

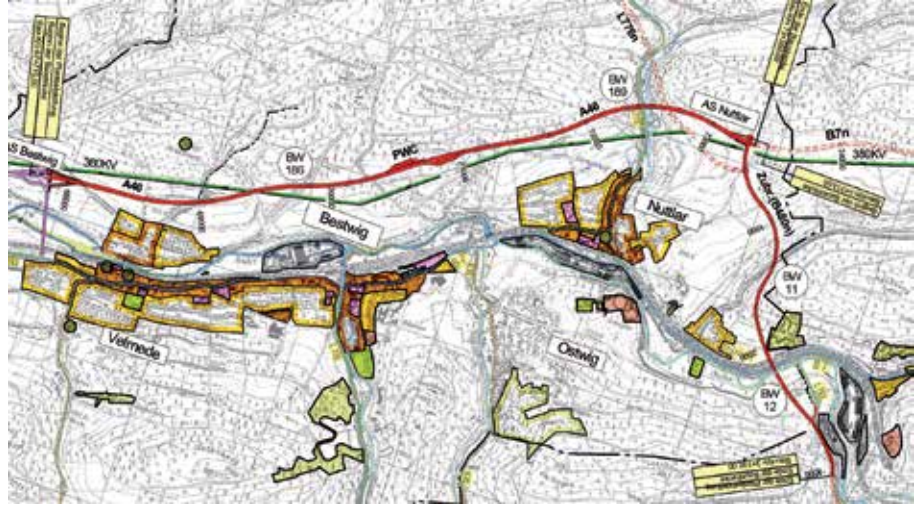
Entwurf, Planung und Ausführung Bau der Talbrücke Nuttlar

■ ■ ■ von Hans Grassl, Dieter Schummer, Guido Bogdan, Gerhard Buddenkotte

Die Talbrücke Nuttlar liegt im Zuge des Neubauabschnitts der Bundesautobahn A 46 von der Anschlussstelle Bestwig-Velmede bis zur Anschlussstelle Nuttlar und überspannt mit einer Gesamtlänge von 660 m das Tal des Schlebornbaches. Nach ihrer Fertigstellung wird sie mit einer Höhe über dem Tal von maximal 115 m als höchste Talbrücke Nordrhein-Westfalens in die Baugeschichte eingehen. Die Stahlverbundbrücke mit einteiligem Querschnitt wird derzeit unter Anwendung des Taktschiebeprozesses ohne Hilfsstützen und ohne Hilfspylon über eine maximale Stützweite von 115 m mit nachlaufender abschnittsweiser Betonage der Fahrbahnplatte errichtet.

1 Projektrahmen

Der Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen, Regionalniederlassung Sauerland-Hochstift, realisiert den Neubauabschnitt der Bundesautobahn A 46 von der Anschlussstelle Bestwig-Velmede bis zur Anschlussstelle Nuttlar sowie den Zubringer B 480. Dieser Abschnitt der A 46 im oberen Ruhrtal stellt zusammen mit der A 445 eine leistungsfähige und verkehrssichere Verbindung zwischen den Wirtschaftsräumen des östlichen Ruhrgebietes und des oberen Ruhrtales dar; gleichzeitig wird dadurch ein Ballungsraum mit den Erholungsgebieten im Sauerland verknüpft. In der Gesamtkonzeption des Baues der A 46 mit der



1 Neues Teilstück der A 46 von Bestwig-Velmede bis Nuttlar
© Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen

Weiterführung als Bundesstraße zum Autobahnkreuz Wünnenberg-Haaren ist die hier angesprochene Maßnahme ein wesentlicher Bestandteil. Durch den für die Ortsdurchfahrt Bestwig erwarteten Verkehrsrückgang im Zuge der B 7 werden die Lärm- und Abgasimmissionen spürbar abnehmen, die städtische Situation erheblich verbessert und dadurch die Attraktivität der Einkaufs- und Geschäftsbereiche an der B 7 erhöht. In dem 5,635 km langen Teilstück sind 13 Brückenbauwerke enthalten. Die vier Großbrücken sind mit den Bauwerksnummern in obenstehendem Übersichtsplan verzeichnet:

- Bauwerk 186: Talbrücke Hammecke
- Bauwerk 189: Talbrücke Nuttlar
- Bauwerk 11: Talbrücke Schormecke
- Bauwerk 12: Talbrücke Bermecke

Die größte Herausforderung stellt unter diesen Ingenieurbauwerken die Talbrücke Nuttlar dar, die derzeit von Bau-km 72+140 bis km 72+800 als zukünftig höchste Brücke Nordrhein-Westfalens mit maximal 110 m hohen Pfeilern errichtet wird. Das Bauwerk spannt mit einer Gesamtlänge von 660 m über das Tal des Schlebornbaches und überquert mehrerer Forst- und Wirtschaftswege sowie die Landstraße L 776. Die Linienführung des neuen Autobahnabschnitts weist im Bereich der Talbrücke im Grundriss eine konstante Krümmung mit einem Radius von 1.000 m auf. Die Gradienten liegen im Bauwerksbereich in einer Geraden mit einer konstanten Längsneigung von 0,73 % und einem konstanten Quergefälle von 4,00 %.



2 Grundriss
© Ingenieurbüro Grassl GmbH

Auf der freien Strecke verfügt der Auto-
bahnabschnitt über einen Querschnitt
RQ 28 mit einem 4,00 m breiten Mittel-
streifen. Die Talbrücke Nuttlar ist für
einen Querschnitt RQ 26 mit einer Nutz-
breite von 28,60 m vorgesehen. Die Ver-
kehrsführung 4+0 (11,50 m zwischen den
Kappen) wird durch die Verringerung der
Mittelkappenbreite auf 2,00 m ermög-
licht.

Die nachfolgenden Randbedingungen
hatten einen maßgeblichen Einfluss
auf die Planung der Brücke:

- Topographie und Geologie des
Taleinschnitts,
- Zugänglichkeit des Talraums,
- Immissionsschutz der angrenzenden
Bebauung,
- Trassierung der Bundesautobahn,
- Einbindung des Bauwerks in das
Landschaftsbild,
- Ausgewogenheit der Proportionen
des Bauwerksentwurfs sowie
- Wirtschaftlichkeit.

