

Eine Brücke in 40 Tagen - Brückenersatzneubau in Rekordzeit

von Dipl.-Ing. Dirk Griepenburg und Dipl.-Ing. Theo Reddemann

Viele Brücken entlang der Verkehrswege machen wegen ihres Alters und auf Grund der deutlich höher gewordenen Verkehrsbelastungen einen Ersatzneubau erforderlich. Neben dem hohen Investitionsbedarf und den umfangreichen planerischen Anstrengungen, die damit verbunden sind, ist es volkswirtschaftlich von immenser Bedeutung, die Beeinträchtigungen des Verkehrs während des Brückenneubaus so gering wie möglich zu halten. Gleichzeitig darf der Anspruch, die Brücken technisch so zu konzipieren, dass sie unterhaltungsfreundlich sind und eine möglichst lange Nutzungsdauer erwarten lassen, nicht vernachlässigt werden.

Schon seit vielen Jahren werden Fertigteile im Brückenbau genutzt, wobei sich der Einsatzbereich bei Betonbrücken im Wesentlichen auf Fertigteilträger für Brückenüberbauten beschränkt hat. Um das Potenzial für Bauzeitbeschleunigungen deutlich zu erhöhen rücken daher verstärkt Überlegungen zum Einsatz von Fertigteilen auch für die Unterbauten in den Focus. Im Rahmen eines Pilotvorhabens wurde eine Brücke im Zuge einer Bundesstraße über eine DB-Hauptstrecke in nur 40 Tagen vollständig neu gebaut.

Im Zuge der Ortsumgehung Dülmen kreuzt die Bundesstraße B 474 die Bahnstrecke Wanne-Bremen mit einem Überführungsbauwerk. Die 2007 unter Verkehr genommene Ortsumgehung verläuft im Kreuzungsbereich auf der Trasse einer ehemaligen Kreisstraße und nutzte bisher die 1972 vom Kreis Coesfeld gebaute Bestandsbrücke. Der Überbau der alten Brücke bestand aus 3 Feldern ohne Durchlaufwirkung mit Stützweiten von 8,26 - 15,51 - 8,26 m. Die Endfelder wurden als schlaff bewehrte Ortbetonplatten ausgeführt. Im mittleren Feld wurden Spannbetonfertigteile mit Hohlkörpern eingebaut, die in Querrichtung mit Spanngliedern oben und unten miteinander verbunden wurden. Der Überbau besaß keine Ortbetonplatte, die Abdichtung und der Fahrbahnbelag wurden direkt auf den Fertigteiloberseiten aufgebracht (Bild 1).

Bild 1: Längsschnitt Bestandsbauwerk

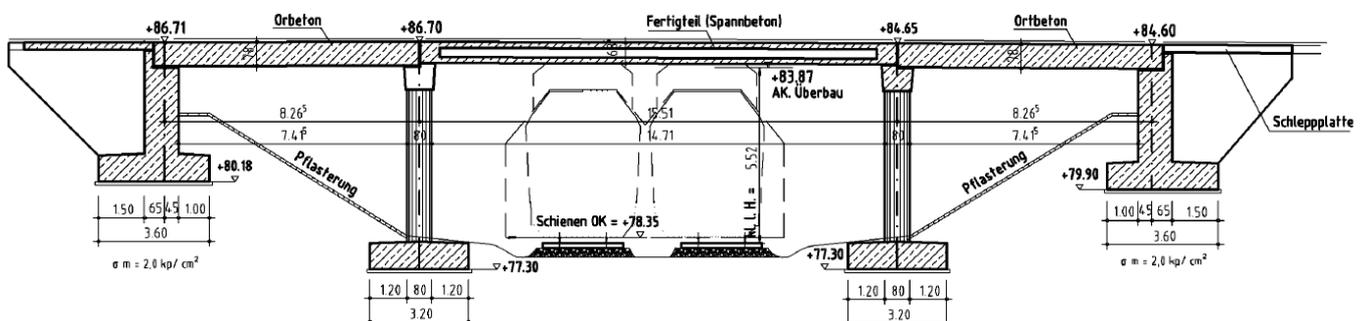


Bild 2: Untersicht Bestandsbauwerk



Im Rahmen der regelmäßigen Bauwerksprüfungen wurden an der Überbauunterseite durchfeuchtete Stellen und Aussinterungen festgestellt. Nach umfangreichen Prüfungen ergab sich eine aktuelle Zustandsnote des Bauwerks von 3,4 (Bild 2). Da auf Grund der Durchfeuchtungen mittelfristig gravierende Schäden an der Quervorspannung zu erwarten waren und die vorhandene Brückenklasse 60 für die heutige Verkehrsbelastung der B 474 nicht mehr angemessen ist, war ein zeitnaher Ersatzneubau erforderlich.

