

Grünbrückenkonstruktion aus Fertigteil-Bogensegmenten

Andrea Suffner
Torsten Schulze

Grünbrückenkonstruktion aus Fertigteil-Bogensegmenten

Aufgabe der Grünbrücken ist eine Wiedervernetzung von Lebensräumen, um die Zerschneidungswirkung von Verkehrswegen zu kompensieren.

Aus ihrer Funktion heraus sind Grünbrücken in der Regel in ökologisch sensiblen Gebieten erforderlich, die sich im Umkreis stark befahrener Verkehrswege befinden.

Die Errichtung einer Grünbrücke bedeutet im Gegensatz zu ihrem Schutzziel einerseits einen starken Eingriff in gerade diesen sensiblen, oftmals geschützten Raum und andererseits eine Beeinträchtigung des Verkehrs der betroffenen Verkehrswege während der Bauzeit. Der Entwurf und der Bau eines Bauwerks in diesem Spannungsfeld werden im Folgenden beschrieben.

Keywords Brücke; Grünbrücke; Fertigteil-Bogensegmente

1 Allgemeine Randbedingungen – Aufgabenstellung

Bundesweit haben die Maßnahmen zur Vernetzung von Lebensräumen im Land Brandenburg höchste Priorität. Das liegt daran, dass die Autobahnen im Land Brandenburg überwiegend im ebenen Gelände verlaufen und aus der Topografie heraus nur wenige Querungsmöglichkeiten für Wildtiere vorhanden sind. Diese sind jedoch notwendig, um die teils durch Verkehrswege faktisch unüberwindbare Zerschneidung ihrer Lebensräume zu kompensieren. Zugleich soll durch die Errichtung von Grünbrücken eine überregionale Vernetzung großräumiger und bundesweit bedeutsamer Wildwechselkorridore geschaffen werden.

Das Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin liegt im Nord-Osten Brandenburgs und wird von der Autobahn A 11 durchschnitten. Aus naturschutzfachlichen Gesichtspunkten weist die vierstreifige Autobahn in diesem Bereich einen reduzierten Straßenquerschnitt SQ 27 auf (Regelquerschnitt RQ 29,5 gem. RAS-Q 96). Zur Vernetzung des Biotopverbundes wurde bereits 2005 unweit der Anschlussstelle (AS) Pfingstberg eine Grünbrücke (BW 26 Ü3) errichtet. Um den topografischen Gegebenheiten Rechnung zu tragen, wurde diese als Stahlbetonbogen-tragwerk ohne Mittelstützung konzipiert und mithilfe eines Traggerüsts konventionell hergestellt.

Im Zuge des Konjunkturpaketes II wurde der Bau einer weiteren Grünbrücke in diesem naturfachlich hochsensiblen Gebiet beschlossen und umgesetzt. Die zweite Grünbrücke (BW 32 Ü1) befindet sich etwa 13 km weiter nördlich, unmittelbar vor der AS Warnitz.

Green bridges from prefabricated arch-segments

Green bridges aim at relinking habitats to compensate for the dissection effect of traffic routes. Resulting from this function, green bridges are usually needed in ecologically sensitive areas, which are situated in the vicinity of highly frequented traffic routes. Contrary to its protective purpose, the construction of a green bridge on the one hand represents a drastic intervention into these delicate, mostly protected areas and on the other hand a disturbance of traffic on the concerned routes. Considering this area of conflict, the design and construction of a green bridge are described below.

Keywords bridge; green bridge; prefabricated arch-segments

Für das neu zu errichtende Bauwerk wurden folgende Prämissen zugrunde gelegt:

- Minimaler Eingriff in das Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin
- Maximale Bauzeit von zehn Monaten
- Minimierung der Eingriffe und Einschränkungen in den Autobahnverkehr, d. h. grundsätzlich zwei Fahrstreifen pro Richtungsfahrbahn in der Urlaubszeit
- Keine Mittelstütze im Endzustand
- Gestalterische Anlehnung an die bestehende Grünbrücke (1-Feld-Stahlbetongewölbe)

Die Nutzungsparameter gestalten sich wie folgt:

