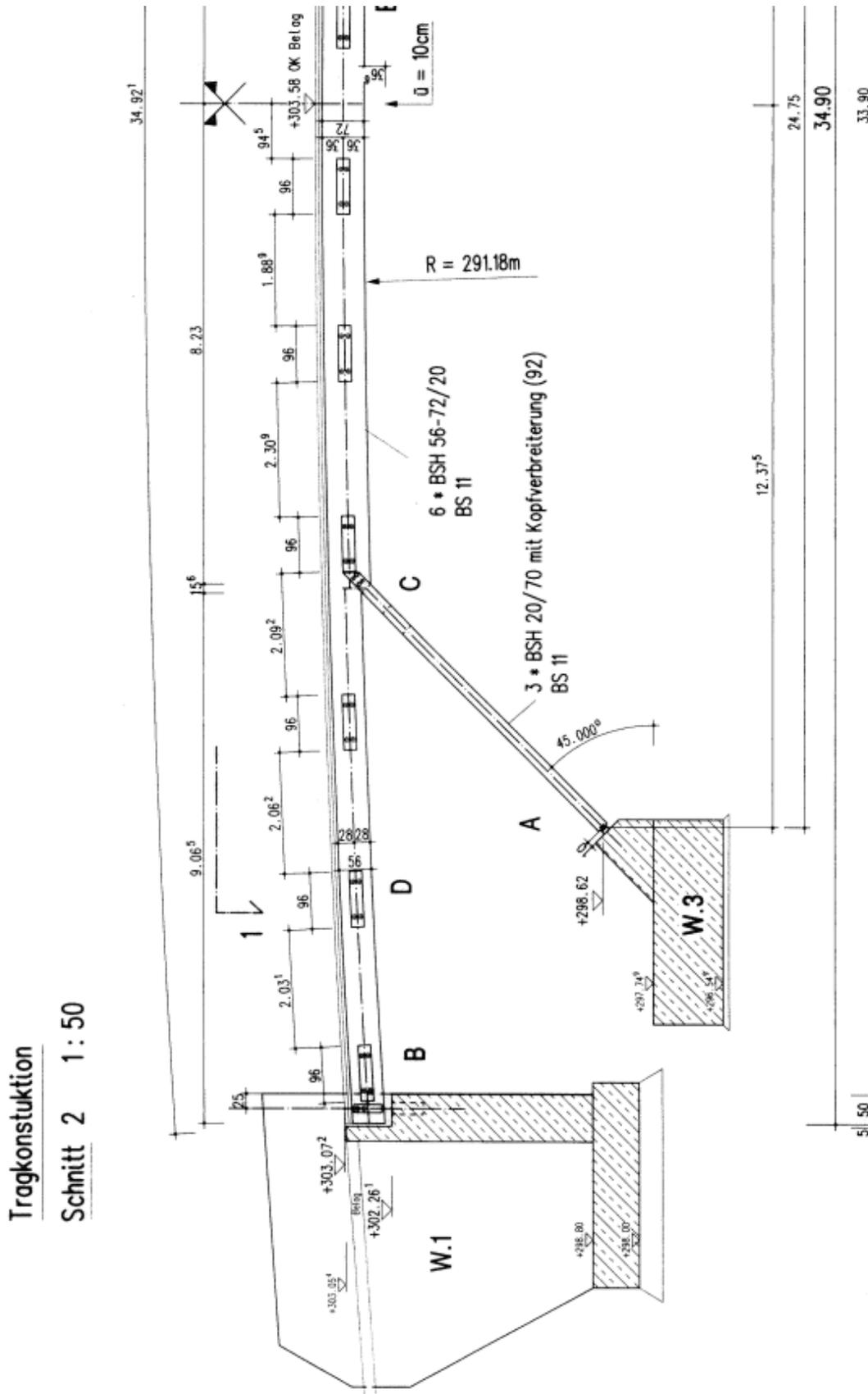


Abb. 1a, Ausschnitt Zeichnung Brückenprofil aus 1998, Quelle: Planung Paul Stephan, Gaildorf



13. Mai 2025

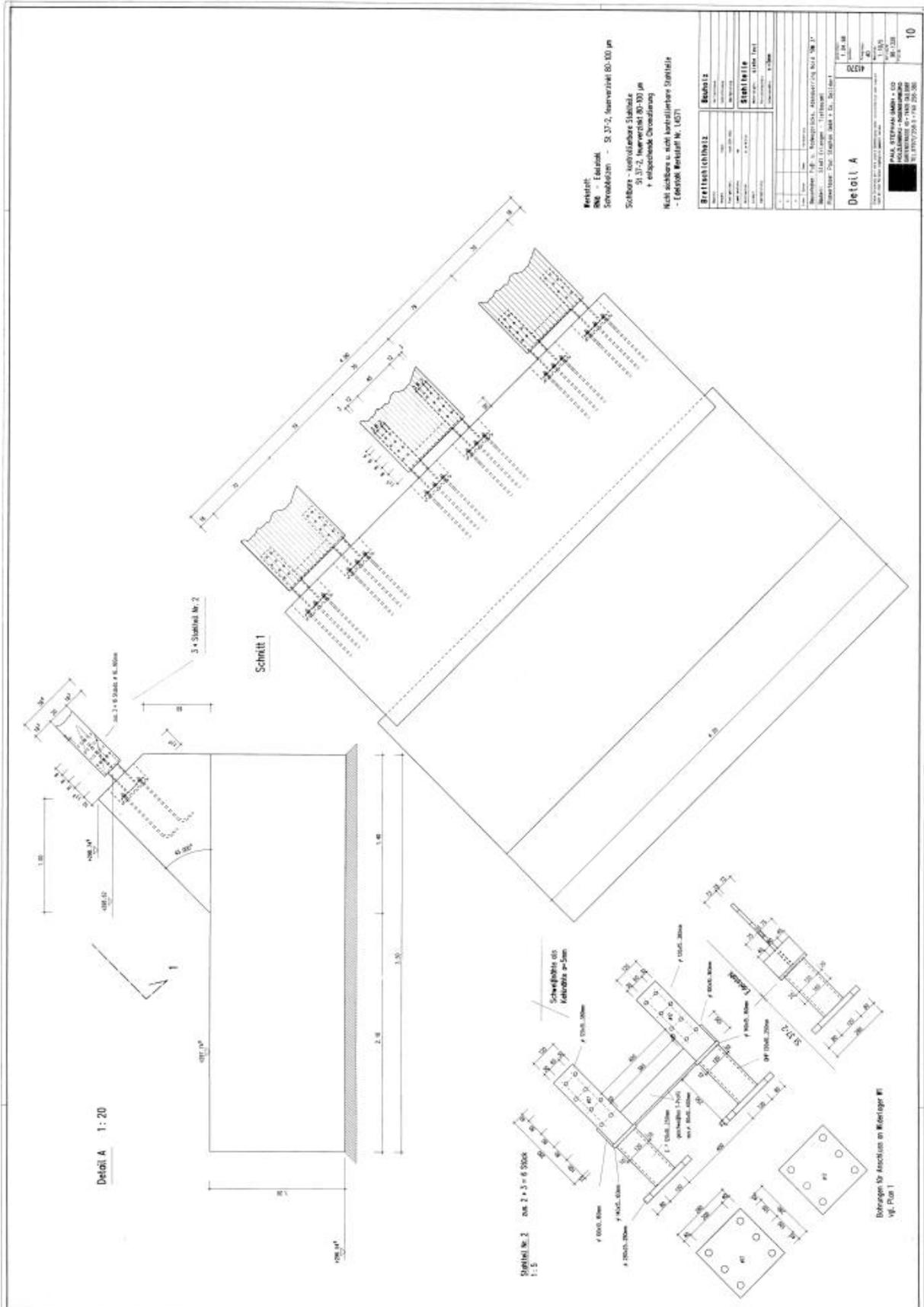


Abb. 2, Zeichnung Brückendetail A aus 1998, Quelle: Planung Paul Stephan, Gaildorf