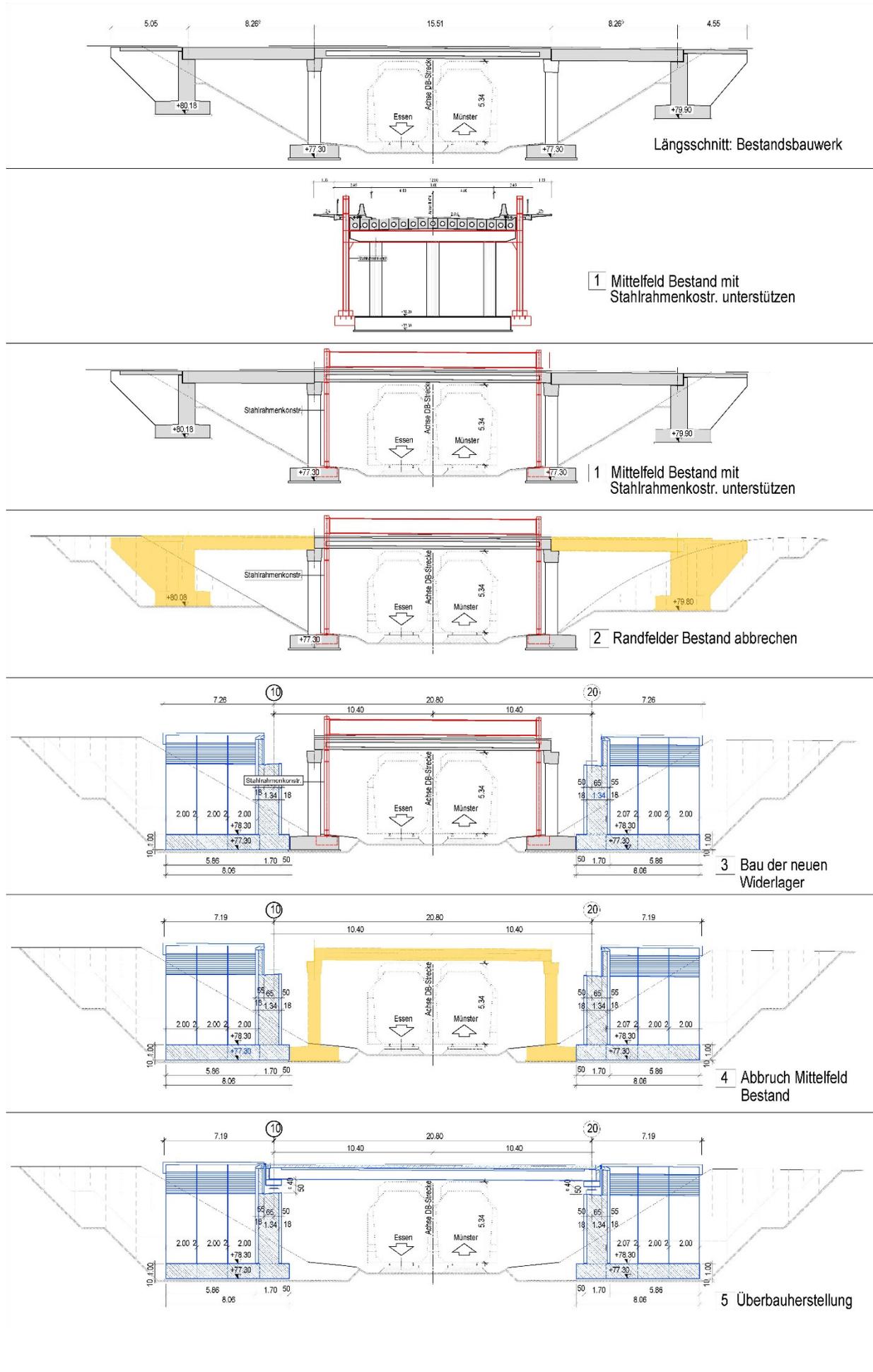
Eine längerfristige Sperrung der B 474 kam auf Grund der Bedeutung der Ortsumgehung für den Stadtbereich Dülmen nicht in Frage. Es wäre daher eine Umfahrung mit einer Behelfsbrücke erforderlich geworden, die erhebliche Eingriffe in das angrenzende Waldgebiet zur Folge gehabt hätte, und die für die Gesamtmaßnahme mindestens vier Sperrpausen der Bahnstrecke notwendig gemacht hätte. Allein hierfür ergeben sich wegen entsprechender Vorgaben der Deutschen Bahn Vorlaufzeiten von drei Jahren.