- Irritationsschutzwände beidseitig, Mindesthöhe 2,00 m

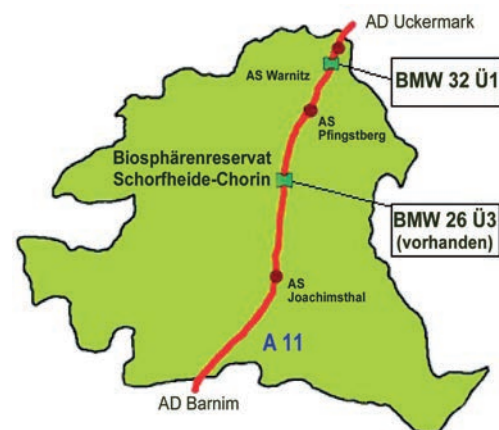


Bild 1 Lageplan
Site plan

- Breite zwischen Irritationsschutzwänden ≥ 50 m, zu den Bauwerksenden und in der Anrampung auffächern
- mittlere Überschüttung des Bauwerks $\geq 1,00$ m
- Kreuzungswinkel zur Autobahn 100 gon

Die naturschutzfachliche Forderung eines minimalen Eingriffs in die Flächen des angrenzenden Biosphärenreservats und die Zielstellungen zur Minimierung der Eingriffe in den Autobahnverkehr einschließlich Bauzeit ließen die Bautechnologie der bereits bestehenden Brücke – einen auf Traggerüst gefertigten Ortbetonbogen – für die Errichtung der neuen Brücke nicht zu.

2 Planerische Umsetzung

Aufgrund der topografischen Gegebenheiten und der an die Gestaltung gestellten Forderungen wurde auch für den Standort der neuen Grünbrücke ein Bogentragwerk präferiert. Das aus der Bogengeometrie resultierende Relief aus Senken und Hebungen entspricht der vorhandenen geologischen Struktur der Gramzower Hochfläche (Stauchmoränengebiet) und passt sich gut in die unmittelbare Umgebung der Brücke ein.

Die aus den örtlichen Bedingungen abgeleitete Konstruktion eines Bogentragwerks musste nun mit den Randbedingungen zur Bauausführung in Einklang gebracht werden. Die Prüfung zur Umsetzung einer Montagebauweise liegt hier auf der Hand.

Maßgebend für die Anwendung einer Segmentbauweise ist die erfolgreiche geometrische Optimierung der Tragwerksbestandteile für eine wirtschaftliche Herstellung, einschließlich Transport und Einbau. Ausgehend von der Geometrie der auf der A 11 bereits vorhandenen Grünbrücke wurde das statische System des eingespannten Bogens in einen 3-Gelenk-Bogen aufgelöst. Hierzu gehören die Kämpfergelenke, das Scheitelgelenk und die Bogensegmente als tragende Bauteile. Die Bogensegmente wurden im Entwurf mit einer Systembreite von 2,50 m und einer Konstruktionshöhe von 0,50 m konzipiert. Zum Kämpfer- und Scheitelgelenk hin wurde die Querschnittshöhe entsprechend der Beanspruchung und den konstruktiven Erfordernissen vergrößert. Das einzelne Fertigteile hat in liegender Transportposition eine Länge von etwa 19,50 m, eine Höhe im Bogenstich von 2,40 m und ein Gewicht von rund 70 t. Mit diesen Eckdaten ging der Tragwerksentwurf in die Ausschreibung.

Neben der Gliederung der Konstruktion in einzelne, montageseitig beherrschbare Segmente hat die damit verbundene Änderung des statischen Systems den Vorteil, dass die Zwangsschnittgrößen aus Baugrundverformungen nahezu vernachlässigbar sind. Das „Baugrundrisiko“, zentrales Thema bei integralen Bauwerken – wie es beispielsweise eingespannte Bögen sind –, reduziert sich auf die Nachweise zur Standsicherheit der Gründungskörper. Die Kämpfer können – je nach Beschaffenheit des Bau-

Tab. 1 Gegenüberstellung der Bauwerksgeometrien
Comparison of the construction geometries

| | BW 26 Ü3 (vorhanden) | BW 32 Ü1 (neu) |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| System | Eingespannter Bogen Stahlbeton | 3-Gelenk-Bogen Spannbeton-FT |
| Lichte Weite [m] | 34,50 | 35,40 |
| Stützweite [m] | 39,00 | $2 \cdot 18,15 \text{ m} = 36,30$ |
| Nutzbreite [m] | 45,00 | 50,00 |
| Minimale Konstruktions- höhe [m] | 0,95 | 0,50 |
| Brückenfläche [m ²] | 2 342,00 | 2 178,00 |

grundes – sowohl flach auf Fundamentplatten oder tief auf Großbohrpfählen gegründet werden, ohne die spezifischen Auswirkungen des Baugrundes auf das Tragwerk berücksichtigen zu müssen (Einspanngrad usw.). Bei Ausführung des Bauwerks 32 Ü1 wurden die Kämpferpunkte flach gegründet.