2 Gestaltungskonzept

Da die Großbrücken des Neubauab-
schnitts aufgrund ihrer exponierten Lage
von unterschiedlichen Standorten gut
wahrnehmbar sind, wurde im Auftrag des
Landesbetriebes Straßenbau ein Gestal-
tungsbandbuch [1] für alle Brücken der
geplanten Strecke ausgearbeitet, das
bestimmte Gestaltungselemente wie
Verkleidungen, Pfeilerformen, Brüstun-
gen und Farbgebung einheitlich regelt.
Die Grundlage für den Entwurf der neuen
Brücke resultierte aus der genauen Ana-
lyse des Ortes und der landschaftlichen
Gegebenheiten: Die Talbrücke Nuttlar
überführt die Bundesautobahn über
einen ca. 115 m tiefen Einschnitt mit



3 Ansicht der Talbrücke von der Stadt Nuttlar aus
© Ingenieurbüro Grassl GmbH

steilen Talflanken und ist vom Gegen-
hang südlich der Ruhr sehr deutlich
wahrnehmbar. Sie stellt somit ein sehr
markantes Bauwerk innerhalb des
geplanten Streckenabschnittes dar.
Die Pfeilerstellungen wurden im Rahmen
der Entwurfsbearbeitung mit dem Ziel
ausgewogener Proportionen zwischen
Stützweite, Bauhöhe, Topographie und
vorhandenen Zwangspunkten bestätigt.
Mit der gewählten Konstruktion auf sechs
Pfeilern, die eine angemessene Geome-
trie der Brückenfelder ergibt, können
die Eingriffe in die Landschaft auf ein
Minimum begrenzt, eine Erreichbarkeit
über Baustraßen in den steilen Hängen
sichergestellt sowie eine gute Fernwir-
kung erreicht werden.

3 Bauwerksentwurf

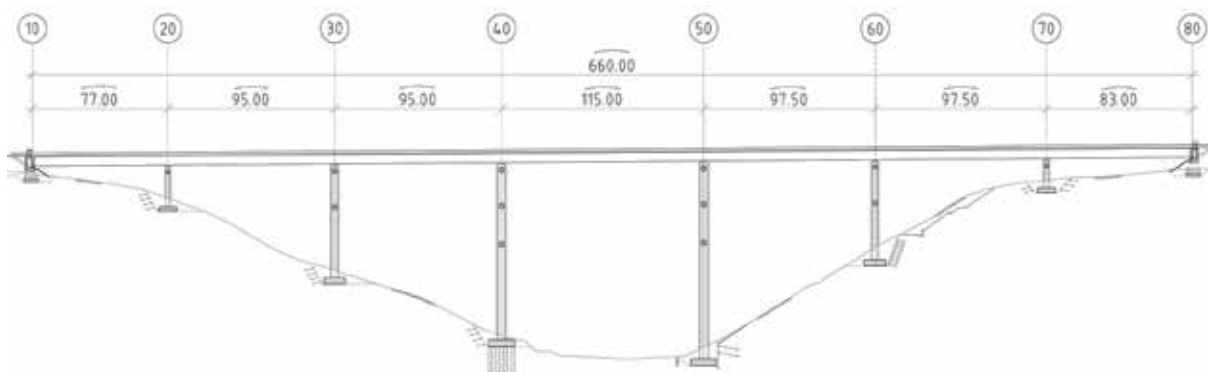
3.1 Grundsätzliches

Die topographischen Randbedingungen
des tief eingeschnittenen Tals mit erfor-
derlichen Pfeilerhöhen bis 110 m sprechen
für den Verzicht auf eine zweite Pfeiler-
reihe sowie für die Wahl eines einteiligen
Querschnitts, um die Abmessung der
Pfeiler in Brückenquerrichtung auf ein
Mindestmaß zu begrenzen. Durch die

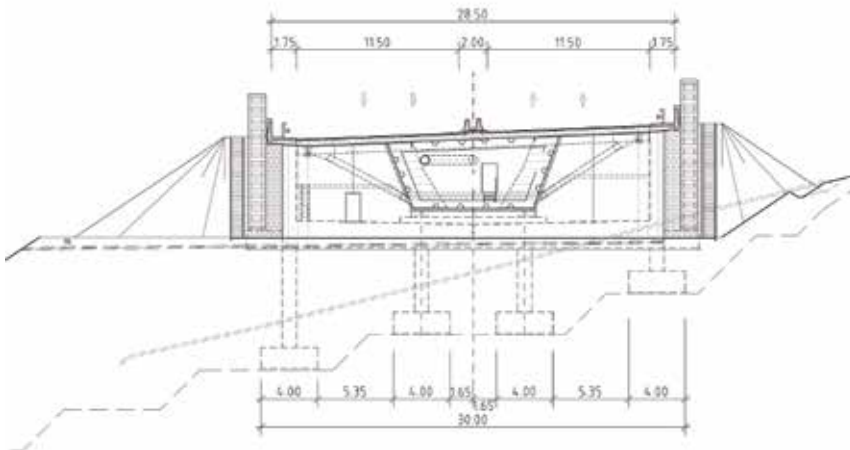
großen Stützweiten von maximal 115 m
werden ausgewogene Proportionen
erreicht und der Eingriff in den Talraum
auf ein Minimum beschränkt. Für diese
großen Stützweiten stellt ein Überbau
in Stahlverbundbauweise eine wirtschaft-
liche Lösung dar. Die Auswertung [2]
einiger bisher realisierter Stahlverbund-
brücken mit einteiligen Querschnitten
bestätigt zusätzlich zu den durchgeführ-
ten Vergleichsberechnungen die Wirt-
schaftlichkeit einer solchen Bauweise
bereits ab Pfeilerhöhen von 50 m.

3.2 Gründung

Aufgrund der Erkundungsergebnisse
werden für die Widerlager und Pfeiler,
mit Ausnahme des Pfeilers in Achse 40,
Flachgründungen auf dem unverwitter-
ten Fels gewählt. Im Bereich des Brücken-
pfeilers in Achse 40 ist nach den Erkun-
dungsergebnissen bis in ca. 20 m Tiefe
stellenweise mit gestörtem und entfestig-
tem Fels zu rechnen. Hier wird deshalb
eine Gründung auf Großbohrpfählen mit
 $d = 150 \text{ cm}$ ausgeführt.
Die Brückenwiderlager sind über Pfeiler-
scheiben und Einzelfundamente auf dem
unverwitterten Fels gegründet.



4 Längsschnitt
© Ingenieurbüro Grassl GmbH



5 Widerlager in Achse 10
© Ingenieurbüro Grassl GmbH



6 Stabsystem: Pfeiler der Achse 50
© Ingenieurbüro Grassl GmbH

3.3 Widerlager und Pfeiler

Die Widerlager werden hochgesetzt ausgeführt, wobei der Übergang zwischen Widerlager- und Flügelwand ausgerundet ist. Als Gestaltungselement werden auf beiden Seiten der Widerlager Stelen angeordnet, welche eine Verblendung aus dunkelgrauem Naturstein (Grauwacke) erhalten. Die obere Abdeckung der Stelen erfolgt über bündig angeordnete Stahlbetonfertigteilplatten mit Bauteildicken von 25 cm, die mittels Pigmentierung dunkelgrau gefärbt werden. Für die Böschungsfächen unterhalb der Brücke ist vor den Widerlagern eine Steinschüttung aus heller Grauwacke geplant, deren Ränder im Grundriss unter ca. 45° zu den Überbaurändern verlaufen. Die Widerlager sind als begehbare Kastenwiderlager mit gesimsparallelen Flügeln aus Stahlbeton C 30/37 und Betonstahl S 500 konzipiert.

