



DB Systemtechnik
Sachverständigenorganisation

Gutachten

Schalltechnische Stellungnahme zur Eisenbahnüberführung über die Kinzig in Offen- burg (Strecke 4000, km 147,711)

Dokument: 15-22306-T.TVZ3-GU-933-AP05-05-EÜ Kin-
zig Offenburg
Datum: 08.06.2015
Gutachter: Dr. Dorothee Stiebel



Assoziierter Partner von EISENBAHN-CERT

Neutral und unabhängig

Dieses Gutachten bezieht sich ausschließlich auf die im Gutachten genannten Objekte bzw. Tatbestände. Die Aussagen gelten ausschließlich für die im Gutachten genannten Bereiche und unter den im Gutachten genannten Bedingungen. Dieses Gutachten darf nicht ohne schriftliche Genehmigung des Auftraggebers veröffentlicht werden. Eine auszugsweise Vervielfältigung bedarf zusätzlich der Zustimmung der Sachverständigenorganisation.

Änderungsindex

Version	Datum	Änderungsinhalte
1	08.06.2015	Erstausgabe

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Angaben zum Auftrag	4
2	Angaben zum begutachteten Objekt	4
3	Angaben zur verwendeten Bewertungsspezifikation	4
4	Begutachtung	4
	4.1 Bauliche Gegebenheiten	4
	4.2 Akustische Bewertung	6
5	Mögliche Maßnahmen zur Reduktion des Brückendröhns	7
	5.1 Einbau hochelastischer Schienenbefestigungen	7
	5.2 Einbau von Brückendämpfern	8
	5.3 Voraussichtliche Wirkung im vorliegenden Fall:	8
6	Bewertung und Schlussfolgerungen	8
7	Unterschriften	9

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1: Lageplan der EÜ Kinzig in Offenburg	(1 Seite)
Anlage 2: Ausschnitte aus dem Bauwerksplan der EÜ Kinzig in Offenburg	(1 Seite)

Quellenverzeichnis/Literaturverzeichnis

- [1] G. Wöhrle, persönliche Mitteilung, Mail am 26.05.15
- [2] S. Weiler, persönliche Mitteilung, Mail vom 11.03.15
- [3] R. Wettschureck, G. Hauck, R. Diehl, L. Willenbrink, Geräusche und Erschütterungen aus dem Schienenverkehr, Kapitel 17 in „Taschenbuch der Technischen Akustik“, von Müller G. und Möser M. (Hrg), Springer Verlag, Berlin, 3. Auflage, 2004
- [4] R. Nowack, Elastische Schienenbefestigungssysteme als schallmindernde Maßnahmen bei Stahlbrücken ohne Schotterbett, ETR 47, 215-222, 1998
- [5] Schall 03, Bundesratsdrucksache 319/14, Verordnung zur Änderung der Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärm-schutzverordnung 16.BImSchV), BRD, 2014
- [6] DB Netz AG, Innovative Maßnahmen zum Lärm- und Erschütterungsschutz am Fahrweg, Schlussbericht, Bericht im Rahmen des Konjunkturprogramm II für das Vorhaben „Einzelmaßnahmen zur Lärm- und Erschütterungsminderung am Fahrweg“, 2012
- [7] D. Stiebel, T. Lölgen, C. Gerbig, Innovative measures for reducing noise radiation from steel railway bridges, Proceedings of the 11th IWRN, Udevalla, Schweden, veröffentlicht in Notes on Numerical Fluid Mechanics and Multidisciplinary Design (NNFM) Vol 126 Noise and Vibration Mitigation for Rail Transportation Systems, S. 409-416, Springer Verlag (2015)