13. Mai 2025

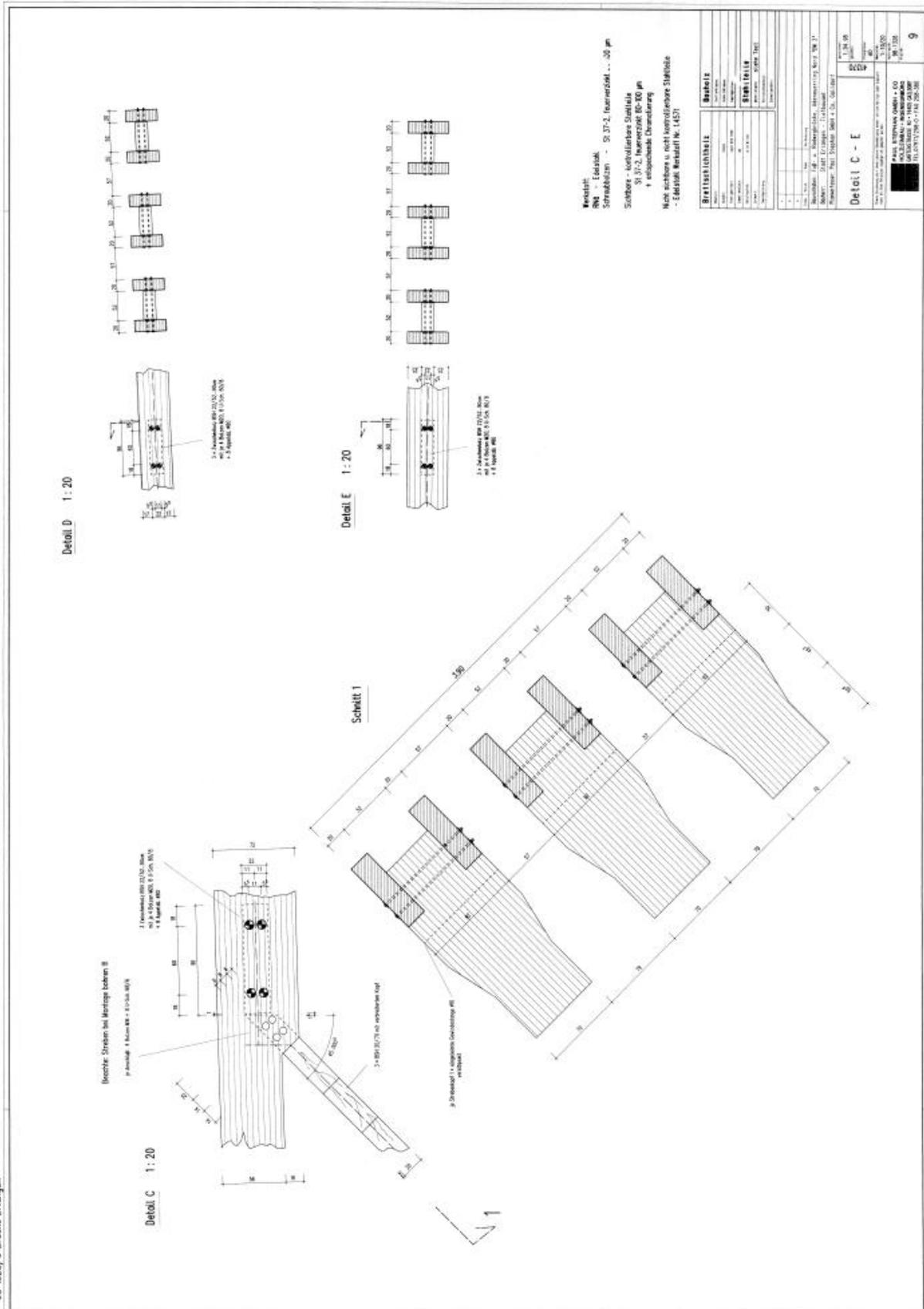


Abb. 4, Zeichnung Brückendetail C-E aus 1998, Quelle: Planung Paul Stephan, Gaildorf



13. Mai 2025

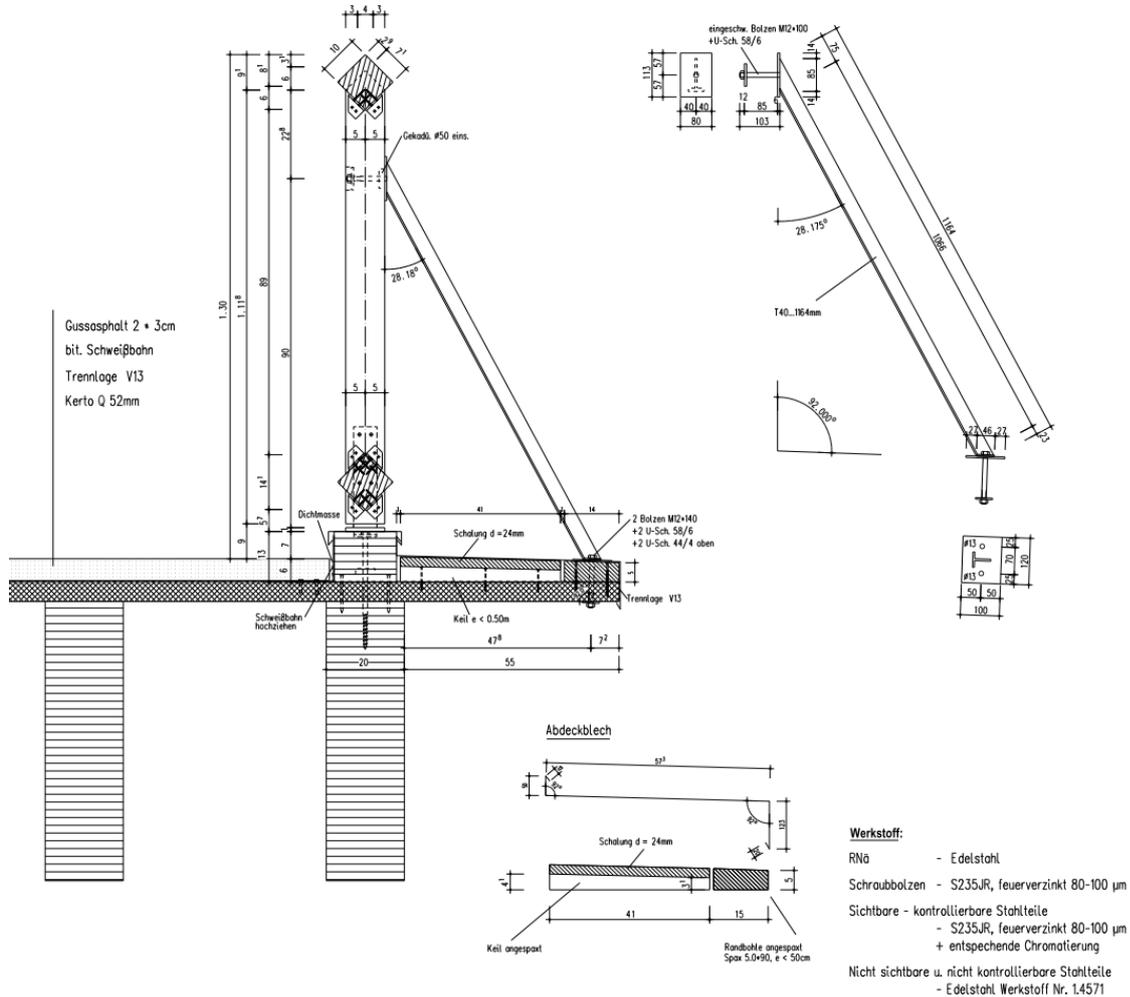


Abb. 5a, Auszug Zeichn. San. Brückenbelag und -geländer aus 2006, Quelle: Planung Paul Stephan, Gaildorf



Bild 2, Einhub nach Brückensanierung 2006, Quelle: Eigentümer



13. Mai 2025



Bild 3, Aktuell gegebene Einengung der Nutzungsbreite durch Absperrungsutensilien, Quelle Eigentümer

1.2. Auftrag / Zweck

Unser Büro wurde durch Tiefbauamt Erlangen, im Oktober 2023 telefonisch kontaktiert. Eine Besichtigung der Brückenkonstruktion sei erforderlich. Ein Ortstermin wurde für den 03.09.2024 zw. 9:00 und 15:00 Uhr vereinbart und die verkehrstechnische Sicherung der Besichtigungsarbeiten durch den Bauhof Erlangen sichergestellt.

Der Rahmen dieser Ausarbeitung ist als Gutachterliche Stellungnahme definiert. Die Fragestellungen und der Umfang, wird mit:

- a) Ermittlung des Schadensausmaßes
- b) Sanierung der Brücke nach bisheriger Konstruktion, Notwendigkeiten, Abschätzung von Sanierungskosten
- c) Ermittlung einer Konstruktion als Stegüberbau mit Geländer zur sicheren provisorischen Nutzung der Brücke, Entfernung der bisherigen Bakensicherung
- d) Neubaulalternativen unter Beachtung einer erforderlichen höheren Durchfahrthöhe wegen eines derzeit in Planung befindlichen Bau einer Umlaufbahn (Straßenbahnlinie). Beachtung einer max. Steigung vom 6%, sowie eines Belages aus Asphalt ist gewünscht. Neubauvarianten in Holzbauweise, alternativ in Stahlbauweise sollen kostenmäßig abgeschätzt werden, wobei eine lange Lebensdauer der verschiedenen Brückenkonstruktionsweisen im Vordergrund stehen soll (die bisherige Brücke hat gemäß den gemachten Erfahrungen eine deutlich zu kurze Lebensdauer)

benannt. Die Verwendung ist für:

- a) Die Schadensbehebung und Sicherstellung der Standsicherheit und Nutzbarkeit, bzw.
- b) Nennung von Alternativen, insbesondere wegen der in Planung befindlichen Umlaufbahn

von der Auftraggeberin gewünscht und festgelegt worden.