Die Pfeiler aus Stahlbetonvollquerschnitten werden als Doppelrundstützen in A-Form mit Durchmessern von 3,00 m, 4,00 m und 5,00 m entsprechend den Gestaltungsvorgaben und den statischen Erfordernissen ausgeführt. Aufgrund der großen Pfeilerhöhen erfolgt eine Kopplung über horizontale Aussteifungsriegel, welche mit Durchmessern von 2,00–3,00 m als betonverfüllte Stahlprofile realisiert werden. Die Farbgebung dieser Querriegel orientiert sich an der des Überbaus. Für die Pfeilerköpfe und Lagersockel ist ein Beton der Festigkeitsklasse C 40/50 vorgesehen, während für Pfeiler, Fundamente und Bohrpfähle ein Beton der Güte C 30/37 zur Anwendung kommt. Als Bewehrung wird Betonstahl S 500 eingesetzt. Die Pressenansatzpunkte auf den Pfeilerköpfen sind unter den beiden Auflagerdoppelquerrahmen angeordnet. Die Begebarkeit der Pfeilerköpfe vom Überbau aus ist über Durchstiege im Bodenblech und Stahlstege zwischen den Pfeilerköpfen vorgesehen. Die Breite

des Hauptträgerkastens, die der Pfeiler sowie die Lagerabmessungen erfordern aus Unterhaltungsgründen eine Vergrößerung der lichten Höhe zwischen Oberkante Pfeiler und Unterkante Überbau auf 60 cm.

Das Tragverhalten der Pfeiler wurde anhand einer nichtlinearen Berechnung nach Theorie II. Ordnung unter Berücksichtigung der effektiven Steifigkeiten anhand des unten abgebildeten Stabsystems ermittelt.

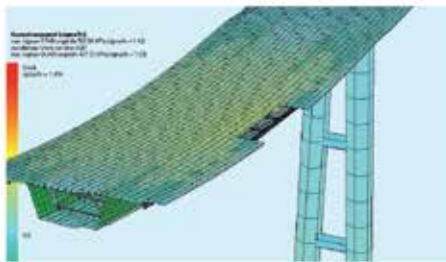
3.4 Überbau

Die Konstruktionshöhe des Überbaus von 5,30 m im Mittel wurde unter Beachtung nachfolgender Gesichtspunkte festgelegt:

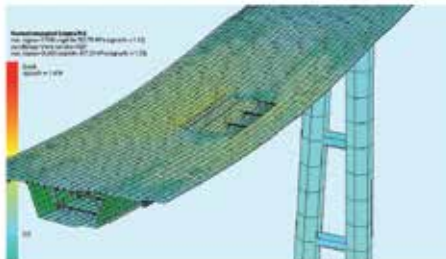
- Einhaltung einer optisch verträglichen und statisch sinnvollen Neigung der außenliegenden Streben unter der Fahrbahnplatte mit einem Winkel von ca. 31°,
- Erzielung einer wirtschaftlichen Konstruktion mit einer angemessenen Schlankheit, auch im Hinblick auf die Montage (Taktstriebe der Stahlkonstruktion ohne Hilfsstützen und ohne Hilfsopylone) sowie
- Begebarkeit des Hohlkastens mit ausreichender Durchgangshöhe auch in Bereichen der Queraussteifung.

Der Überbau ist als parallelgurtiges, über sieben Felder durchlaufendes Stahlverbundtragwerk mit einer schlaff bewehrten Stahlbetonfahrbahnplatte in Ortbetonbauweise konzipiert. Die Ausführung des Haupttragwerks als trapezförmiger einzelliger geschlossener Stahlhohlkasten ist aufgrund der Grundrisskrümmung, der Brückenbreite, des Montageverfahrens und der Forderung nach der partiellen Austauschbarkeit der Fahrbahnplatte aus wirtschaftlichen und konstruktiven Gesichtspunkten notwendig, um die hierfür unabdingbare Torsionssteifigkeit zu erhalten.

Den Abmessungen der einzelnen Bauteile liegt eine statische Vorberechnung unter Berücksichtigung der Forderung nach der Austauschbarkeit der Fahrbahnplatte unter halbseitigem Verkehr (4+0) zugrunde. Die Berechnung des Überbaus erfolgte im Rahmen der Entwurfsplanung an zwei unabhängigen Modellen: Zur Berechnung der Bauzustände (Taktstriebe) wurde ein Stabsystem verwendet. Für die Berechnung der Längs- und Quertragung im Endzustand sowie zur Beurteilung des partiellen Fahrbahnplattenaustausches wurde ein Gesamtsystem, bestehend aus einem Faltsystemmodell für den Überbau und Stabsystemen für die Pfeiler, eingesetzt. Für den Nachweis der partiellen Austauschbarkeit der Fahrbahnplatte wird angenommen, dass nach einem Havariefall der Austausch eines begrenzten Bereichs der Fahrbahnplatte erforderlich wird. Der partielle Fahrbahnplattenaustausch ist, wie in obenstehender Abbildung angegeben, jeweils in Querrichtung in zwei Schritten vorgesehen: 1. Teilabschnitt Randbereich, $b = 6,00$ m; 2. Teilabschnitt Mittelbereich, $b = 8,25$ m. Die Länge eines Teilabschnitts beträgt 15 m. Für das Auswechseln eines solchen Abschnitts auf einer Brückenhälfte ist der komplette Austausch von Beton und Betonstahl unter Beachtung der erforderlichen Übergreifungsstöße der Bewehrung notwendig. Für die Übergreifungsstöße in Brückenquerrichtung wird angenommen, dass ein Teil der vorhandenen Bewehrung erhalten werden kann, damit sich ein Muffenanschluss auf der Baustelle realisieren lässt. Die Stöße in Längsrichtung müssen sich an den ausgeführten Betonierabschnitten und der existierenden Bewehrung orientieren.