- [8] ÖBB, Bericht MA 22-4533/2000/8, ÖBB-Strecke Wien-Nord – Bernhardsthal, km 3,982, Eisenbahnbrücke über die Alte Donau (Wasserparkbrücke), Schalltechnische Sanierung, Abschlussbericht, 2000
- [9] F. Poisson, persönliche Mitteilung, 2008
- [10] Google Earth Pro, Version 7.2.1.2041, online im Internet unter www.google.de/intl/de/enterprise/mapsearch/products/earthpro.html, Abruf: 21.05.2015
- [11] Übersichtsplan, Nr. 6538001705, Kinzigbrücke bei Offenburg, km 147,710, Strecke Karlsruhe-Basel, 26.10.1948
- [12] Plan Fahrbahnabdeckung, Nr. 6538001704, Zweigleisige Eisenbahnbrücke über die Kinzig bei Offenburg, Strecke Mannheim-Basel, km 147,710, 16.03.1950

1 Angaben zum Auftrag

Aufgabenstellung:

Gemäß Angebot 15-22306-T.TVZ3-AN-933-AP 05-05 vom 08.04.2015 ist ein Gutachten zu erstellen:

Im Rahmen des Lärmsanierungsprogramms des Bundes soll geprüft werden, ob für die Eisenbahnüberführung (EÜ) über die Kinzig in Offenburg eine Entdröhnungsmaßnahme erfolgen sollte. Daher soll geprüft werden, ob ein möglicherweise auftretendes Brückendröhnen zu einer Belästigung der Anwohner führt und - wenn ja - welche Maßnahmen zur Reduktion des Brückendröhnens im vorliegenden Fall geeignet wären.

Auftraggeber:

DB ProjektBau GmbH
I.BV-W-P (Ä3)
Schwarzwaldstraße 82
76137 Karlsruhe

Ansprechpartnerin:

Frau Sabine Weiler
Tel. 972-6318
E-Mail: sabine.weiler@deutschebahn.com

Auftragnehmer:

DB Systemtechnik GmbH
Sachverständigenorganisation
Pionierstraße 10
32423 Minden

Gutachterin:

Frau Dr. Dorothee Stiebel
Tel. 962-7630
E-Mail dorothee.stiebel@deutschebahn.com

Verteiler des Gutachtens:

DB Netz (3 Exemplare), DB Systemtechnik GmbH (1 Exemplar Gutachterin, 1 Exemplar SVO nur elektronisch)

2 Angaben zum begutachteten Objekt

Bei der betrachteten Eisenbahnbrücke handelt es sich um eine Stahlbrücke, die bei km 147,711 der Strecke 4000 in Offenburg über die Kinzig führt.

3 Angaben zur verwendeten Bewertungsspezifikation

Bei der Besichtigung der Brücke wurden die akustisch relevanten Details wie Konstruktionsart, Informationen zum Oberbau und zur Schallabstrahlung der Brücke erfasst. Weiterhin wurden Angaben zur Bebauung im Umfeld der Brücke zusammengestellt.

4 Begutachtung

Die Begutachtung fand am 13.05.2015 statt und wurde als sachverständige Bewertung nach allgemeinen Anforderungen durchgeführt.

4.1 Bauliche Gegebenheiten

Die Erhebung der Bestandssituation erfolgte auf Basis der vorliegenden Bauwerksdaten aus der Datenbank „BauSysControl“, dem Lageplan der Brücke (**Anlage 1**), dem Übersichtsplan der Brücke (**Anlage 2**) sowie der Ortsbesichtigung.

Bei der Eisenbahnüberführung handelt es sich um eine direkt befahrene, stählerne Stabbogenbrücke, die in Offenburg mit einer Länge von 73 m zwei Gleise über die Kinzig führt (**Abbildungen 1 und 2**). Das 1950 errichtete Bauwerk besteht aus einem Überbau (**Abbildung 2**). An der Südseite verläuft an der Brücke ein öffentlich genutzter Gehweg in Höhe der Stegbleche der Brücke. Im Bereich der Brücke liegen die Schienen und die vorhandene Fang- und Führungsvorrichtung auf Brückenbalken direkt auf der stählernen Brückenkonstruktion auf (**Abbildungen 2 bis 4**). Ein Schienenauszug ist im Bereich der Brücke nicht vorhanden. Vor und hinter der Eisenbahnüberführung befinden sich Betonschwellen. Im Bereich des Bauwerks verläuft die Strecke in einer Geraden, Weichen sind nicht vorhanden. Die Brücke wird von Mischverkehr mit einer Geschwindigkeit von maximal 160 km/h befahren. Laut Angaben von DB Netz wurden die Schienen zehn Tage vor der Besichtigung die Schiene im Bereich der Brücke mit einem Schleifzug des Typs RG 48 der Firma Schweerbau geschliffen [1].