13. Mai 2025

1.3. Normen und Vorschriften / sonstige Unterlagen / Software

DIN 1072	Lastannahmen Straßen- und Wegbrücken, Dez. 1985, Normengrundlage zur Errichtung
DIN 1074	Holzbrücken, Mai 1991, Normengrundlage zur Errichtung
DIN 1052	Holzbauwerke, April 1988, Normengrundlage zur Errichtung
DIN EN 1995	EC5 Bemessung und Konstruktion von Holzbauten, Ausgabe 2010-12 (aktuell gültige Norm)
DIN EN 1991 Teil 2	EC1 Einwirkungen auf Tragwerke (aktuell gültige Norm)

Statische Berechnungen:

Statische Berechnungen aus 1998, der Fa. Paul Stephan GmbH + Co. – Holzleimbau – Ingenieurbüro, 74405 Gaildorf

Konstruktionszeichnungen:

Konstruktionszeichnungen des Tiefbauamtes Erlangen aus 1992 – 1998, Geländersanierung aus 2018, Konstruktionszeichnungen aus 1998 und 2006, der Fa. Paul Stephan GmbH + Co. – Holzleimbau – Ingenieurbüro, 74405 Gaildorf

2. Ortstermin, Untersuchungsergebnisse Ist-Situation

Begutachtung des Brückenüberbau durch den Sachverständigen am 03.09.2024 von 9:00 bis 15:00 Uhr

Teilnehmer der Ortsbegehung:

Herr Ahlers, Herr Engel	Tiefbauamt Erlangen
3-4 Pers. Verkehrssicherung	Bauhof Erlangen
Herr K. Werth	Sachverständiger
Frau L. Schiefer	Helferin des SV

Wetterdaten: sonnig, zw. 24 – 28 °C

Aus der handnahen Untersuchung des Brückentragwerkes unterhalb des Brückenbelages hat im Wesentlichen folgendes Schadensbild ergeben:

- Fäulnissschäden an der Belagsplatte Furnierschichtholz 52 mm, sowie im Bereich der oberen 1-2 Brettlamellen der BSH-Brückenträger, unterhalb der Geländer, bzw. oberhalb der äußeren Binder
- Verwitterung und Rissbildungen an der Binderoberfläche der äußeren Binder (in Richtung West und Ost zeigende Oberflächen), Risstiefen bis zu 3,3 cm Tiefe (Risstiefe < als 1/6 der BSH-Trägerbreite, wird üblicherweise toleriert, ohne Sanierungsmaßnahmen)
- Verwitterung und Rissbildungen an der Binderoberfläche der Sprengwerkstützen, Risstiefen bis zu 3,3 cm Tiefe (Risstiefe < als 1/6 der BSH-Trägerbreite, wird üblicherweise toleriert, ohne Sanierungsmaßnahmen). Teilweise Rissbildung > 3,3 cm Tiefe ==> Sanierungswürdig mittels Rissverpressung mit Epoxidharz
- Witterungsschutz mittels Blechverkleidungen oder aber Opferholzabdeckungen sind nicht verbaut

13. Mai 2025

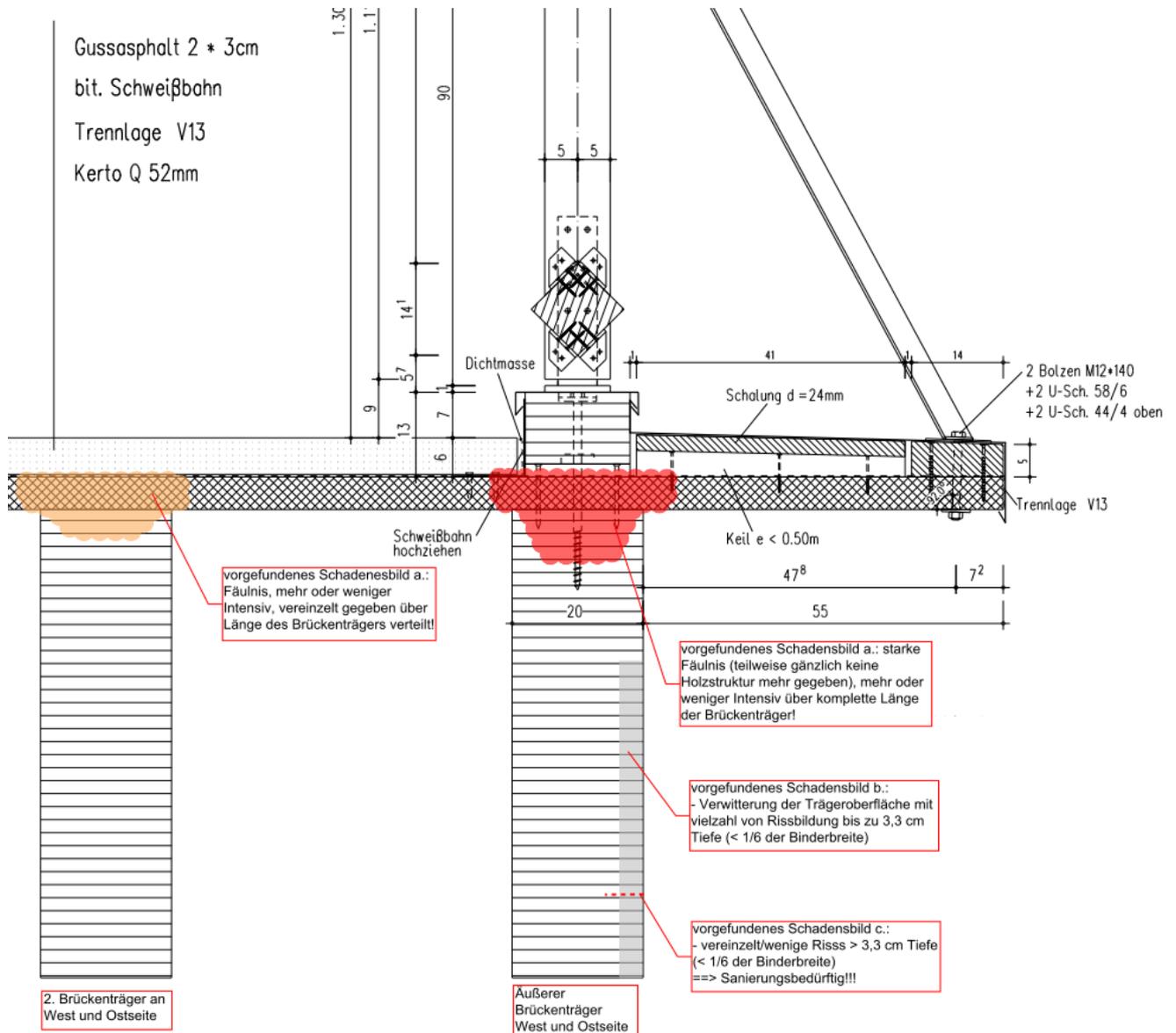


Abb. 6, Darstellung der Schadensbilder in Detailskizze

13. Mai 2025

2.1. Fotodokumentation



Bild 4 + 5, Sprengwerkstützen süd, Quelle: SV

- insbesondere oberseitig deutliche, teilweise tiefe Rissbildung
- teilweise leichte Mooschicht



Bild 6, Brückenträger Ost, nebst Furnierschichtholz-Holzwerkstoffplattenüberstand, Quelle: SV

- BSH-Binder leicht verwittert
- Reste Pflanzenbewuchs
- Fäulnisstellen am Binderobergurt zum Holzwerkstoffplattenüberbau zeichnet sich ab



13. Mai 2025



Bild 7, Brückenträger West, nebst Furnierschichtholz-Holzwerkstoffplattenüberstand, Quelle: SV
- BSH-Binder deutlich verwittert nebst Rissbildungen



Bild 8, Brückenträger West, nebst Furnierschichtholz-Holzwerkstoffplattenüberstand, Quelle: SV
- BSH-Binder deutlich verwittert nebst deutlicher Rissbildungen, insbesondere auch in den Bereichen der Klebefuge

13. Mai 2025



Bild 9, Brückenträgeruntersicht, nebst Furnierschichtholz-Holzwerkstoffplattenuntersicht, Quelle: SV

- BSH-Binder oben innerlich verfault, Stichling lässt sich ohne Probleme von Hand einstecken
- Furnierschichtholz-Holzwerkstoffplatte hängt durch
- Erscheinungsbilder von Fäulnis



Bild 10, Brückenträgeruntersicht, nebst Furnierschichtholz-Holzwerkstoffplattenuntersicht, Quelle: SV

- BSH-Binder oben innerlich verfault, Holzoberfläche leicht durchstoßbar, es ergibt sich ein Loch
- Deutliche Wasserspuren an der Binderoberfläche nebst Rissbildung

13. Mai 2025



Bild 11, Brückenträgeruntersicht, nebst Furnierschichtholz-Holzwerkstoffplattenuntersicht, Quelle: SV

- BSH-Binder oben innerlich verfault
- Furnierschichtholzplatte hängt durch bzw. ist herausgebrochen, Abdichtungsbahn sichtbar



Bild 12, Brückenträgeruntersicht, nebst Furnierschichtholz-Holzwerkstoffplattenuntersicht, Quelle: SV

- BSH-Binder oben innerlich verfault,
- Furnierschichtholz-Holzwerkstoffplatte verfault, Stichling lässt sich ohne Probleme von Hand einstecken

Die hier abgebildeten exemplarisch genannten Erscheinungsbilder sind über die gesamte Brückenlänge, insbesondere an den äußeren Bindern unterhalb des Geländers, gegeben! Eine Vielzahl von Bildern könnte entsprechend abgedruckt werden.