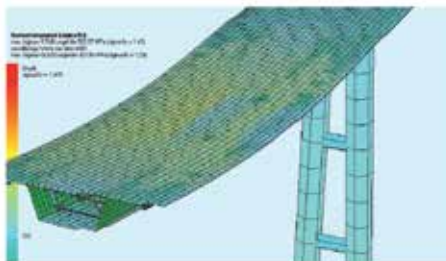


Arbeitsschritt 1: Rückbau der Stahlbetonplatte im Randbereich

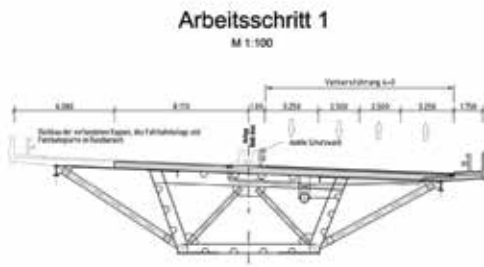


Arbeitsschritt 2: Wiederherstellen der Stahlbetonplatte im Randbereich

Arbeitsschritt 3: Rückbau der Stahlbetonplatte im Mittelbereich



Arbeitsschritt 4: Wiederherstellen Stahlbetonplatte im Mittelbereich



Arbeitsschritt 1

M 1:100



Arbeitsschritt 2

M 1:100



Arbeitsschritt 3

M 1:100



Arbeitsschritt 4

M 1:100

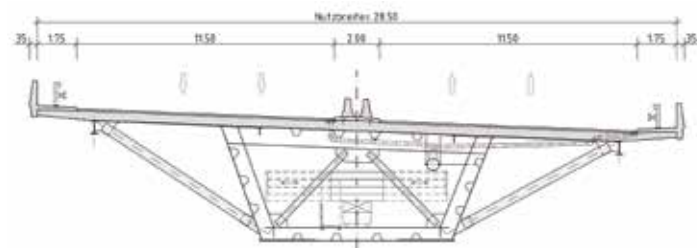
7 Finite-Elemente-Modell zur Berechnung des partiellen Fahrbahnplattentauschs
© Ingenieurbüro Grassl GmbH

Für die Ausbildung der Stöße können ebenfalls Pressmuffen eingesetzt werden, es sind aber auch Übergreifungen mit freigelegter vorhandener Bewehrung denkbar oder Kombinationen aus beiden Varianten.

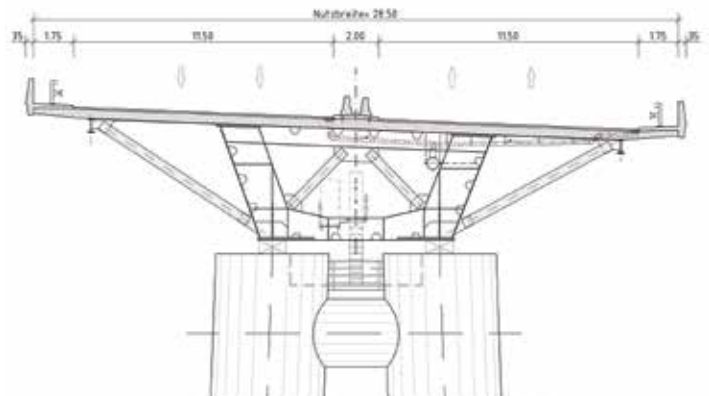
Aus den gewählten Stützweiten von 77 m + 2 × 95 m + 115 m + 2 × 97,50 m + 83 m ergibt sich unter Berücksichtigung der konstanten Konstruktionshöhe von 5,30 m im Mittel eine Schlankheit von maximal $115 \text{ m} / 5,30 \text{ m} = 21,70$.

Die Fahrbahnplatte wird fugenlos über die gesamte Brückenbreite hergestellt und durch das Deckblech des Hohlkastens sowie die zwei außenliegenden Stahlverbundlängsträger unterstützt, die durch Schrägstreben im Abstand

von 4,80–5,00 m in Längsrichtung aufgespannt werden. Die für die Auflagerung der weit auskragenden Fahrbahnplatte des einteiligen Stahlverbundüberbaus erforderlichen Streben schaffen in der Ansicht eine ansprechende Gliederung des Brückenträgers, wobei die durch sie verursachte Zugbeanspruchung in der Ebene der Fahrbahnplatte von einem Stahlzugband aufgenommen wird. Dieses Zugband ist sichtbar auf der Unterseite der Fahrbahnplatte angeordnet und mit der Fahrbahnplatte kontinuierlich verdübelt: Die hier gewählte Art der konstruktiven Ausbildung der Zugbänder ermöglicht deren uneingeschränkte optische Kontrolle ohne Störung der Fahrbahnplatte sowie die unkomplizierte Durchführung nachträglicher Verstärkungsmaßnahmen. Die Zugbänder sind während der Betonarbeiten durch die Schalwagenkonstruktion unterstützt, wodurch ein Durchhang der Zugbänder wirksam verhindert wird. Die Fahrbahnplatte hat eine Konstruktionsbreite von $b = 28,50 \text{ m}$ und weist dabei Kragarmlängen von beiderseits ca. 2,54 m und Innenfeldbreiten zwischen den Hauptträgerstegen und den Längsträgern von 5,65 m auf. Die Dicke der Kragplatte beträgt im Anschnitt sowie im Innenfeld 40 cm und an den Kragarmrändern 25 cm. Das Bodenblech des Hauptträgerhohlkastens ist horizontal ausgebildet, um die beim Einschub der Konstruktion andernfalls auftretenden Abtriebskräfte zu vermeiden. Die Hauptträgerstege sind geneigt konzipiert und passen sich in der Höhe der Querneigung der Fahrbahnplatte an. Das Deckblech, die Stege und das Bodenblech werden durch längslaufende Beulsteifen und Querrahmen ausgesteift. Im Bereich der Pfeilerachsen werden Doppelquerrahmen realisiert, die



8 Regelquerschnitt für den Feldbereich
© Ingenieurbüro Grassl GmbH



9 Regelquerschnitt für den Pfeilerbereich
© Ingenieurbüro Grassl GmbH

je 1,00 m vor und hinter der Lagerachse angeordnet sind. Jeder Querrahmen verfügt im Inneren des Stahlkastens über aussteifende Hohlprofile. An den Auflagern im Bereich der Widerlager kommen Endquerträger aus Stahlbeton zum Einsatz, die innerhalb des Stahlkastens betoniert werden. Der Verbund wird über Stahlschwerter und Verdübelungen hergestellt. In den übrigen Bereichen ist der Stahlkasten durch mit Innendiagonalen aus Hohlprofilen verstärkte Regelquerrahmen, die in regelmäßigen Abständen von 4,80–5,00 m vorgesehen sind, ausgesteift.

Die Fahrbahnplatte wird aus Beton der Festigkeitsklasse C 35/45 errichtet und die Stahlkonstruktion in den maßgebenden Teilen aus S 355 gefertigt. Die Kontaktflächen von Beton und Stahl werden mittels Kopfbolzen verdübelt. Der Überbau erhält beidseitig 1,10 m hohe Immissionsschutzbrüstungen, welche im Bereich der drei Mittelfelder (Tal) und auf den Widerlagern aus Acrylglas bestehen. In den Randfeldern der Brücke (Hang) erfolgt die Ausführung als Brüstung in Stahlbetonbauweise.

4 Bauausführung

4.1 Beauftragung

Im Oktober 2010 erhielt die Firma Max Bögl vom Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen den Auftrag für die Realisierung der Talbrücke Nuttlar.