Zur Stabilisierung der Bogensegmente in Querrichtung wurden im Bauwerksentwurf konstruktive Querverspannungen mit GEWI-Einstabankern vorgesehen. Diese Lösung stellte sich in der Ausführung als wenig praktikabel heraus und wurde durch Betonstahlschlösser ersetzt.

Der konstruktive Nachteil der zusätzlichen Fugen gegenüber einer monolithisch hergestellten Brücke gleicher Breite ist bei diesem quasi verkehrslastfreien (ständig ruhende Belastung) und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützten Bauwerk gering. Man beachte, dass die Rissbildung bei der Ortbetonherstellung über aufwändige Abschnittfertigung (Pilgerschrittverfahren) gesteuert werden muss und die Anzahl der Arbeitsfugen in Querrichtung bei 50 % liegt. Die aus Beton der Festigkeitsklasse C 50/60 hergestellten und zentrisch vorgespannten Fertigteile sind bei qualitätsgerechter Ausführung wasserundurchlässig. Nach ZTV-ING erhalten sie zusätzlich eine Abdichtung mit einer einlagigen Bitumenschweißbahn. Sämtliche Fugen, Quer- und Längsfugen, wurden verfüllt, eine Lage Bitumenschweißbahn und eine Fugenverstärkung aus zwei Lagen Kunststoffbahn (PVC, 2 mm) zzgl. Schutzlage V13 gedichtet. Die Dichtung wird durch eine 10 cm dicke, bewehrte Betonschicht vor mechanischen Einwirkungen geschützt. Aufgrund der Gewölbegeometrie wird der Beton in den steileren Abschnitten im Spritzverfahren aufgebracht.

Bei der gewählten Bauweise handelt es sich um keine Standardbauweise. Erfahrungen zur Bauausführung – speziell im Land Brandenburg – lagen bisher nicht vor. Zur Minimierung der Risiken wurde deshalb bereits in der Entwurfsphase ein Prüfenieur einbezogen und konstruktive Details abgestimmt. So ist beispielsweise das ursprünglich als Betongelenk konzipierte Scheitelgelenk

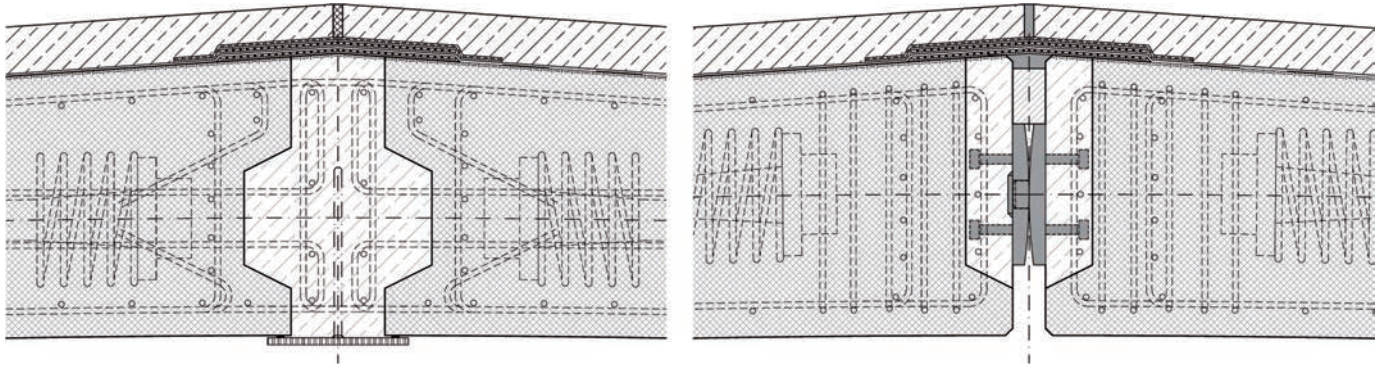


Bild 2 Scheitelgelenk; links Beton, rechts Stahl
Crown hinge; concrete (left) and steel (right) version

passend zu den Linienlagern an den Kämpfern in ein Gelenk aus Baustahl geändert worden (Bild 2).