An der Westseite der Brücke befinden sich im direkten Umfeld ausschließlich gewerblich genutzte Gebäude, dabei u. a. eine unbewohnte Musterhaus-Ausstellung (**Abbildung 5**). An der Ostseite der Brücke befindet sich ein gewerblich genutztes Gebäude der Hubert Burda Media sowie ein Fußballplatz und ein Jugendzentrum. Bei den im direkten Umfeld östlich der Brücke liegenden Wellblechhütten handelt es sich augenscheinlich um ein nicht bewohnbares Lager (**Abbildung 6**). Die nächstliegende besonders schützenswerte Bebauung (Wohngebäude, Schule) befindet sich in einem Abstand von mehr als 200 m zur Brücke.

Im Rahmen des Lärmsanierungsprogramms des Bundes ist im Bereich der Brücke keine Schallschutzwand geplant [2].



Abbildung 1: Seitliche Ansicht der Brücke (aus nordwestlicher Richtung)



Abbildung 2: Sicht auf den Überbau der Brücke (aus westlicher Richtung)



Abbildung 3: Schienenbefestigung auf der Brücke



Abbildung 4: Sicht von unten auf die Fahrbahn



Abbildung 5: Musterhaus-Ausstellung westlich der Brücke



Abbildung 6: Lager östlich der Brücke

4.2 Akustische Bewertung

Bei der Überfahrt eines Zuges kann seitlich und unterhalb einer Brücke ein Geräusch auftreten, das als „Brückendröhnen“ bezeichnet wird. Der Effekt beruht darauf, dass die bei der Überfahrt entstandenen Schwingungen über die Schienen und den Oberbau in die Brückenkonstruktion eingeleitet werden. Die Brückenteile werden zu Schwingungen angeregt und strahlen folglich Schall ab. Das Brückendröhnen ist im Bereich niedriger Frequenzen besonders ausgeprägt.

Das Brückendröhnen kann als Differenz des unbewerteten Schalldruckpegels gemessen neben einer Brücke und des unbewerteten Schalldruckpegels gemessen neben der angrenzenden freien Strecke bestimmt werden. In **Abbildung 7** sind die Ergebnisse von Stahlbrücken ohne Schotterbett zusammengefasst. Es zeigt sich, dass das Brückendröhnen unter den gleichen Messbedingungen stark schwankt, wobei aber in jedem der untersuchten Fälle ein um mehr als 5,5 dB(A) erhöhter Schalldruckpegel auftritt. Daher ist bei Stahlbrücken ohne Schotterbett in allen Fällen von einem deutlich wahrnehmbaren Brückendröhnen auszugehen. Durch die hohen Schwankungen kann jedoch aufgrund der Zuordnung einer Brücke zu einer der genannten Kategorien noch keine endgültige Aussage über das tatsächlich auftretende Brückendröhnen gemacht werden. Stattdessen hängt die Schallabstrahlung einer Brücke im Wesentlichen von Konstruktionsdetails wie z.B. der Anordnung von Steifen an der Fahrbahnplatte ab. Um eine