4.2 Erschließung der Baustelle

Für die Erschließung der Baustelle mussten mehrere Kilometer Baustraßen hergestellt werden. Das Anfahren der Standorte der Unterbauten konnte wegen der Steilheit des Geländes nicht direkt unterhalb der späteren Brücke von Achse zu Achse, sondern musste über separate Baustraßen erfolgen. Für diese Baustraßen wurden, soweit möglich, vorhandene Forstwege ausgebaut. Wo dies nicht realisierbar war, wurden neue Baustraßen erstellt.

Die Erreichbarkeit der einzelnen Standorte gewährleisten die

- Baustraße von Antfeld:
Andienung der Achsen 80 und 70 einschließlich Anlieferung der Überbau-Stahlteile, Länge ca. 2.150 m, Breite 4–5 m sowie Aufweitungen in den Kurven;
- Baustraßen ab L 776:
Andienung der Achsen 10–60, Länge ca. 2.970 m, Breite 4 m.

4.3 Herstellung der Gründung

Für die Flachgründungen waren Baugruben auszuheben, deren Sohlen bis zu 22 m unter Geländeoberkante im verwitterten Fels lagen. Im Bereich von maximal 2 m dicken Deckschichten aus Hangschutt konnten die Baugrubenböschungen ohne Sicherung mit einer Neigung von 1:1,50 hergestellt werden. Bei den deutlich mächtigeren Deckschichten in Achse 50 (Hangschutt) ist ein verankerter Verbau ausgeführt worden.

Die im Fels liegenden Baugrubenböschungen wurden mit Spritzbeton und Felsnägeln gesichert.

4.4 Herstellung der Widerlager und Pfeiler

Die Widerlager wurden in zwei Abschnitten, gespiegelt in Brückenachse, errichtet. Die Stahlbetonvollquerschnitte der Pfeiler werden unter Einsatz von Kletterschalungen mit einer Neigung aus der Lotrechten um 2° in Brückenquerrichtung nach innen betoniert; massive Querriegel verbinden die Rundstützen jedes Pfeilers in verschiedenen Höhelagen. Die bis zu 6,00 m hohen Stützenschalungseinheiten sind bei den Pfeilern der Achsen 30–60 mit Durchmesser der Einzelstützen von 5,00 m und 4,00 m aus Kranzhölzern und Mehrzweckriegeln, belegt mit gehobelter und lackierter Brettschalung, aufgebaut. Jeweils 36 m² (Pfeilerachsen 40 und 50) bzw. 15 m² Schalung (Pfeilerachsen 30 und 60) lassen sich für Bewehrungsarbeiten auf den Bühnen zurückfahren. Die Schalung arbeitet, abgesehen von den Anschlussbereichen an den Querriegeln, ankerlos mit Ringzuglaschen und ist auf einen Frischbetondruck von 60 kN/m² ausgelegt. Bei den größeren Rundstützen ist die Einbringung der ca. 100 m³ Beton in ca. 5 h abgeschlossen.



10 Aushubarbeiten für die Pfeilergründung in Achse 50
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG



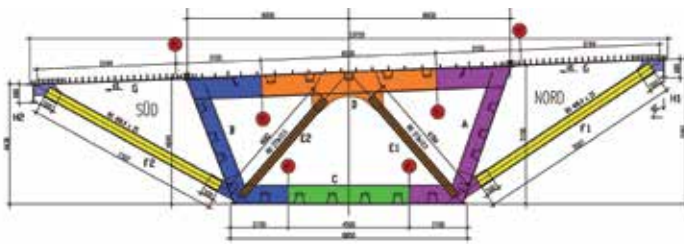
11 Herstellung des Widerlagers in Achse 80
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG



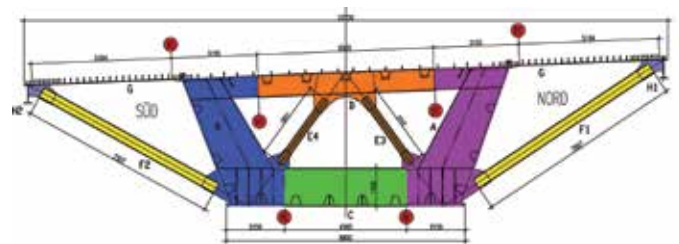
12 Kletterschalung zur Herstellung der Pfeiler
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG



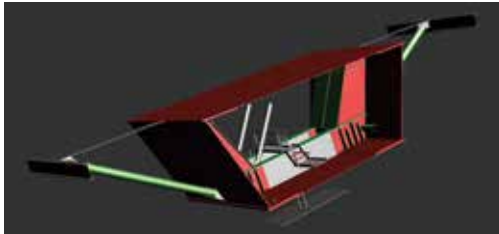
13 Herstellung der Pfeiler
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG



14 Querteilung des Regelquerschnitts
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG



15 Querteilung des Pfeilerquerschnitts
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG



16 Überbauquerschnitt im Pfeilerbereich
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG

4.6 Längs- und Querteilung des Materials

In den beiden obenstehenden Abbildungen sind die Querteilungen der Stahlbauschüsse am Querschnitt veranschaulicht. Nebenstehende Abbildung zeigt die 3-D-Planung des Überbaus mit Doppelquerrahmen im Bereich der Pfeiler. Alle Werkstattzeichnungen wurden unter Einsatz räumlicher CAD-Software erstellt.

4.7 Fertigung im Werk

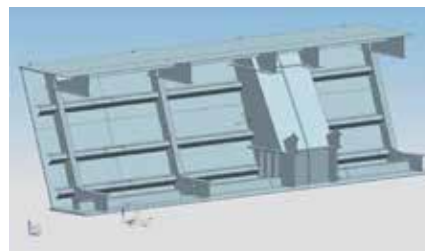
Die Fertigung der Stahlkonstruktion (ca. 8.100 t) erfolgt ausschließlich am Hauptsitz der Firmengruppe Max Bögl in Neumarkt in der Oberpfalz, wobei Blechdicken bis zu 120 mm verarbeitet wurden:

Die Schalung klettert hydraulisch mit zwölf SKE-100-Kletterautomaten (Pfeilerachsen 40 und 50) und mit zehn Kletterscheiben Xclimb 60 (Pfeilerachsen 30 und 60) in Schüssen von je 5,00 m. Dabei ist die SKE-100-Hauptbühne komplett eingehaust, während mehrere Nachlaufbühnenebenen für eine gute Zugänglichkeit bei der Betonnachbehandlung sorgen. Aus Sicherheitsaspekten klettern alle SKE-100-Bühnen synchron nach oben, im Bereich der Querriegel wurden die inneren Bühnen durch Sonderbühnen ersetzt. Bei den Pfeilern in den Achsen 20 und 70 wurden die Stützen mit konventioneller Kletterschalung hergestellt (KG-240).