13. Mai 2025

2.2. Einschränkungen/Sofortmaßnahmen

Aufgrund der vorgenannten Schädigungen sind die Brückengeländer, sowie die äußeren Bereiche des Brückenbelages nicht mehr dauerhaft und standsicher. Eine Nutzungseinschränkung für die Brücke ist erforderlich. Auf Grundlage der Brückenprüfung, in 2023, wurde eine Einengung der Nutzungsbreite mittels Absperrungen ausgeführt, vergl. Bild 3. Diese muss unbedingt so erhalten bleiben, da es erhebliche Unfallgefahren für Fussgänger und Radfahrer im Bereich der Brückenränder/-geländer bestehen. Dieser Sachverhalt kann, nach Auffassung des Unterzeichners nur noch kurzzeitig bestehen bleiben, so dass eine Sanierung der Brücke innerhalb der nächsten 2 Monate anzustreben ist!

Die Eigentümerschaft hat übermittelt, dass eine längere provisorische Nutzung der Brücke angestrebt werden muss, da die Entscheidungsfindung bzgl. Sanierung oder neuer Brückenüberbau noch gefunden werden kann, ferner ein Zeitraum in den Sommerferien, voraussichtlich 2026, genutzt werden muss, da zu diesem Zeitraum die Nutzung der Brücke nicht unbedingt erforderlich ist. Zu üblichen Schulzeiten ist die Brücke für Fußgänger und Radfahrer unbedingt erforderlich. Dazu wird nachfolgend, im Punkt 4.4 Stellung bezogen und entsprechend, ein Vorschlag unterbreitet.

3. Sanierungsmöglichkeiten

Das Brückentragwerk unterhalb der Furnierschichtholz-Belagsplatte ist augenscheinlich in einem tragfähigen Zustand, vorbehaltlich eines ausstehenden Abgleiches der Untersuchungsergebnisse mit der Statik des Brückentragwerkes und dem tatsächlichen Rückbau der Konstruktion ab der Furnierschichtholz-Holzwerkstoffplatte. Marode ist der Brückenüberbau einschließlich der Furnierschichtholz-Belagsplatte, insbesondere im Bereich der Geländer. Ferner sind die äußeren Brückenträger im Anschlussbereich zur Furnierschichtholz-Belagsplatte geschädigt. Weiterführend sind infolge Verwitterung und Rissbildung, die Außenseiten der äußeren Brückenträger sanierungsbedürftig. Gleiches gilt für die Schrägstützen, welche im oberen Bereich ebenso deutliche Verwitterung und Rissbildung aufweisen.

Für eine Sanierung des Brückentragwerkes werden, nach derzeitigem Kenntnisstand des Unterzeichners, folgende Maßnahmen erforderlich:

1. Sanierung des Brückenüberbau ab UK Furnierschichtholz-Belagsplatte, im Einzelnen:
 - a. Erneuerung der Furnierschichtholzplatten
 - b. Erneuerung der Brückenabdichtung
 - c. Erneuerung des Gussasphaltbelages
 - d. Erneuerung der Geländer, ggf. unter Wiederverwendung der Geländerfüllungen

Die genannten Maßnahmen sind planerisch zu optimieren, denn die Dauerhaftigkeit der Sanierung des Brückenüberbau aus 2006 ist nicht optimal. Es ist wohl infolge von stetigem Wassereintrag im Bereich der Geländerschwelle, zu den vorgefundenen Schäden gekommen. Möglicherweise sind auch noch weitere Wassermengen durch andere Stellen der Abdichtung gelangt. Dieser Wassereintrag hat zur Fäulnis im Bereich der Furnierschichtholzplatte geführt! Bei einer Sanierung muss konstruktiv dafür gesorgt werden, dass die Abdichtungsebene oberhalb der Belagsplatte dauerhaft dicht ist und damit das Holztragwerk unterhalb dieser Belagsplatte trocken bleibt.

2. Sanierung der BSH-Brückenträger mittels:
 - a. Epoxidharzverpressung der vorhandenen Risse > 3,3 cm Tiefe
 - b. Sanierung der mit Fäulnis befallenen oberen Brettlamellen der BSH Brückenträger
3. Sanierung der BSH-Schrägstützen mittels:
 - a. Epoxidharzverpressung der vorhandenen Risse > 3,3 cm Tiefe
 - b. Sanierung der mit Moos befallenen Oberfläche
4. Anordnung von Witterungsschutz, z. B. mittels:
 - a. Hinterlüftete Blechverkleidung oder austauschbare Opferholzplatten an allen, der Witterung ausgesetzten Holzoberflächen



13. Mai 2025

Insgesamt ist die Holzbrücke, nach Auffassung des Unterzeichners, gut Sanierungsfähig und das eigentliche Brückentragwerk aus Brettschichtholz erhaltenswert. Für eine Sanierung der Brücke wird ein Rückbau der gesamten Brücke im Ganzen mittels Kranverladung auf einen LKW, werkseitige Sanierung des Holztragwerkes und neuerlicher Einhub der Brücke, mittels eines Kranes, empfohlen. Final müsste vor Ort noch der Asphaltbelag verbaut werden.

Eine Sichtung und Abstimmung der final erforderlichen Sanierungsmaßnahmen an den Brückenbauteilen (werkseitig), nach dem Rückbau des maroden Oberbaus durch den Unterzeichner wird dringend empfohlen!

3.1. Kostenschätzung erforderlicher Sanierungsmaßnahmen der vorh. Konstruktion

In Abstimmung mit der Fa. STRAB Ingenieurholzbau Hermsdorf, wurde ein Richtpreis für eine Sanierung der Brücke auf Grundlage der bisher gegebenen Konstruktionsweise für die Brücke des Adenauer-Ring von:

200 000,- € zzgl. gesetzl. MwSt.

ermittelt. In den Kosten sind die Demontage der Brückenkonstruktion, der Transport ins Werk, die Rückbaumaßnahmen der maroden und erhaltenswerten Elemente, die Sanierung der tragenden Längsbinder, die Erneuerung von maroden Bauteilen, die Werksmontage der Brücke, Transport und Einhub am Brückenstandort und das Aufbringen eines Gussasphaltbelages enthalten. Eine Unsicherheit hinsichtlich der geschädigten Holzstrukturen ist freilich gegen, da die Holzteile bei der Begehung nicht sämtlich einsehbar waren, bzw. eine vollumfängliche Untersuchung, zum jetzigen Zeitpunkt, unangemessen wäre.

4. Ersatzneubauoptionen des Brückenüberbau in Holz- oder Stahlbauweise

In Betracht kommt anstelle einer Sanierung der bisherigen Brücke, auch die Errichtung eines neuen Brückenüberbaues, insbesondere da die Errichtung einer Straßenbahnlinie entlang der Straße des Adenauer-Ring von den städtischen Behörden in Planung sei und diese Straßenbahn, nebst Elektrifizierung und Sicherheitsmaßnahmen/-vorrichtungen, keine ausreichende Durchfahrtshöhe unter der vorhandenen Brücke gegeben ist. Mit einer einfachen Sanierung der bisherigen Brückenkonstruktion würde diesem Anspruch nicht nachgekommen werden können, da das Brückenprofil ja erhalten bleiben würde und damit keine höhere Durchfahrtshöhe möglich wäre.

Dementsprechend müsste mittels eines neuen Brückenüberbau des Brückentragwerkes, durch Konstruktionsänderung bzw. auch durch einen höhere Stichhöhe des Brückenverlaufes, eine höhere Durchfahrtshöhe erzielt werden. Ferner wird aufgrund der vorhandenen Schrägstützen des Brückenprofils, auch die Durchfahrtsbreite nicht auskömmlich sein. Dem SV wurde im April 2025 nachfolgender Projektierungsplan übermittelt, woraus erforderliche Durchfahrtshöhe, sowie auch in der Grundrissdarstellung, der Verlauf der Bahnschienen, insbesondere die Abbiegerschienen ersichtlich sind. Das Tiefbauamt Erlangen hat dazu bereits eine Untersuchung hinsichtlich der Höhenentwicklung getätigt und festgestellt, dass die vorhandene Durchfahrtshöhe der Bestandsbrücke, mit ca. 302,49 müNN gegeben ist und die StUB eine Durchfahrtshöhe von 302,96 müNN benötigt. Langfristig wird aus dieser Gegebenheit wohl ohnehin zumindest ein neuer Brückenüberbau notwendig, ggf. auch neue Brückenwiderlager, da augenscheinlich die Schrägabstützungen nebst Fundamenten der vorhandenen Brücke, nicht mehr verwendet werden können.