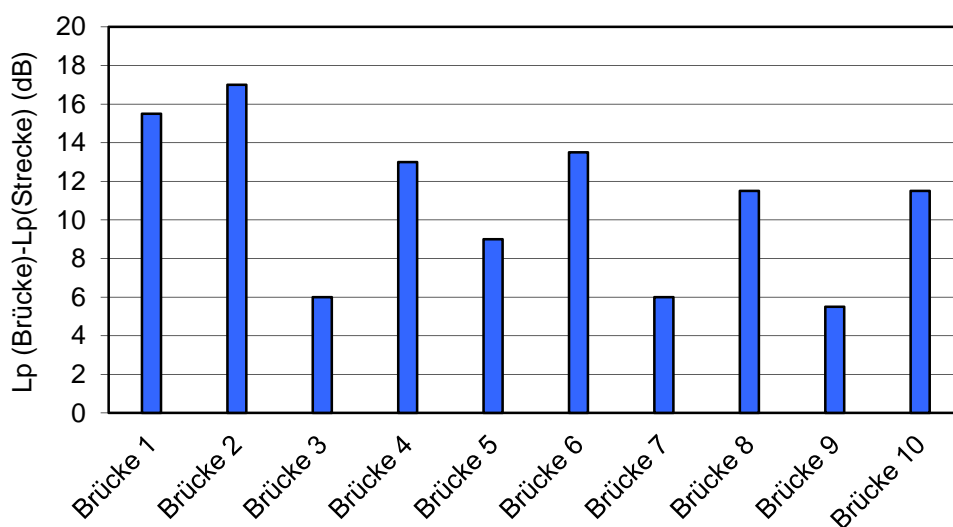


Abbildung 7: In der Abbildung ist die Differenz des unbewerteten Schalldruckpegels gemessen neben der Brücke und dem Wert gemessen neben der angrenzenden freien Strecke dargestellt für verschiedene Stahlbrücken ohne Schotterbett. Die Messungen wurden unter vergleichbaren Bedingungen durchgeführt.

Aussage zum akustischen Verhalten einer Brücke zu machen, ist daher der Höreindruck ein wichtiger Aspekt.

Bei der Überfahrt von Regelzügen über die direkt befahrene Stahlbrücke wurde unter und direkt neben der Brücke eine deutlich hörbare Zunahme des Gesamtgeräusches vor allem im höherfrequenten Bereich wahrgenommen. Diese Zunahme, die sowohl durch eine Schallabstrahlung der Brücke im hochfrequenten Bereich als auch durch die Abstrahlung des Rollgeräusches nach unten bedingt sein kann, konnte allerdings in einem Abstand von ca. 50 m zur Brücke nicht mehr festgestellt werden. Weiterhin wurde im Bereich der Brücke ein relativ lautes Rollgeräusch der Züge begleitet von einer untypischen, tonalen Geräuschkomponenten („Zirpen“) festgestellt. Eventuell kann dieses erhöhte Rollgeräusch auf das Schleifen der Schienen, das zehn Tage vor der Besichtigung stattgefunden hat, zurückgeführt werden. In diesem Fall wäre mit einer Reduktion des Rollgeräusches nach dem Einfahren der Schienen zu erwarten. Sonstige relevante Geräuschquellen waren im Umfeld der Brücke nicht vorhanden.

Bei der Ortsbesichtigung wurde auch eine Orientierungsmessung zur Abschätzung der dominanten Frequenzen der Schallabstrahlung während der Überfahrt über die Brücke durchgeführt. Die Messungen erfolgten am östlichen Brückeneende ca. 30 m seitlich der Strecke. Gemessen wurde an der Südseite der Brücke. Dabei zeigte sich bei der Überfahrt von Güterzügen – wie auch im Höreindruck wahrgenommen – eine Erhöhung des Gesamtgeräusches oberhalb von 250 Hz. Aber auch die Züge vor und hinter der Brücke wiesen bereits ein Rollgeräusch mit untypischen Maxima bei 250, 400 und 630 Hz auf. Insgesamt sprechen diese Messergebnisse eher für eine Erhöhung des Gesamtgeräusches aufgrund eines nach unten abgestrahlten Rollgeräusches als tatsächlich für eine erhöhte Schallabstrahlung der Brücke selbst.

Da im Bereich der nächstliegenden besonders schützenswerten Bebauung im Abstand von über 200 m eine Erhöhung des Gesamtgeräusches nicht mehr festzustellen ist, ist im vorliegenden Fall nicht von einer, durch die Brücke bedingte, Belästigung der Anwohnern auszugehen.

