

Mai 2022

Statische Nachrechnung der Straßenbrücke über den Mühlengraben in der Bahnhofstraße der Stadt Siegburg

Bauwerk 10

Auftraggeber:

Kreisstadt Siegburg
Amt für Baubetrieb und
Immobilienmanagement
Lindenstraße 87
53721 Siegburg



Aufsteller:

Kocks Consult GmbH
Beratende Ingenieure
Stegemannstr. 32-38
56068 Koblenz



Stand: Mai 2022

Inhalt

1. Allgemeines.....	3
1.2 Bestandsunterlagen	3
1.3 Aufgemessene Bogengeometrie	3
1.4 Geologie.....	3
1.5 Materialansatz des Gewölbes.....	4
1.6 Wahl des statischen Systems.....	4
2. Verkehrslastansatz.....	5
3. Ansatz des Straßenoberbaus	6
4. Einzuhaltende Grenzwerte	6
5. Ergebnisinterpretation der statischen Untersuchung.....	6
6. Empfehlung zum weiteren Vorgehen.....	7
7. Zusammenfassung.....	8

1. Allgemeines

Das Bauwerk 10 in Siegburg überführt die Bahnhofstraße über den Mühlengraben.

Das Bauwerk weist aufgrund des Alters von ca. 100 Jahren einige Schäden auf, so dass der Bauherr aufgrund einer möglichen Instandsetzung die Tragfähigkeit überprüfen lassen möchte.

Die nachfolgende Nachrechnung umfasst eine überschlägige Statik auf Basis des erteilten Auftrages vom 08.04.2022.

Nach der in 2022 durchgeführten einfachen Bauwerksprüfung waren an der Bogenunterseite keine Schäden sichtbar, die auf eine Überlastung der Tragfähigkeit hindeuten, wie z.B. Ablösung von Mauerwerk, kräftige Risse, o.ä.

1.2 Bestandsunterlagen

Es liegen beim Baulastträger keine Bestandsunterlagen bzw. Bestandsstatik vor. Es ist ein Bauwerksbuch in Papierform vom Mai 2007 vorhanden, das nur unvollständig ausgefüllt ist.

Der in diesem Bauwerksbuch enthaltene Verweis auf eine Tragfähigkeitsnachrechnung von 1977 bzw. 1990 liegt beim Bauherrn nicht vor.

1.3 Aufgemessene Bogengeometrie

Aufgrund fehlender Bestandspläne wurde die Unterkante des Bogens im Zuge der Bauwerksprüfung im April 2022 nochmals mittels Laser und Zollstock grob aufgemessen (kein vermessungstechnisches Aufmaß).

Es wurde eine Skizze mit den Maßen erstellt, die die Grundlage der Nachrechnung bildet:

Lichte Weite zwischen den Bachwänden:	6,50 m
Lichte Höhe des Bogenstiches bis UK Bogen:	0,62 m.

Die tatsächliche Oberseite des Bogens ist nur mittels Suchgräben zu erkunden. Die tatsächliche Bogendicke kann nur mittels Kernbohrungen bestimmt werden.

1.4 Geologie

Es liegt kein geotechnisches Gutachten mit Bodenaufschlüssen vor. Dies gilt ebenso für Erkundungen der anliegenden Gebäude.

Daher wird ein Boden mit folgenden Eigenschaften für die Überschüttung des Gewölbes und den seitlichen Erddruck angenommen:

Gamma	20 kN/m ³
Reibungswinkel	35 Grad
Kohäsion	0 kN/m ²

Es wird seitlich der Erdruchdruck angesetzt mit einem Erdruchdruckbeiwert von 0,43.

1.5 Materialansatz des Gewölbes

Der tragende Ziegelsteinbogen ist im alten Bauwerksbuch mit 60 cm Dicke und mit Mörtelklasse III nach DIN 1053 (1996) angegeben. Vor Ort sind unter einer dünnen Spritzbetonschale an der Gewölbeuntersicht und -stirnfläche noch die Steinköpfe sichtbar. Daher werden diese Angaben als korrekt angenommen. Die Spritzbetonschale wird statisch nicht berücksichtigt.

Zur genauen Baustoff-Festigkeit liegen keine Angaben vor. Es werden daher die folgenden Werte angenommen nach DIN 1053, Auszug siehe Anlage.

Steinfestigkeitsklasse	28
Mörtel-Druckfestigkeit	30 N/mm ² (design-Wert 17 N/mm ²)

1.6 Wahl des statischen Systems

Der Mauerwerksbogen geht in die beidseitigen Bachwände über. Daher wird der rechnerische Bogenfußpunkt ca. 50 cm hinter der Widerlagervorderseite gewählt.