13. Mai 2025

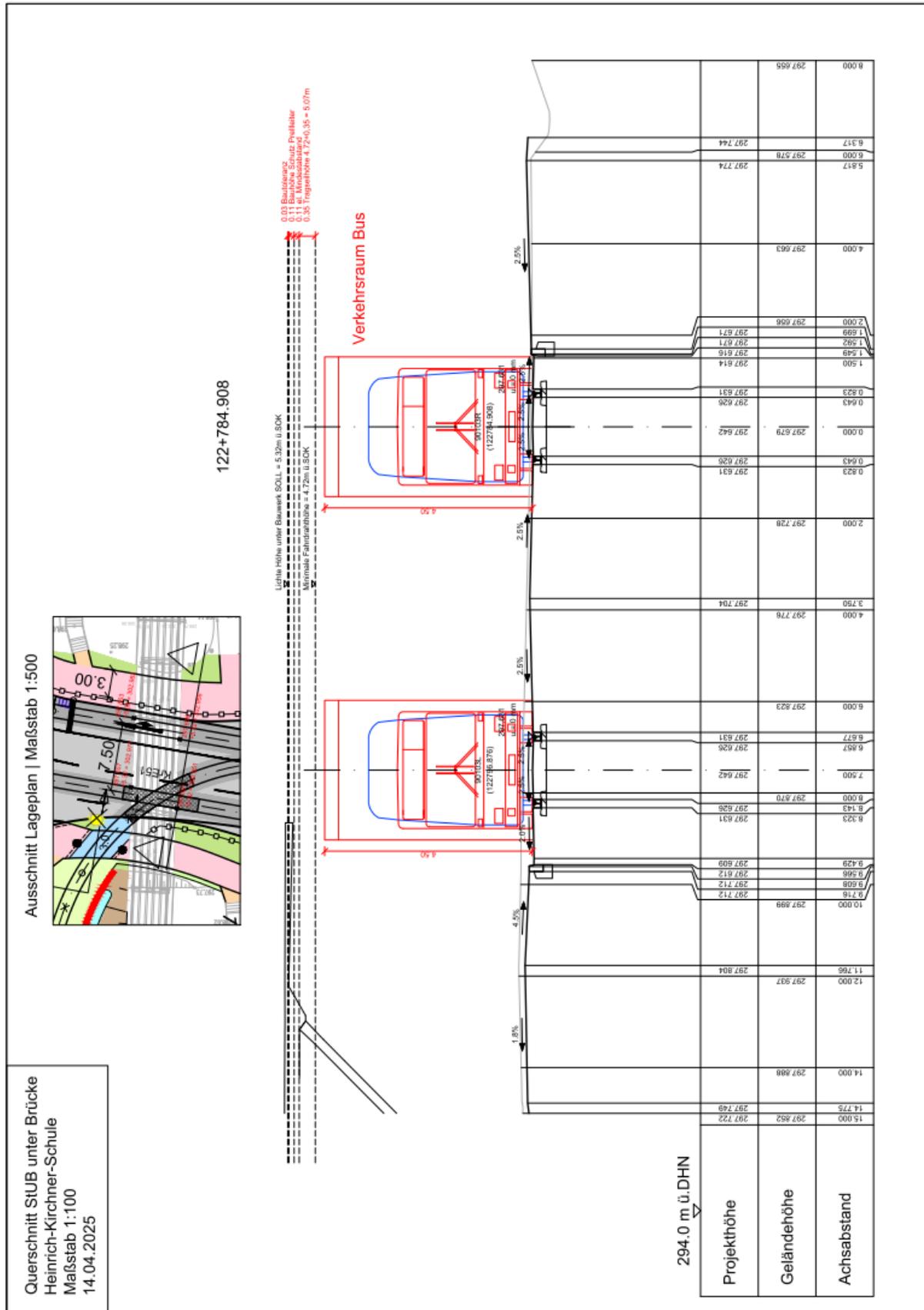


Abb. 7, Querschnitt StUB unter Brücke, Ausschnitt Lageplan, v. 14.04.2025 Quelle: Tiefbauamt Stadt Erlangen

13. Mai 2025

Bezüglich wichtiger Fragen hinsichtlich Lebens- bzw. Nutzungsdauer, Unterhaltungskosten, konstruktiver Entwurf von Holzbrücken wird auf die Schriftreihe des Informationsdienst Holz, „holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 9, Folge 1 - 3“ verwiesen. Dort werden aktuelle Konstruktionsweisen, Detailausbildung insbesondere auch hinsichtlich des konstruktiven Holzschutzes behandelt, um eine lange Nutzungsdauer der Konstruktionen zu erlangen. Entsprechende Einschätzungen bzgl. der Nutzungsdauer, auch im Vergleich zu anderen Bauarten sind ebenfalls darin benannt. Ferner gibt es in der Schriftreihe einige Informationen hinsichtlich der Nachhaltigkeit von Brückenbauwerken verschiedener Bauarten.

Besonders wichtig hinsichtlich einer langen Nutzungsdauer sind dabei die Konstruktionsdetail bei Holzbrücken, da Holz eben ein organischer Baustoff ist, welcher bei regelmäßiger, ungewollter Be- bzw. Durchfeuchtung, Fäulnis bildet und damit zerstört wird. Entsprechend werden üblicherweise Konstruktionsdetails entwickelt, welche die tragenden Bauteile vor Befeuchtung und insbesondere vor Durchfeuchtung schützt. Ferner gilt es dabei stets Konstruktionsvarianten zu wählen, welche gute Sicherheiten bieten, auch wenn einmal ein schützendes Element der Konstruktionsverkleidung versagt. Gleichwohl sind regelmäßige Wartungsarbeiten erforderlich, dass die Konstruktion in einwandfreiem Zustand gehalten wird und damit eben lange uneingeschränkt genutzt werden kann.

Im modernen Brückenbau werden entsprechend dem „holzbau handbuch“, grundsätzliche Ausführungsvarianten beschrieben, so dass die tragenden Bauteile bestmöglich geschützt werden. Dies kann durch möglichst dauerhafte Abdeckungen aus Blech oder Folien bestehen, oder aber auch aus Opferhölzer, welche mit oder auch ohne chemischen Holzschutz versehen, die Tragkonstruktion schützen soll und planmäßig in regelmäßigen Abständen erneuert werden. Die Konstruktionsweisen werden dann, je nach Wunsch des Erscheinungsbildes gewählt und bedeutet letztendlich etwas mehr oder etwas weniger Wartungsaufwand. Im Holzbau wird dabei hinsichtlich des Holzschutzes, die Beanspruchung der Hölzer in Gefährdungsklassen eingeteilt und auf der anderen Seite, die Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Holzarten in Resistenzklassen eingeteilt, denn die versch. Holzarten sind hinsichtlich der Dauerhaftigkeit deutlich unterschiedlich. Grundsätzlich wird versucht, auf chemischen Holzschutz zu verzichten, aus Umweltschutzgründen, und andererseits aufgrund gegebener Wartungsarbeiten.

Tabelle 3.3 | Bauteile GK und Holzarten

GK	Bauteilbeschreibung	Vorbeugende Maßnahmen (Anwendung einer Maßnahme ausreichend)	Empfohlene Holzarten
Tragende Bauteile			
1	Oberseitig und seitlich vor Witterung geschützte Hauptträger ohne Tauwasserbelastung	– bauliche Maßnahme zur Vermeidung von Insekten- nach DIN 68800-2 – Verwendung von Farbkernhölzern mit Splintholzanteil ≤ 10 % – Verwendung technisch getrockneter Hölzer	Fichte/Tanne oder Farbkernhölzer Splintholzanteil ≤ 10 % wie: Kiefer, Lärche, Douglasie
2	Oberseitig und seitlich vor Witterung geschützte Hauptträger mit Tauwassergefahr durch lokale Bedingungen (erhöhte standortbedingte Umgebungsluftfeuchte, außergewöhnliche Schlagregenbelastung, etc.)	– bauliche Maßnahme zur Vermeidung von Insekten- und Pilzbefall nach DIN 68800-2 – Verwendung von Farbkernhölzern der Dauerhaftigkeitsklassen 1, 2 und 3 sowie natürlicher Dauerhaftigkeit gegen Insekten mit Splintholzanteil ≤ 5 %	Farbkernhölzer Splintholzanteil ≤ 5 % wie: Kiefer, Lärche, Douglasie
3.1	Vertikale Geländerbauteile	– bauliche Maßnahme zur Vermeidung von Insekten- und Pilzbefall nach DIN 68800-2 – Verwendung von Farbkernhölzern der Dauerhaftigkeitsklassen 1, 2 und 3 sowie natürlicher Dauerhaftigkeit gegen Insekten mit Splintholzanteil ≤ 5 %	Farbkernhölzer Splintholzanteil ≤ 5 % wie: Eiche, Lärche, Douglasie (Splintholzanteil ≤ 5 %)
3.2	Bewitterte Bohlenbeläge ⁽⁴⁾ sowie deren Unterkonstruktion und Geländerholme	– bauliche Maßnahme zur Vermeidung von Insekten- und Pilzbefall nach DIN 68800-2 – Verwendung von Farbkernhölzern der Dauerhaftigkeitsklassen 1 und 2 sowie natürlicher Dauerhaftigkeit gegen Insekten mit Splintholzanteil ≤ 5 %	Farbkernhölzer Splintholzanteil ≤ 5 % wie: sibirische Lärche (Rohdichte > 700kg/m ³), Eiche, Robinie
Nicht tragende Bauteile gem. Anhang E zur DIN 68800			
3.1/3.2	Verschalungen, Bekleidungen, Geländerfüllungen	– bauliche Maßnahme zur Vermeidung von Insekten- und Pilzbefall nach DIN 68800-2	Farbkernhölzer Splintholzanteil ≤ 10% wie: Kiefer, Lärche, Douglasie