4.5 Herstellung des Überbaus

Der zeitliche Ablauf stellt sich wie folgt dar:

- Die Ausführungsplanung wurde im Dezember 2010 begonnen und befindet sich zurzeit noch in Bearbeitung.
- Mit der Werkstattplanung Stahlbau wurde im Februar 2011 begonnen.
- Parallel erfolgte die Montage-Verschubplanung für den Stahlüberbau im technischen Büro der Firma Max Bögl.
- Die komplette Stahlkonstruktion wird im Zeitraum von November 2011 bis Februar 2013 am Sitz der Firma Max Bögl in Sengenthal bei Neumarkt gefertigt.
- Die Montagearbeiten (Stahlbau) wurden im April 2011 begonnen und werden im Dezember 2013 abgeschlossen sein.
- Die Durchführung der Korrosionsschutzarbeiten (Deckbeschichtung) ist ab April 2014 vorgesehen.



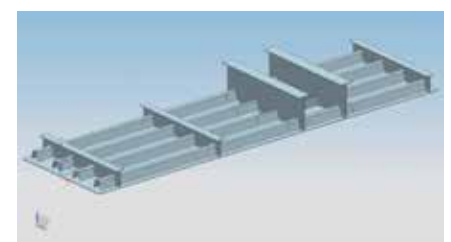
17 Stege mit Doppelquerrahmen im Pfeilerbereich
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG



19 Vorfertigung der Hauptträger mit Doppelquerrahmen
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG



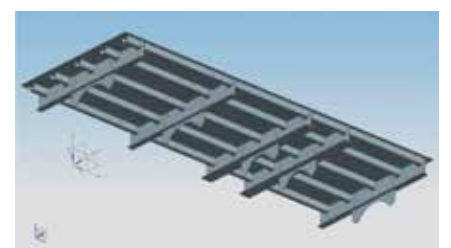
18 Vorfertigung der Doppelquerrahmen
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG



20 Bodenbleche mit Doppelquerrahmen im Pfeilerbereich
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG



21 Vorfertigung der Bodenbleche mit Doppelquerrahmen
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG



22 Deckbleche mit Doppelquerrahmen im Pfeilerbereich
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG

- 58 Stück Hauptträger (Bauteil A und B) mit einem maximalen Stückgewicht von 123 t und einer Länge bis zu 36 m,
- 43 Stück Deckbleche (Bauteil C) und 43 Stück Untergurte (Bauteil D) mit unterschiedlicher Länge und unterschiedlichen Gewichten,
- 266 Stück Außenstreben und ca. 1.400 m Längsträger,
- 14 Stück Pfeilerquerriegel mit Außendurchmessern von 2,00 m, 2,50 m und 3,00 m sowie
- ca. 660 m innenliegender Laufsteg.



23 Lkw-Transport von Schuss 11
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG

4.8 Transport der Stahlbauteile

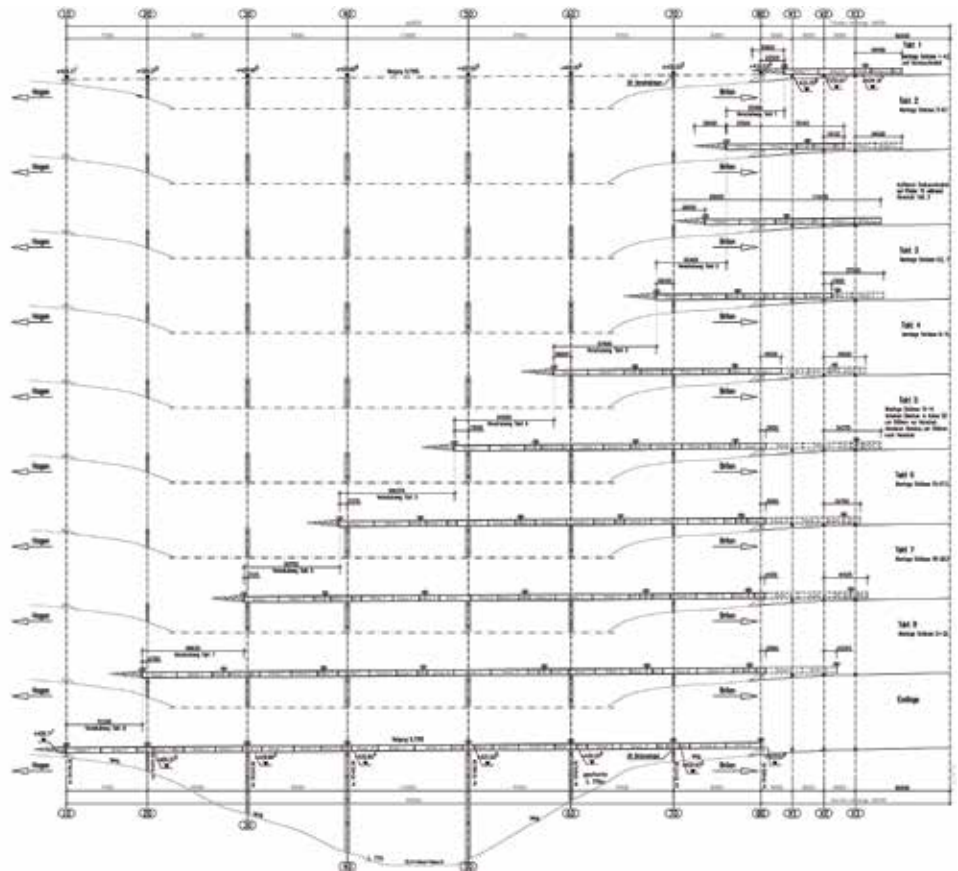
Die gesamte Transportlogistik einschließlich Beantragung der Genehmigungen für die Schwertransporte in Deutschland wurden von der Max Bögl Transport & Geräte GmbH abgewickelt. Der Transport »kleiner« Bauteile wie Außen- und Innendiagonalen, Längsträger, Laufsteg etc. wird mit firmeneigenen Lkws von Neumarkt zur Baustelle nach Nuttlar (450 km) ausgeführt. Aufgrund von Genehmigungsaufgaben müssen die »großen« Bauteile wie Hauptträger, Deckbleche und Untergurte hingegen über Umwege zur Baustelle (970 km) transportiert werden, was ebenfalls mit firmeneigenen Fahrzeugen erfolgt. Insgesamt sind ca. 144 Schwertransporte bis zu 210 t Gesamtgewicht und einer Zuglänge bis zu 50 m Länge geplant. Bedingt durch die Platzverhältnisse auf der Baustelle, müssen alle Segmente vor Ort auf einer eigens hergestellten Fläche zwischengelagert werden. Hierfür ist eine detaillierte Abstimmung mit allen Beteiligten erforderlich.