Lichte Weite	6,50 m
Abstand der Bogenfußpunkte	7,68 m

Der Übergang des Bogens in die Bachwände wird mit einer größeren Bogendicke bis zu 1,0 m am Übergang zu den Bachwänden gewählt (statisch günstig), da die Schwergewichtsstützwände eine zur Bogendicke deutlich größere Wandstärke aufweisen.

Die beiderseits des Gewölbes vorhandene Gehwegplatten wird statische nicht berücksichtigt.

Gemäß DIN 1053 ist unter ständigen Lasten eine konstruktive Form des Bogens einzuhalten:

f/l größer gleich 1/10

hier vorhandene angenommene Stützweite: 7,68 m
hier vorhandener Stich bis zur Schwerachse: 1,01 m
vorhanden = $1,01 / 7,68 = 0,13$ größer mind. = 0,10

Damit wären die konstruktiven Mindestanforderungen der DIN eher knapp erfüllt. Ein deutlich größerer Bogenstich würde statisch deutlich besser wirken.

2. Verkehrslastansatz

Zur Nachrechnung werden die Verkehrslasten aus der DIN 1072 (alt) für SLW bzw. LKW herangezogen;

SLW 30 t, 3-achsig, bzw.
LKW 16 t, 2-achsig.

Die Überfahrt eines Stadtbusses, 2-achsig, Länge ca. 12 m, Gesamtleergewicht ca. 11,5 t weist eine Radlast bei voller Beladung von rund

$20 \text{ t} / 4 \text{ Räder} = 5 \text{ t} = 50 \text{ kN}$

auf. Dies entspricht der Radlast eines LKWs von 16 t in der Hinterachse. Ein gesonderter Ansatz einer Busüberfahrt als Verkehrslast ist somit entbehrlich.

Aufgrund der Enge der Straße (ca. 6,0 m) sowie des mindestens einseitigen Parkstreifens vor dem Bauwerk wird nur ein einspuriger Lastansatz mittig auf der Brücke vorgenommen.

Allgemein sind nach DIN 1072 (alt), Punkt 3.3.4, auf dem Überbau die v.g. Verkehrslasten mit einem Schwingbeiwert zu vervielfachen. Aufgrund der hier vorhandenen Überschüttung des Gewölbes wird der Schwingbeiwert analog zu Punkt 3.3.4, Satz (2), gemäß einer Bauwerkshinterfüllung nicht zum Ansatz gebracht.

Es wurden 2 mögliche Verkehrslaststellungen untersucht:

- Stellung auf dem Bogen (Volllast)
- halbseitige Stellung auf dem Bogen

3. Ansatz des Straßenoberbaus

Es wird angenommen, dass ein bituminöser Gesamtaufbau von 26 cm über den gesamten Bogen hinweggeführt wird:

Deckschicht:	4 cm
Binderschicht:	8 cm
Tragschicht:	<u>14 cm</u>
	26 cm

Für das Eigengewicht des Oberbaus wird eine Wichte von 24 KN je m³ angesetzt.

Unter dem Straßenoberbau wird eine übliche Erdüberschüttung angesetzt.

4. Einzuhaltende Grenzwerte

Das Gewölbe leitet die einwirkenden Lasten über Druckkräfte mit einem untergeordneten Biegeanteil ab.

Nach DIN 1053 ist formal einzuhalten:

1. unter Eigenlasten:
keine klaffende Fuge zulässig
max. zulässige Ausmitte = $M/N = b/6$
2. unter Eigen- und Verkehrslasten:
klaffende Fuge bis zur Schwerachse zulässig
max. zulässige Ausmitte = $M/N = b/3$

Die auftretenden Ausmitten sowie die Rand-Druckspannungen im Gewölbe sind durch die zulässigen Druckspannungen des Materials in allen maßgebenden Lastfallkombinationen bzw. Ergebniskombinationen zu begrenzen.

Die maßgebenden Punkte des Stabzuges liegen jeweils im Kämpfer und im Firstpunkt.

5. Ergebnisinterpretation der statischen Untersuchung

Die gemäß Bauwerksbuch abzutragende Last von Bkl. 30/30 (zweispurig) kann nicht nachgewiesen werden, ebenso wie eine einspurige Last aus Bkl. 30 (einspurig).

Die angesetzten Eigen- und Verkehrslasten können durch unser gewähltes statisches Modell unter Eigen- und Verkehrslast nicht nachgewiesen werden.

Es ist auch nicht möglich, die Nachweise nur unter Eigenlasten einzuhalten, obwohl bereits günstige Annahmen getroffen wurden, vergl. Statik in der Anlage. Daher kann nicht nachvollzogen werden, wie die Einstufung / Nachrechnung in Bkl. 30/30 aus 1977/1990 erfolgt ist.