⁽⁴⁾ Bei Bohlenbelägen wird eine regelmäßige Reinigung des Belaags und der Fugen (mindestens zweimal jährlich) vorausgesetzt

Abb. 8, Tabelle 3.3 aus „holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 9, Folge 1“



13. Mai 2025

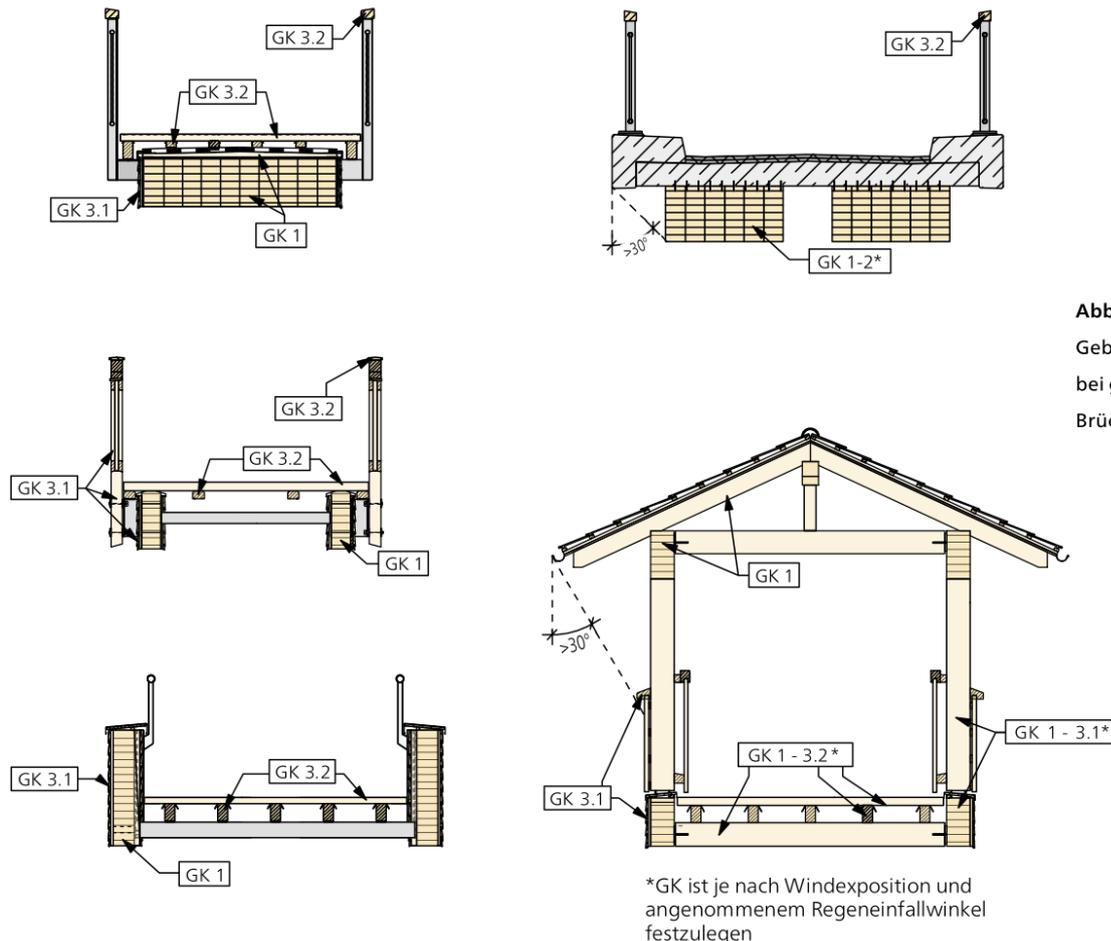


Abb. 3.7

Gebrauchsklassen

bei gängigen

Brückenquerschnitten

Abb. 9, Abb. 3.7 für verschiedene Brückenbauarten, aus „holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 9, Folge 1“

Im genannten Handbuch sind auch die verschiedenen Bauweisen näher beschrieben, diese sind als Balkenkonstruktionen (vergl. Abschnitte 5.1.1 bis 5.1.4, bzw. Überdachte Fachwerkkonstruktionen (vergl. Abschnitte 5.2):

- Deckbrücken (Bauweise der bisherigen Brücke, vergl. Prinzipskizze links, Mitte in Abb. 3.7)
- Blockträgerbrücken (vergl. Prinzipskizze links, oben in Abb. 3.7)
- Trogbrücken (vergl. Prinzipskizze links unten Abb. 3.7)
- Holz-Beton-Verbundbrücken (vergl. Prinzipskizze rechts, oben in Abb. 3.7)
- Überdachte Fachwerkkonstruktionen (vergl. Prinzipskizze rechts, unten in Abb. 3.7)

Die im Holzbauhandbuch weiterführend genannten Bauweisen kommen für den Anwendungsfall eher nicht in Frage.

Außerdem wird in der Schriftreihe ausführlich auf weitere wichtige Punkte eingegangen, wie die verschiedenen Bauarten der Geländer und Handläufe, der Beläge der Brücken, Arten der Verschalungen und Abdeckungen sowie der Lagerkonstruktionen.

Letztendlich werden noch Punkte zur Unterhaltung und Prüfung behandelt. Entsprechend nach den Regeln im „holzbau handbuch“ gebaute und gewartete Holzbrücken, haben eine vergleichbar gute Nutzungsdauer, im Vergleich zu Konstruktionen aus anderen Werkstoffen. Geh- und Radwegbrücken aus Holz, welche als „nicht geschützte“ Konstruktionen errichtet wurden, sind wegen der rel. kurzen Nutzungsdauer nicht zu empfehlen und ist so, aufgrund der Normung auch nicht mehr erlaubt. Etwaig schlechte oder tischobehaftete Ausführung von schützenden Elementen, wie dies auch bei der bisherigen Konstruktionsweise mit einer Asphaltsschicht oberhalb einer Bitumenabdichtung auf einer Holzwerkstoffplatte gegeben ist, sind nicht zu empfehlen. In der bisherig

13. Mai 2025

gewählten Konstruktion wurde die Bitumenabdichtungsbahn durch die Befestigung des Geländers gar noch durchlöchert, damit ist eben keine lange Nutzungsdauer gegeben, bzw. zu erwarten. Es wurden entsprechend nur eine Nutzungszeit von unter 30 Jahren erreicht, bis wieder eine Grundsanierung erforderlich wird, vergl. oben.

Tabelle 10.2 Theoretische Nutzungsdauer und Unterhaltskosten gemäß der ABBV [19]

Überbauten	Theoretische Nutzungsdauer m [in Jahren]	Prozentsatz der jährlichen Unterhaltungskosten p [v.H.]
aus Stahlbeton	70	0,8
aus Spannbeton mit internen Spanngliedern	70	1,3
Spannbeton mit externen Spanngliedern	70	1,1
aus Stahl	100	1,5
aus Holz für Geh- und Radwege (nicht geschützt)	30	2,5
aus Holz für Geh- und Radwege (geschützt)	60	2,0
aus Holz für Straßen (geschützt)	60	2,0

Abb. 10, Tabelle 10.2 Theoretische Nutzungsdauer, aus „holzbau handbuch“, Reihe 1, Teil 9, Folge 1“

Die oben genannte Tabelle prognostiziert für geschützte Brückenkonstruktionen aus Holz, eine Nutzungsdauer von 60 Jahren. Durchaus sind auch deutlich ältere Brückenkonstruktionen aus Holz bekannt, welche vorwiegend als überdachte Fachwerkkonstruktionen ausgeführt wurden, wie z. B. die Kapelbrücke bei Luzern, welche seine Ursprünge wohl im 13. Jahrhundert hat und als älteste Holzbrücke Europas gilt.

Nachfolgend werden unter dominanter Verwendung des nachhaltigen Werkstoffes „Holz“, Konstruktionsweisen, nebst Kosten für die Herstellung des Brückenüberbaues, unter Verwendung der bestehenden Brückenwiderlager, ggf. auch Zwischenstützungen wie bisher, als Richtpreise benannt. Die nachfolgend abgebildeten Konstruktionen wurden in den vergangenen Jahren durch das Ingenieurbüro des Unterzeichners geplant und durch die Fa. STRAB-Ingenieurholzbau Hermsdorf, Industriestraße 11a, 07629 Hermsdorf gebaut und errichtet. Gemeinsam, mit der genannten Firma wurden auch die genannten Richtpreise ermittelt.