4.9 Montage der Stahlkonstruktion

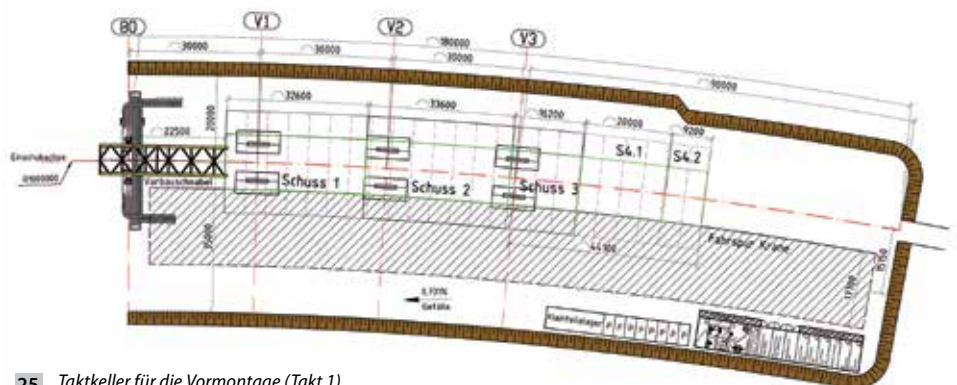
Die einzeln vorgefertigten Stahlsegmente werden im Taktkeller auf vorbereiteten Montagestapeln aufgelegt und verschweißt. Nach dem Verschweißen der Schüsse wird der Stahlüberbau mittels einer Zugvorrichtung in acht Verschubtakte über das Tal geschoben. Der Einschub des Überbaus erfolgt auf Lagerhöhe.

Hinter dem Widerlager in Achse 80 wird für den Zusammenbau der Stahlkonstruktion ein Taktkeller mit einer Länge von 180 m und einer Breite von ca. 55 m eingerichtet.

Die Neigung des Taktkellers beträgt in Längsrichtung 0,731 % (parallel zur Brückengradiente) und in Querrichtung 1,50 %. Im südlichen Bereich befindet sich eine Fahrstraße für das Anliefern der einzelnen Stahlsegmente mit Schwertransportern. Für die Montage der einzelnen Schüsse werden die jeweiligen Stahlsegmente auf Montagestapeln ab-



24 Einschub des Überbaus: Phasenplan für Takt 1–8
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG



25 Taktkeller für die Vormontage (Takt 1)
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG



26 Vormonate von Takt 1 im Taktkeller mit Einhub der Längsträger
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG



27 Vorbausechnabel vor dem ersten Verschiebung in Achse 80
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG

gelegt. Diese Stapel werden als Rahmenkonstruktion aus Fertigteilfundamenten, Distanzträgern, Futterplatten und Hydraulikzylindern aufgebaut. Für das Aufnehmen von horizontalen Verformungen im Überbau sind die Hydraulikzylinder mit Elastomerlagern ausgestattet.

Zum Erreichen der spannungslosen Werkstattform werden die Höhen der Montagestapel gemäß Messprogramm voreingestellt. Um Setzungen auszugleichen, werden die Höhen vor dem Verschweißen der Baustellenstöße nochmals kontrolliert und gegebenenfalls mittels Hydraulikzylinder nachjustiert. Die Aufbauhöhen der Montagestapel ergeben sich aus der Lage des Überbauendes nach dem Verschiebung und der spannungslosen Werkstattform des Folgetaktes. Für den Brückenverschiebung werden im Taktkeller drei feste Verschieblagerachsen mit je zwei Einzelfundamenten eingerichtet.

Der Verschiebung wird mit Hilfe eines Vorbausechnabels mit einer Länge von 30,00 m und einer Spurweite von 7,00 m durchgeführt. Er ist am Ober- und Untergurt über Bolzenverbindungen am Schuss 01 befestigt, der Anstellwinkel des Untergurtes zur Gradienten von $8,10^\circ$ wird konstant gehalten.

Der Anstellwinkel des Vorbausechnabels wurde für das Auflaufen auf das 97,50-m-Feld (Achse 50) konzipiert. Durch den festen Anstellwinkel und die unterschiedlichen Stützweiten wird der Vor-

bauschabel im Verlauf des Einschubes unterschiedlich auf die Verschiebwippen auffahren. Für das dargestellte Auflaufen auf den Pfeiler in Achse 40 kann die Durchbiegung des Überbaus durch den Anstellwinkel des Vorbausechnabels nicht kompensiert werden. Um auf den Pfeiler in Achse 40 auflaufen zu können, wird der Überbau vor dem Verschiebung daher am Pfeiler in Achse 50 um ca. 500 mm angehoben.

Für den Längsverschiebung wird eine Seilzuganlage mit Litzenhebern eingesetzt. Während des Einschubes werden die Pfeilerkopfauslenkungen durch Messungen kontrolliert. Zusätzlich wurde eine Pfeilerkippsicherung installiert, bei der mittels eines BUS-Systems über einen voreingestellten mechanischen Endschalter bei Erreichen des zulässigen Grenzwertes die Verschiebanlage automatisch abgeschaltet wird.

Die Sicherung des Stahlüberbaus im Ruhezustand zwischen den Verschiebtakten erfolgt über eine Knaggenkonstruktion, bei der sich der Überbau an der Auflagerbank des dazu rückverankerten Widerlagers abstützt. Der Überbau ist während des Verschiebung gegen das Abrutschen ins Tal gesichert, was über eine hydraulische Bremsanlage mittels Spannritzeln erfolgt, die an seinem Ende montiert ist. Die Endverankerung der Anlage ist an einer Stahlkonstruktion befestigt, die über zwei Steckträger in ein Fundament einbindet. Das Fundament befindet sich am Taktkellerende, wo es mit Einstabankern im vorhandenen Fels verankert wird.

Der Stahlüberbau wird in acht Verschiebtakten über das Tal geschoben. Auf den Pfeilern und Widerlagern der Achsen 20–80 sowie in den Achsen V 1–V 3 werden Verschieblager installiert, die je Auflagerpunkt einer Achse hydraulisch gekoppelt und unter den Längsstegen des Überbaus mit einem Achsabstand von 8,50 m angeordnet sind. Die Oberkante der Verschieblager entspricht der Gradientenhöhe in



28 Vorbausechnabel vom Standpunkt Widerlager in Achse 80
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG



29 Auffahren am Pfeiler in Achse 60
© Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen

Unterkannte Brücke. Zusätzlich befinden sich in den Achsen 10–80 Verschieblagerwippen für das Auffahren des Vorbausechnabels mit einer Spurweite von 7,00 m. In Achse 10 wird der Überbau über das Verschieblager mit dem Vorbausechnabel in die Endlage geschoben. Für den Lagereinbau wird der Stahlüberbau auf Hydraulikzylindern gelagert, die horizontale Führung ist über Teflon-Stahl-Gleitpaarungen gewährleistet.