Wir nehmen daher an, dass die günstigen Einflüsse aus statisch nicht erfassbaren Lastumlagerungen und einer günstigeren, von außen nicht sichtbaren Bogengeometrie damals in die Statik eingeflossen ist.

6. Empfehlung zum weiteren Vorgehen

Es bestehen mehrere Möglichkeiten zum weiteren Vorgehen.

1.) Ersatzneubau

Abbruch des Bestandes und Errichtung eines neuen Bauwerks mit Tiefgründung und vollständiger Erneuerung der Versorgungsstrassen

Vorteil: neues Bauwerk mit rund 100-jähriger Lebenserwartung für aktuelle (hohe) Verkehrslasten

mäßiges Risiko: Versorgungsleitungen

Grobkosten gemäß Anlage: 480.000,00 € netto (bis 530.000,00 €)

Grobe Bauzeit: ca. 15 bis 18 Monate

2.) Instandsetzung mit Mindestmaßnahme

Ausführung von Mindestmaßnahmen zur Verlängerung der Dauerhaftigkeit

Vorteil: geringe Kosten

Nachteil: nur geringfügige Verbesserung zum Erhalt des Bestandes

höheres Risiko: regelmäßige Kontrolle des verbleibenden Alt-Bauwerkes erforderlich

Grobkosten gemäß Anlage: 130.000,00 € netto

grobe Bauzeit: ca. 2 bis 3 Monate

7. Zusammenfassung

Die durchgeführte überschlägige statische Untersuchung des Mauerwerksgewölbes ergab als Ergebnis, dass in allen Eigenlast- und Verkehrslastzuständen kein Nachweis erfolgen konnte.

Nach der nicht mehr vorliegenden Einstufungsberechnung von 1990 soll eine Brückenklasse 30/30 möglich sein. Uns ist nicht bekannt, wie der damalige Aufsteller zu diesem Ergebnis kam. Eine Gegenüberstellung zu unserer Rechnung ist daher nicht möglich.

Für eine Instandsetzung sind verschiedene Lösungen möglich, die nur verbal gegenübergestellt werden. Beide beschriebenen Varianten sind technisch ausführbar, führen jedoch zu verschiedenen hohen Kosten.

Die Grobkosten wurden bisher ermittelt ohne Ausarbeitung von technischen Grundlagen, wie Bestandslage der diversen Versorgungstrassen, unbekannte Bauteildicken, nicht erkundete Geologie und ohne vorhandene Bestandspläne des Alt-Bauwerkes. Die sich daraus ergebenden Risiken hinsichtlich Bautechnik, Bauzeit und Kosten können wegen der aktuellen fehlenden Planung nicht vollständig gesichert bewertet werden.

Die genannten Kosten basieren auf Grobkosten des 1. Quartals 2022; die weitere Preisentwicklung der Baukosten kann von uns nicht abgeschätzt werden.

Wir empfehlen vor Beginn jeder ausgewählten Variante die (Vor-) Abstimmung mit der Gewässeraufsicht (i.d.R. untere Wasserbehörde), bei der auch ein wasserrechtlicher Antrag eingereicht werden muss. Dieser muss zwingend die zeichnerische Darstellung der baulichen Maßnahmen enthalten incl. eines Erläuterungsberichtes mit Kostenberechnung. Die Genehmigungsdauer beträgt nach unseren Erfahrungen 3-6 Monate.

Die diversen überführten Versorgungsleitungen müssen bei Planungsbeginn in einem Gesamtplan zusammengeführt werden und sollten in einer gemeinsamen baulichen Maßnahme (teil-) erneuert werden. Inwieweit die Versorgungsträger sich an der Instandsetzung beteiligen müssen, ist aus bestehenden Verträgen zu entnehmen.

Da die tragende Bogenkonstruktion nur relativ geringe sichtbare Mängel aufweist, ist es wirtschaftlich sinnvoll, den Bogen so lange wie möglich zu erhalten. Dazu sind die Mindest-Instandsetzungsmaßnahmen kurzfristig einzuleiten, um insbesondere einen Wassereintritt von der Oberseite zu verhindern.

Für die weitere Beratung bzw. Planung stehen wir gerne zur Verfügung.

Aufgestellt,
Koblenz, den 13. Mai 2022

Kocks Consult GmbH
Beratende Ingenieure


i.V. S. Lietz


i.A. M. Heidemann

- Anlage:
- Tabelle Grobkosten Variante 1: Ersatzneubau
 - Tabelle Grobkosten Variante 2: Mindestmaßnahmen zur Instandsetzung
 - Auszug aus der DIN 1072
 - Auszug aus der DIN 1053
 - Auszug aus Schneider-Bautabellen
 - Statische Berechnung