4.1. Holzbauweise als überdachte Fachwerkkonstruktion



Bild 13, 3-Feldbrücke über die Kinzig bei Steinach im Schwarzwald, Feldweite ca. 3x 34 m, Quelle: SV



Bild 14, Transport eines vorgefertigten 34 m Elementes für die Brücke über die Kinzig Quelle: Fa. STRAB

13. Mai 2025



Bild 15 Einblick in Brücke über die Kinzig Quelle: SV

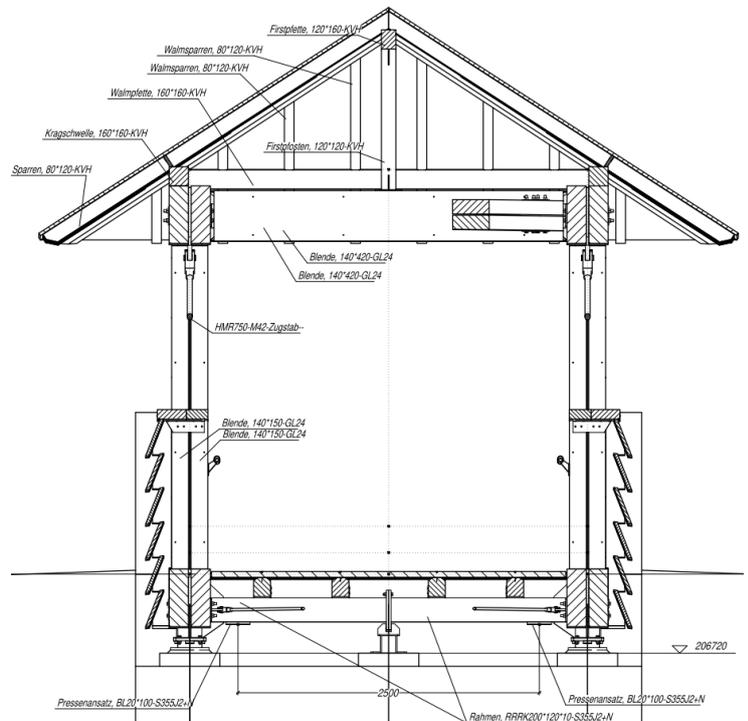


Bild 16, Querschnitt durch die Brücke, Quelle: SV

Eine solche Konstruktionsweise könnte unterhalb OK Belag mit einer Konstruktionshöhe von ca. 45 cm auskommen und gegenüber der Bestandskonstruktion mit ca. 100 cm entsprechend 55 cm einsparen, um die Durchfahrtshöhe, bei gleichbleibender Brückengeometrie bzgl. der Belagslinie, zu erreichen. Sofern diese Einsparung nicht genügen sollte, könnte der OK Belag, durch die Erhöhung des Bogenstich der Belagsoberkante weiterführend vergrößert werden. Eine Zwischenunterstützung der Konstruktion muss nicht erfolgen, sofern die vorh. Brückenwiderlager ausreichend dimensioniert, bzw. gegründet sind.

In Abstimmung mit der Fa. STRAB wurde ein Richtpreis für den Brückenüberbau des Ersatzneubaus für die Brücke des Adenauer-Ring von:

ca. 9 500,- € je lfm * 35 m = 332 500,- € zzgl. gesetzl. MwSt.

ermittelt. Enthalten, sind darin nur die Kosten für die Tragwerksplanung (in Eigenregie des Herstellers, Ausschreibung der Brücke üblicherweise incl. Genehmigungs- und Ausführungsstatik), Herstellung, Transport und Montage der Brücke. Architekten und Ingenieurleistungen für die Genehmigung, bzw. behördlicher Abstimmung der Anforderungen, u. ä. wären dabei nicht enthalten. Ferner sind abweichende Konstruktionsweisen, wie z. B. Asphaltbelag anstelle von einfachem Bohlenbelag nicht enthalten (ca. 75,- €/m² Aufpreis gegenüber einem Bohlenbelag)

13. Mai 2025

4.2. Holzbauweise als Trogbrücke



Bild 17, Transport/Einhub eines vorgefertigten 35 m Elementes für die Brücke, 66839 Schmelz Quelle: Fa. STRAB



Bild 18, Transport/Einhub eines vorgefertigten 35 m Elementes für die Brücke, 66839 Schmelz Quelle: Fa. STRAB

13. Mai 2025

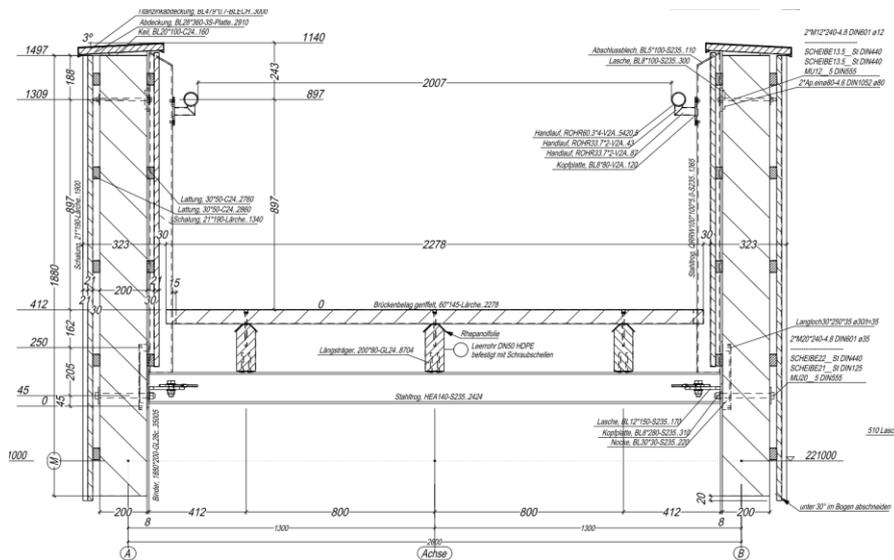


Bild 19, Querschnitt Brücke, 66839 Schmelz Quelle: SV

Eine solche Konstruktionsweise könnte unterhalb OK Belag mit einer Konstruktionshöhe von ca. 80 cm auskommen und gegenüber der Bestandskonstruktion mit ca. 100 cm, entsprechend 20 cm einsparen (unter Ansatz einer freien Stützweite von 35 m ohne Zwischenabstützung). Mit Zwischenabstützung, wie die bisherige Brücke, könnte eine Konstruktionshöhe unter OK Belag, mit 45 cm genügen, so dass gegenüber der Bestandskonstruktion 55 cm eingespart wird, um die Durchfahrthöhe, bei gleichbleibender Brückengeometrie bzgl. der Belagslinie, zu erreichen. Sofern diese Einsparung nicht genügen sollte, könnte der OK Belag, durch die Erhöhung des Bogenstich der Brückenoberkante weiterführend vergrößert werden.

In Abstimmung mit der Fa. STRAB wurde ein Richtpreis für einen derartigen Brückenüberbau des Ersatzneubau für die Brücke des Adenauer-Ring von:

Ca. $10\,500,- \text{ € je lfm} \cdot 35 \text{ m} = 367\,500,- \text{ €}$ zzgl. gesetzl. MwSt.

ermittelt. Enthalten, sind darin nur die Kosten für die Tragwerksplanung (in Eigenregie des Herstellers, Ausschreibung der Brücke üblicherweise incl. Genehmigungs- und Ausführungsstatik), Herstellung, Transport und Montage der Brücke. Architekten und Ingenieurleistungen für die Genehmigung, bzw. behördlicher Abstimmung der Anforderungen, u. ä. wären dabei nicht enthalten. Ferner sind abweichende Konstruktionsweisen, wie z. B. Asphaltbelag anstelle von einfachem Bohlenbelag nicht enthalten (ca. 75,- €/m² Aufpreis gegenüber einem Bohlenbelag)

13. Mai 2025

4.3. Stahlbauweise als Fachwerkbrücke



Bild 19, Stahl-Fachwerkbrücke Lachtal, Quelle: Fa. Haslinger



Bild 20, Einhub der Stahl-Fachwerkbrücke Lachtal, Quelle: Fa. Haslinger



13. Mai 2025

Eine solche Konstruktionsweise müsste geometrisch hinsichtlich Geometrie und Gehbelagsverlauf projektiert werden, um mögliche Durchfahrtshöhen zu bewerten. Erfahrungswerte, aus jenen man zum jetzigen Zeitpunkt schon Abschätzungen treffen kann, liegen dem SV nicht vor. Eine Zwischenunterstützung der Konstruktion muss nicht erfolgen, sofern die vorh. Brückenwiderlager ausreichend dimensioniert, bzw. gegründet sind.

In Abstimmung mit der Fa. Haslinger wurde ein Richtpreis für den Brückenüberbau des Ersatzneubaus für die Brücke des Adenauer-Ring von:

ca. 10 000,- € je lfm * 35 m = 350 000,- € zzgl. gesetzl. MwSt.

ermittelt. Enthalten, sind darin nur die Kosten für die Tragwerksplanung (in Eigenregie des Herstellers, Ausschreibung der Brücke üblicherweise incl. Genehmigungs- und Ausführungsstatik), Herstellung, Transport und Montage der Brücke. Architekten und Ingenieurleistungen für die Genehmigung, bzw. behördlicher Abstimmung der Anforderungen, u. ä. wären dabei nicht enthalten. Ferner sind abweichende Konstruktionsweisen, wie z. B. Asphaltbelag anstelle von einfachem Bohlen- oder Gitterrostbelag nicht enthalten (ca. 75,- €/m² Aufpreis gegenüber einem Bohlenbelag)

Weitere Brückentypen in Holz- oder Stahlbauweise sind denkbar. Für diesen gegebenen Zweck, nebst Verwendung der bestehenden Brückenwiderlager/Gründung und hinsichtlich der Investitionskosten erscheinen die genannten Bauweisen angemessen. Bauweisen, wie z. B. Holzbetonverbund-Brücken oder aber reine Betonbrücken erscheinen entsprechend deutlich teurer und in erster Abschätzung infolge des zu erwartenden rel. hohen Eigengewichtes, bzgl. der gegebenen Widerlager nicht empfehlenswert.