5 Mögliche Maßnahmen zur Reduktion des Brückendröhns

5.1 Einbau hochelastischer Schienenbefestigungen

Auf direkt befahrene Stahlbrücken können zur Reduktion der Schwingungseinleitung hochelastische Schienenbefestigungen eingesetzt werden. Bei Verwendung einer Stützpunktsteifigkeiten von 17,5 kN/mm ergab sich an einer Brücke über den gesamten Frequenzbereich gemittelt eine Minderung des Luftschallpegels um 5 dB, in dem für das Brückendröhnen relevanten Bereich um 7 dB [3,4]. In der Berechnungsvorschrift Schall 03 [5] ist eine Wirkung von 6 dB anerkannt, dies entspricht den gemittelten Werten. Weiterhin wurde gezeigt, dass eine nachträgliche Ausstattung einer Brücke mit hochelastischen Schienenbefestigungen in allen betrachteten Fällen zu einer Reduktion des Brückendröhns im gesamten für das Brückendröhnen relevanten Frequenzbereich führt [6,7].

Im vorliegenden Fall könnten hochelastischer Schienenlager mit einer geringen Stützpunktsteifigkeit eingesetzt werden (z. B: das elastische Schienenlager „System BWG“ der Fa. Voest-Alpine AG mit einer Stützpunktsteifigkeit von 10 bzw. 17,5 kN/mm). Der Einbau ist nach der Planung und Ausstellung einer Anwendererklärung der DB Netz AG möglich.

Vor- und Nachteile der Maßnahme:

Der Einbau der hochelastischen Schienenbefestigungen ist eine Methode zur Reduktion des Brückendröhns. Allerdings muss die Gleisgradienten vor und hinter der Brücke eventuell um einige Zentimeter angepasst werden. Weiterhin müssen vor und hinter der direkt befahrenen Stahlbrücke Übergangsbereiche geschaffen werden, in denen die Steifigkeiten stufenweise erhöht werden. Durch den Einsatz der hochelastischen Schienenbefestigungen (Gewicht pro Stück 16-20 kg) können sich die Massen auf der Brücke erhöhen.

5.2 Einbau von Brückendämpfern

Eine weitere Maßnahme zur Reduktion des Brückendröhnens sind Brückendämpfer. Hierbei handelt es sich um Zungen- oder Plattendämpfer, die an den schwingenden Brückenteilen befestigt werden und Schwingungsenergie in thermische Energie umsetzen. Damit entziehen die Brückendämpfer dem System in bestimmten Frequenzbereichen Schwingungsenergie und reduzieren damit auch die Abstrahlung des sekundären Luftschalls. Erste Tests mit Brückendämpfern der Firma Schrey & Veit an direkt befahrenen Stahlbrücken sind in Österreich und Frankreich erfolgt.

Eine Untersuchung zur Wirksamkeit von Brückendämpfern erfolgte an der Wasserparkbrücke in Wien, einer direkt befahrenen Stahlbrücke [8]. Nach Mittelung über alle Luftschallmesspunkte konnte an der Wasserparkbrücke durch den Einsatz von Plattendämpfern eine Reduktion des A-bewerteten Schalldruckpegels (Rollgeräusch und Brückendröhnen) um 4 dB, bei gleichzeitiger Verwendung von Schienendämpfern um 6 dB erreicht werden. Ferner liegen Körperschallmessungen am Stegblech der Brücke vor, die eine breitbandige Reduktion der Körperschallpegel mit einer maximalen Minderung im Frequenzbereich zwischen 200 und 500 Hz zeigten.

Weiterhin liegen Messergebnisse vor, die vom französischen Netzbetreiber SNCF beim Einbau von Brückendämpfern an der Gavignot-Brücke, ebenfalls eine direkt befahrene Stahlbrücke, ermittelt wurden. Da hier vor allem niederfrequente Anteile des Brückendröhnens reduziert werden sollten, erfolgte die Ausstattung mittels Zungendämpfern, die auf den Frequenzbereich zwischen 25 und 40 Hz abgestimmt waren. Die durchgeführten Luftschall-Messungen zeigen, dass in diesem Bereich Reduktionen des Brückendröhnens um bis zu 6 dB erreicht werden konnten, allerdings ergab sich zwischen 50 und 63 Hz auch eine leichte Erhöhung des Brückendröhnens [9]. Insgesamt wurde bei der betrachteten Brücke aber eine deutliche Reduktion der Belästigung aufgrund des Dröhnens erreicht.