3 Herstellung

Die Errichtung der Grünbrücke erfolgte unter Aufrechterhaltung des Verkehrs auf der A 11. Die generelle Forderung von zwei Fahrstreifen je Richtungsfahrbahn konnte – bis auf die kurzzeitige Phase der Herstellung des Hilfsgerüsts im Mittelstreifenbereich in den Wintermonaten – durchgängig realisiert werden. Während des Einhebens der Bogensegmente wurde der Verkehr kurzzeitig unterbrochen.

Für die Schaffung hinreichend großer BE-Flächen hinter beiden Widerlagern wurden Bereiche der Einschnittböschungen zur Minimierung des Eingriffes verbaut und abgetragen.

Die Kämpfergelenke, Profilstahlsegmente und Kranschiene A55 mit angeschweißten Betonstahlankern sind in einem Arbeitsgang mit eingebaut worden. Dies stellte sich später als unvorteilhaft heraus, da aufwändige Nacharbeiten erforderlich waren.

Parallel zu den Gründungsarbeiten erfolgte die Herstellung der werksgefertigten Stahlbetonbogensegmente (C 50/60). Der Einbau des Bewehrungskorbes und der Gegenstücke für das Kämpferlager sowie das Betonieren und das Vorspannen (Vorspannung mit nachträglichem Verbund) erfolgten auf einer Trägerschalung in Transportlage (liegend). Der Takt zur Herstellung und Aufbringung der Endvorspannung eines Segmentes betrug drei Tage. Es wurde auf zwei Schaltischen gleichzeitig gefertigt. Die 48 Segmente konnten innerhalb von 60 Tagen hergestellt werden. Der Transport zur Baustelle erfolgte einzeln auf Sattelschleppern. Für die Montage war ein 500-t-Mobilkran, Typ LTM 1500-8.1 aufgebaut worden.

Die Bogensegmente wurden nicht – wie im Entwurf vorgesehen – paarig mit zwei Kränen, sondern einzeln je Richtungsfahrbahn verlegt. Die Fertigteile wurden an den Kämpfern fixiert und im Scheitelbereich auf einer temporären Stützkonstruktion abgelegt. Das Einschwenken der

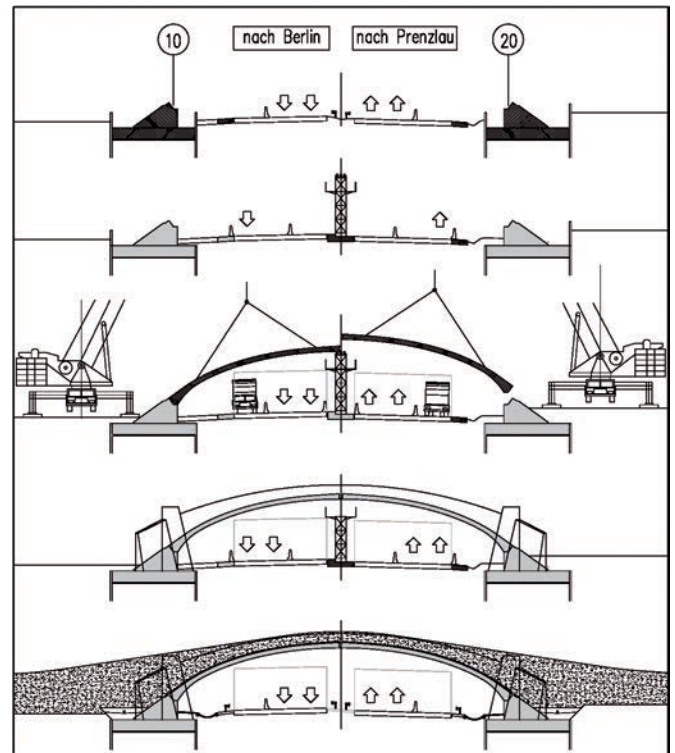


Bild 3 Geplanter Bauablauf mit Verkehrsführung
Construction process including traffic routing

Träger erfolgte bei kurzzeitigen Sperrpausen für den Verkehr der betreffenden Richtungsfahrbahn. Für die Verlegung eines Fertigteils waren im Mittel 15 Minuten erforderlich. Innerhalb von acht Werktagen (davon zwei Tage Kranumsetzung) konnten alle 48 Bogensegmente verlegt werden.