4.4. Sicherstellung der Nutzung der bestehenden Brücke bis zum Zeitpunkt der Sanierung bzw. einem Ersatzneubau (temporäre Nutzung bis Ende 2027)

Entsprechend dem Bild 3, ist derzeit eine temporäre Sicherung der Brücke gegen Absturz, z. B. durch anlehnen an das marode Geländer, sowie die beeinträchtigten Randbereiche des Asphaltbelages, durch einfache Fahrbahnverschmälerung mittels Baken gegeben. Um die Sicherung dieser Gefahren zu verbessern, beispielsweise um ein einfaches Wegräumen der Baken zu verhindern, soll die Nutzung und Sicherheit der Brücke temporär verbessert werden. Dazu liegen z. B. übliche Sicherungssysteme aus dem Arbeitsschutz, hier explizit Dachrandsicherungen nahe. Diese haben üblicherweise eine Zulassung als temporären Arbeitsschutz und entsprechen geometrisch/funktional, gemäß den nachfolgenden Rahmenbedingungen, den Anforderungen der hier gegebenen Bedürfnisse:

- Geländerhöhe für Fußgängerbrücken $\geq 1,0$ m (Brücke ist für Radfahrer zu sperren, Fahrräder sind zu schieben, da das Geländer einer gängigen Dachrandsicherung keine Höhe von 1,30 m aufweist)
- Üblicherweise haben Dachrandsicherungen nur Fuß- und Knieleiste, sowie den Handlauf und keine Füllstäbe o. ä.. Das vorhandene Brückengeländer sollte diese Notwendigkeiten/Zwecke der Füllstäbe weiterhin gewährleisten, da die Fuß- und Knieleiste, sowie der Handlauf einer Dachrandsicherung, ja die mechanischen Ansprüche der Fußgänger ja bereits erfüllt.
- Abweichend von einer Installation eines solchen Geländers auf Dächern, mittels Gegengewichten, sollte das Gegengewicht durch einen provisorischen Bohlenbelag erfolgen, welcher die aufliegenden horizontalen Elemente des Geländers fixiert. Eine Besandung des Bohlenbelages wird empfohlen, da ein feuchter Bohlenbelag rutschig sein kann.

Eine statisch/konstruktive Bewertung des zusätzlichen Eigengewichtes der provisorischen Maßnahmen zur temporären Nutzung der Bestandsbrücke, kann wie folgt abgeschätzt werden:

- Eigengewicht der temporären Dachrandsicherung $\sim 0,20$ kN/m² nebst Bohlenbelag/Querhölzer $\sim 0,30$ kN/m² entspricht $0,50$ kN/m², bei ca. 3,0 m Durchgangsbreite somit $3,0 * 0,5 = 1,50$ kN/m²
- Verkehrslasten $5,0$ kN/m², bei verlorenengehen $\sim 0,50$ m Durchgangsbreite somit $0,5 * 5,0 = 2,5$ kN/m²

$1,50$ kN/m² < $2,50$ kN/m² ==> auskömmliche Sicherheit gegeben, Kommunalfahrzeuge bis 2,8 t_o können die Brücke, mit temporären Schutzmaßnahmen für Fußgänger nicht mehr nutzen!

13. Mai 2025

Tabelle 6.1 | wichtige Kennwerte für Geländer
 in Anlehnung an ZTV-ING [7] Teil 8

Geländerhöhen	
Absturzhöhe < 12 m	≥ 1,00 m
Absturzhöhe ≥ 12 m	≥ 1,10 m
Rad- und Fußwege	≥ 1,30 m
Abstände Füllstäbe	≤ 120 mm
Abstand UK Füllung – OK Belag	≤ 120 mm
Höhe zus. Handlauf	85,0-90,0 cm
Übliche Pfostenabstände	1,50 – 2,50 m

Abb. 11, Tabelle 6.1 wichtige Kennwerte für Geländer, aus „holzbau handbuch“, Reihe 1, Teil 9, Folge 1“



Abb. 24 Ausstattungsklasse 3: Seitenschutzsystem mit Auflast bodeneben montiert

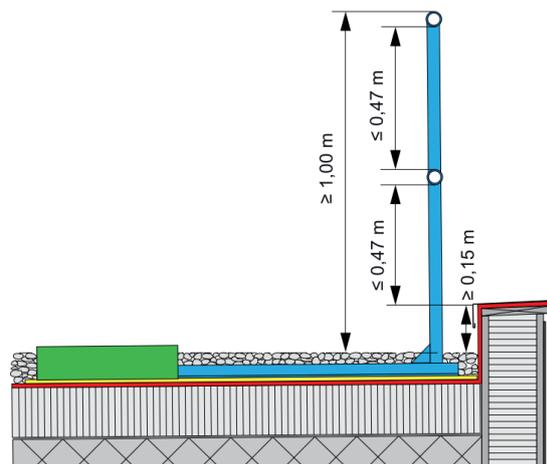


Abb. 25: Ausstattungsklasse 3: Seitenschutzsystem mit Auflast auf Flachbedachung, Masse ab OK Nutz-/Schutzschicht

Abb. 12, Abb. 24 und 25, Quelle: Merkblatt Technische Kommission Flachdach vom Verband Schweizer Gebäudehüllen-Unternehmungen

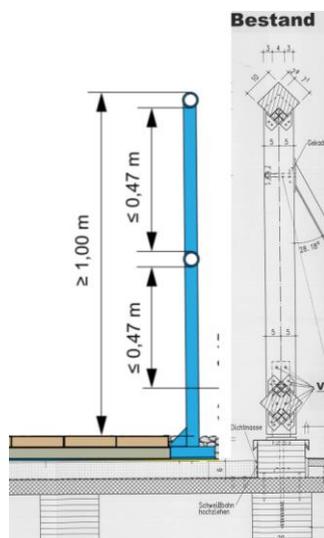


Abb. 13, Temporäre Anpassungen für die Anwendung auf der Brücke, Quelle: SV:

- Aufstellung der Geländerelemente
- Verlegung Querbohlen beidseits der horizontalen 4-Kantrohren
- Verlegung von Fichte-Längsbohlen, 50 mm Materialstärke genietet, ca. 10 mm tief
- Verschrauben der Längsbohlen mit den Querbohlen, 2 Stück Holzschrauben ca. 4,5*90 mm je Knoten Längsbohle und Querbohle
- Besanden der Bohlenfläche als Schutz vor Ausrutschen bei feuchten Bohlen
- Sperrung der Brücke für Radfahrer, da die erf. Geländerhöhe von 1,30 m nicht gegeben ist, Hinweisschild: „Fahräder bitte schieben“
- Sperrung der Brücke für Kraftfahrzeuge aller Art mit Poller und Verkehrszeichen gem. StZO, auch für ausserordentlich anwesende Kommunalfahrzeuge bis 2,8 to, wie z. B. für Winterdienst o. ä.!



13. Mai 2025

5. Zusammenfassung

Im Hinblick auf die in Planung befindliche Umlaufbahn, dürfte die bisherige Brücke nur noch eine begrenzte Zeit Verwendung finden. In Verbindung mit den rel. hohen Kosten für eine Sanierung in gleicher Bauweise, erscheint im Ganzen, eine Sanierung der vorhandenen Brücke als wenig geeignet für den Nutzen, welche die Stadt Erlangen anstrebt. Sicherlich kann man die Konstruktionsweise etwas verbessern, damit eine höhere Lebensdauer erreicht wird, doch wird man sicherlich den Standard einer heutigen Holzbrücke als „geschützte Holzkonstruktion“ nicht gänzlich erreichen können. Heutige Brücken, eben als „geschützte Konstruktionen“ zeichnen sich aus durch langlebig, nachhaltig, ökologisch aus vorwiegend nachwachsenden Rohstoffen und sind hinsichtlich der CO₂-Bilanz eine gute Wahl.

Entsprechende Brücken aus Metall, mit ähnlichen, statischen Systemen wie die Holzbrücken zeichnen sich ebenfalls durch Langlebigkeit aus, sind im Bereich Kosten sicherlich eine gute Alternative. Im Bereich Ökologie und CO₂-Bilanz liegt eine Holzbrückenkonstruktion vorne.

Brückentragwerke aus Beton würde der Unterzeichner nicht in Betracht ziehen, da für derartige Brücken die Wiederverwendung der Brückenwiderlager/-gründung nicht möglich erscheint und von daher die Kosten entsprechend deutlich in die Höhe treiben würde.

Bad Orb, April 2025

Gez. Dipl.-Ing. (FH) Klaus Werth
freier & verbandsgeprüfter (ZERT) Sachverständiger für
Schäden an Gebäuden, Schimmelsanierung, Tragwerksplaner im Denkmalschutz
Nachweisberechtigt gemäß Ing.-Kammer Hessen; St-209A; W-343A; Sc-254A