30 Stahlüberbau vor dem dritten Takt
© Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG

5 Ausblick

Die Fertigstellung der Talbrücke Nuttlar ist für das Jahr 2014 geplant. Die Talbrücke Hammecke befindet sich derzeit im Bau, die Talbrücke Schormecke in der Vergabephase. Der neue Streckenabschnitt wird nach Gesamtfertigstellung der Maßnahme eine leistungsfähige Verbindung zwischen dem östlichen Ruhrgebiet und dem oberen Ruhrtal schaffen, gleichzeitig wird dadurch ein Ballungsraum mit den Erholungsgebieten im Sauerland verbunden.

Autoren:

Dr. sc. techn. Hans Grassl

Ingenieurbüro Grassl GmbH,
Düsseldorf

Dieter Schummer

Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co. KG,
Neumarkt

Dipl.-Ing. Guido Bogdan

Ingenieurbüro Grassl GmbH,
Düsseldorf

Dipl.-Ing. Gerhard Buddenkotte

Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen
Regionalniederlassung Sauerland-Hochstift,
Meschede

Literatur

- [1] Neumann, I.; Neumann, W.: Gestaltungskonzept. Abschnitt A 46 Velmede–Nuttlar, 2008.
- [2] Hilgendorff, K.-D.; Neumann, W.; Reitz, D.; Schmitz, Ch.: Talbrücke Elben. Eine Stahlverbundbrücke mit einteiligem Querschnitt; in: Stahlbau 76, Heft 5, 2007.

Bauherr

Bundesrepublik Deutschland,
letztlich vertreten durch den Landesbetrieb Straßenbau
Nordrhein-Westfalen, Regionalniederlassung Sauerland-
Hochstift, Meschede

Gestaltungskonzept

Ruhrberg Ingenieurgemeinschaft, Hagen
Dipl.-Ing. arch. I. Neumann und
Dipl.-Ing. W. Neumann

Vorentwurfsplanung

Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen,
Regionalniederlassung Sauerland-Hochstift, Meschede

Entwurfsplanung

Ingenieurbüro Grassl GmbH, Düsseldorf

Baugrundgutachten und Gründungsplanung

Prof. Dr.-Ing. W. Wittke Beratende Ingenieure für
Grundbau und Felsbau GmbH, Aachen

Ausführungsplanung

Meyer + Schubart
Partnerschaft Beratender Ingenieure VBI, Wunstorf
Bung Ingenieure AG, Heidelberg

Prüfingenieur

Dipl.-Ing. Winfried Neumann, Hagen

Bauüberwachung

Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen,
Regionalniederlassung Sauerland-Hochstift, Meschede

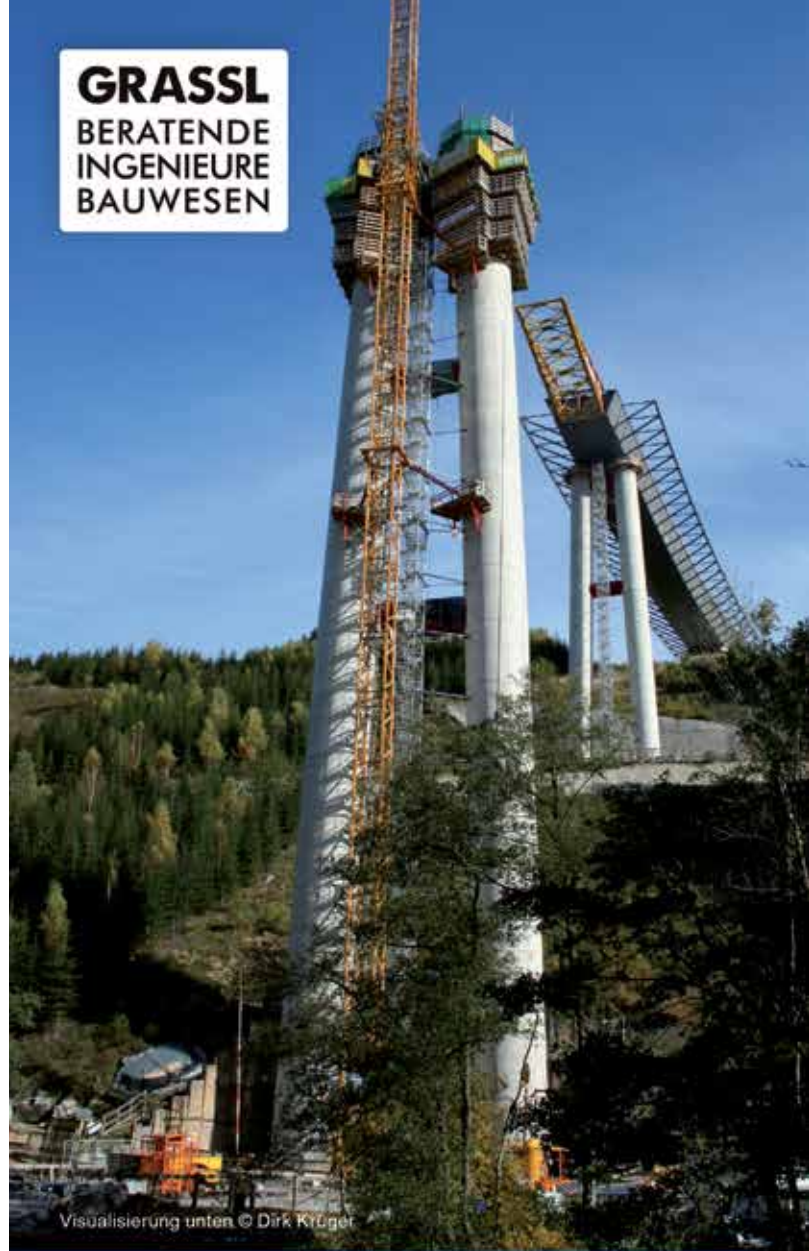
Bauausführung

Max Bögl Bauunternehmen GmbH Co. KG, Neumarkt

Fertigungsüberwachung Stahlbau

und Korrosionsschutz
Lavis Engineering GmbH, Halle

GRASSL
BERATENDE
INGENIEURE
BAUWESEN



BAB A 46 | Neubauabschnitt Velmede-Nuttlar Talbrücke Nuttlar

115 m über dem Talgrund -
Nordrhein-Westfalens höchstes Brückenbauwerk

Entwurfsplanung

- Objektplanung
Leistungsphase 3
- Tragwerksplanung
Leistungsphase 3



Ingenieurbüro Grassl GmbH

Adlerstr. 34 - 40
40211 Düsseldorf
Deutschland
Tel. +49 211 17597 0
Fax +49 211 17597 90
duesseldorf@grassl-ing.de
www.grassl-ing.de

BERLIN-
BRANDENBURG
■ DÜSSELDORF
GREIFSWALD
HAMBURG
ITZHOE
MAGDEBURG
MÜNCHEN