Vor- und Nachteile der Maßnahme:

Die innovative Maßnahme hat den Vorteil, dass die Lärmsanierung der Brücke weitgehend ohne Eingriff in den Oberbau erfolgen kann. Allerdings würde durch die zusätzlichen Massen das Gesamtgewicht der Brücke erhöht. Die Wirksamkeit der Maßnahme hängt weiterhin von der Anpassung an die spezielle Brückenkonstruktion ab und ist vorab schwer zu prognostizieren. Weiterhin ist darauf hinzuweisen, dass die Maßnahme in der Schall 03 nicht anerkannt ist.

5.3 Voraussichtliche Wirkung im vorliegenden Fall:

Durch den Einbau hochelastischer Schienenbefestigungen bzw. akustisch abgestimmter Brückendämpfer kann ein vorhandenes Brückendröhnen deutlich reduziert werden. Ist allerdings im Bereich der nächstliegenden besonders schützenswerten Bebauung eine Erhöhung des Gesamtgeräusches aufgrund der Brücke nicht wahrnehmbar, führt eine Maßnahme zur Reduktion des Brückendröhnens für den Anwohner auch nicht zu einer wesentlichen Verbesserung der akustischen Gesamtsituation.

6 Bewertung und Schlussfolgerungen

Falls im Rahmen einer Lärmsanierung keine Schallschutzwand im Bereich der Brücke errichtet werden soll, ist der Einbau einer Maßnahme zur Reduktion des Brückendröhnens im vorliegenden Fall aus den in Kapitel 5.3 genannten Gründen nicht erforderlich.

Sollte jedoch im Rahmen der Lärmsanierung im Bereich der Brücke eine Schallschutzwand errichtet werden (z. B. auf einem parallel zur Brücke verlaufenden Träger), würde sich das Rollgeräusch des Zuges reduzieren und ein möglicherweise vorhandenes Brückendröhnen stärker dominieren. In diesem Fall wird eine erneute akustische Begutachtung der Brücke empfohlen.