Nach der Verlegung aller Segmente für beide Richtungsfahrbahnen wurde das Scheitelgelenk eingesetzt und durch die Absenkung des provisorischen Mittenauflegers das statische System des 3-Gelenk-Bogens aktiviert. Anschließend wurden die Betonstahlschlösser vergossen.

Nach Herstellung des Tragwerks erfolgte das Schalen und Betonieren der Portalbrüstungen und Flügelwände. Mit dem Auffüllen und Profilieren der Erdmassen fanden die Komplettierungsarbeiten einschließlich der Gründungs- und Montagearbeiten der Irritationsschutzwände statt.



Bild 4 Transport und Montage der Fertigteile
Transport and installation of the prefabricated segments

Die minimal 2,00 m hohen Betonfertigteile wurden gestalterisch den Elementen der bereits vorhandenen Grünbrücke, BW 26 Ü3, angepasst. Sie wurden aus eingefärbtem Beton und in der Ansichtsfläche mit einer vertikal ausgerichteten Strukturschalung hergestellt.

4 Fazit

Die Herstellung und Montage gekrümmter Spannbetonbauteile erfordert ein hohes Maß an Fertigungsgenauigkeit. Die Wahl von rechteckförmigen Vollquerschnitten und ein quasi zentrisches Vorspannen wirken sich positiv auf das Formänderungsverhalten infolge Schwinden und Kriechen aus. Besondere Aufmerksamkeit in Bezug auf Lagegenauigkeit beim Einbau gilt den Kämpfergelenken.

Literatur

- [1] SUFFNER, A.; OMMERT, CH.; SCHILLER, G.: *Grünbrücken als Verbundkonstruktion*. Bautechnik 90 (2013), H. 2, S. 87–90.



Bild 5 Halbseitige Verlegung der Bogensegmente
Half-sided installation of the arch-segments

Unter Beachtung der Hinweise lassen sich beim Bau massiver, bogenförmiger Grünbrücken durch Segmentierung des Tragwerks in montagegerechte Spannbeton-Fertigteile wesentliche Vorteile erzielen:

- Eine verkürzte Bauzeit
- Geringe zusätzliche Nutzfläche für Zwischenlagerung von Rüst- und Baumaterial
- Geringe Eingriffe in den Verkehr
- Reduzierung des Baugrundrisikos bei der Gründung
- Kein zusätzlicher Lichtraum für Tragerrüst erforderlich

Die bautechnologischen Anwendungsgrenzen für die Montagebauweise mit bogenförmigen Spannbetonsegmenten liegen wirtschaftlich bei Stützweiten, die den Straßenquerschnitt RQ 29,5 (RAS-Q) bzw. RQ 31 (RAA) abdecken. Für größere Stützweiten bzw. breitere Querschnitte sind Montagebauweisen mit Stahlverbund-Fertigteilen präferiert. So wurden z. B. im Land Brandenburg in den letzten Jahren drei Grünbrücken als Verbundfertigteilkonstruktionen für RQ 35,5 (RAS-Q) errichtet [1].

Autoren

Dipl.-Ing. Andrea Suffner
Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg
Dezernat konstruktiver Ingenieurbau (BAB), Bauwerksprüfung
Lindenallee 51, 15366 Hoppegarten
www.LS.Brandenburg.de

Dipl.-Ing. Torsten Schulze
IB Haak & Schulze, Büro für Brücken- und Ingenieurbau
Eichwalder Straße 4, 15738 Zeuthen
Torsten.Schulze@haak-schulze.de



Bild 6 Ansicht: Foto 10/2014 (links) und Grafik (rechts) der Grünbrücke BW 32 Ü1
View: picture 10/2014 (left) and graphic (right) of the green bridge BW 32 Ü1



Dipl.-Ing. Andrea Suffner

Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg
Dezernat konstruktiver Ingenieurbau (BAB),
Bauwerksprüfung
Lindenallee 51
15366 Hoppegarten
www.LBV-Brandenburg.de



Dipl.-Ing. Torsten Schulze

Haak & Schulze
Büro für Brücken- und Ingenieurbau
Uferpromenade an der Dahme 1
15745 Wildau
Torsten.Schulze@haak-schulze.de
www.haak-schulze.de