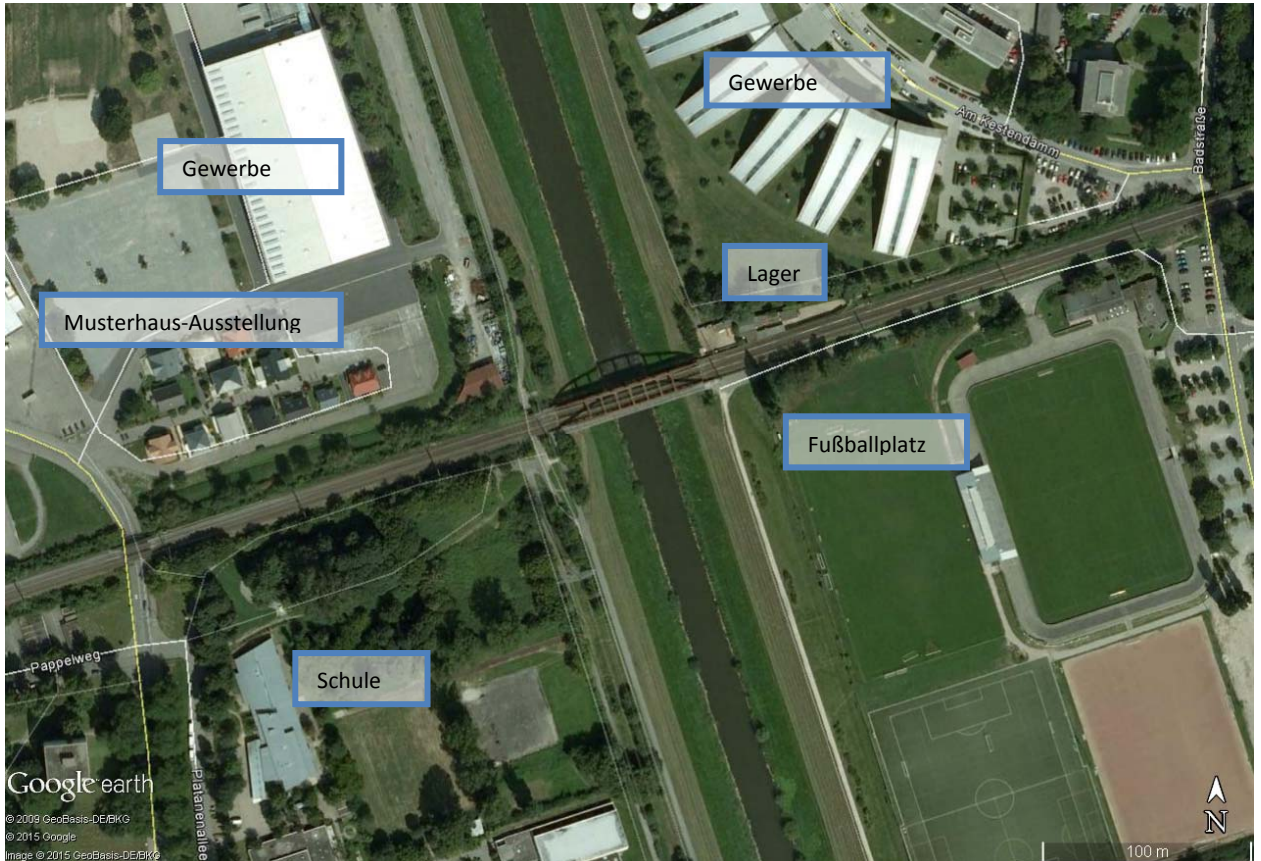
7 Unterschriften

Das Gutachten wurde durch den unterzeichnenden Gutachter neutral, eigenverantwortlich und selbständig erstellt.


Leiter Sachverständigenorganisation
Dr. Dirk Leinhos

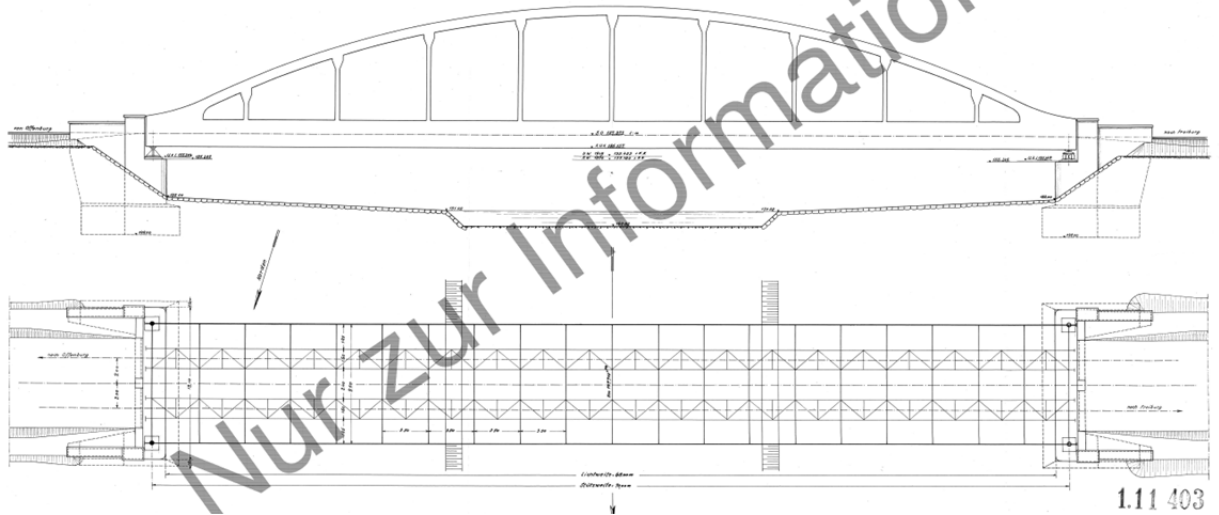

Gutachterin
Dr. Dorothee Stiebel

Lage der Brücke [10]:



Ausschnitte aus dem Bauwerksplan der bestehenden Brücke [11,12]:

Draufsicht und Seitenansicht [11]:



Querschnitt [12]