Eine für November 2020 bereits feststehende Sperrpause der Bahnstrecke von 51 Stunden wegen anderer Baumaßnahmen hat Straßen.NRW im Frühjahr 2020 zu der Prüfung veranlasst, ob diese Sperrpause auch für einen Ersatzneubau der B474-Brücke genutzt werden kann. Eine wichtige Voraussetzung für eine so kurzfristige Umsetzung der Baumaßnahme wurde im März 2020 durch das „Gesetz zur weiteren Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsverfahren im Verkehrsbereich“ geschaffen. Die durch das Gesetz vorgenommenen Änderungen im Bundesfernstraßengesetz regeln, dass es sich bei einem „reinen“ Ersatzbauwerk nicht um eine „Änderung“ sondern vielmehr um eine „Unterhaltungsmaßnahme“ handelt, die kein eigenständiges Baurecht erfordert. Diese Regelung trifft auf den Ersatzneubau der B474-Brücke zu, da lediglich leichte Anpassungen im Querschnitt der Brücke auf Grund von geänderten Vorschriften erforderlich wurden. Eine andere entscheidende Voraussetzung war eine Bauweise, die den Neubau der Brücke innerhalb dieser einen Sperrpause ermöglichte.

In Abstimmung mit den Verkehrsministerien des Bundes und des Landes, der Deutschen Bahn und dem Landesbetrieb Straßen.NRW wurde das Bauunternehmen Echterhoff im Juli 2020 freihändig beauftragt, das Ersatzbauwerk als Pilotprojekt umzusetzen.

Die von der Fa. Echterhoff vorgeschlagene neuartige Bauweise bringt gegenüber der üblichen Bauweise mit einer Umfahrung und einer Behelfsbrücke sowie zahlreichen erforderlichen Sperrpausen der DB-Strecke sowohl große zeitliche als auch wirtschaftliche Vorteile. Bei dem Bauwerk kam eine schnelle Fertigteilbauweise - System Echterhoff „Expressbrücke“ - mit einer ebenfalls von der Firma Echterhoff

Bild 5: Bauablauf Abriss und Ersatzneubau



Zu Beginn des Pilotprojektes mussten zunächst die Voraussetzungen für eine bauliche Umsetzung geschaffen werden. Nur dank einer intensiven und sehr engagierten Zusammenarbeit von Bauherr, vorgesehenem Auftragnehmer, Deutscher Bahn und allen Trägern öffentlicher Belange sowie den grundstücksmäßig betroffenen privaten Anliegern konnten in kürzest denkbarer Zeit alle Voraussetzungen für eine Vergabe geschaffen werden. Für die Anlage der Baustraßen, der Lagerflächen und der Kranaufstellflächen mussten nur temporär Grundstücke der DB Netz AG und privater Eigentümer in Anspruch genommen werden. Grunderwerb war nicht erforderlich. Durch einen Fiktiventwurf einschließlich einer Kostenermittlung für eine „konventionelle“ Bauweise mit Umfahrung und Behelfsbrücke wurde die Wirtschaftlichkeit des Angebots der Fa. Echterhoff nachgewiesen.

Nach Vorliegen all dieser Voraussetzungen und nach Zustimmung der Ministerien zum Pilotprojekt erfolgte Mitte Juli 2020 die Vergabe der gesamten Bauleistungen incl. Straßenbau als Pilotvorhaben freihändig an die Fa. Echterhoff. Von Mitte Juli bis Ende Oktober standen lediglich 3 ½ Monate für die Technische Bearbeitung, die Bauvorbereitung und für die Herstellung der insgesamt 40 Fertigteile im Fertigteilwerk der Fa. Rekers zur Verfügung.

Während der **ersten Bauphase** von Ende September bis Ende Oktober wurden die Baustraßen und Kranaufstellflächen hergestellt. Für den Abbruch und den Einbau sämtlicher Fertigteile kam ein einziger 1500-Tonnen Raupenkran zum Einsatz. Dies stellte hohe Anforderungen an die Kranaufstellfläche und an die Baustraße zur Anlieferung des Krans.

Zur Stabilisierung wurde das Mittelteil der Bestandsbrücke vor dem Teilabbruch durch eine Stahlkonstruktion gesichert, die ohne Beeinträchtigung des Bahnverkehrs und mit nur kurzen Einschränkungen des Straßenverkehrs (Tagesbaustellen mit Baustellenampeln) vorab eingebaut werden konnte (Bild 6). Wie im Bild 5 dargestellt, waren die Träger über der Bahn dabei planmäßig oberhalb der Kappen zwischen Geländer und Gleitwand vorgesehen, beim Abriss sollte ein zusätzlicher Prallschutz zur Sicherung der Querspannglieder beim Durchtrennen angebracht werden. Auf Grund einer kurzen außerplanmäßigen Sperrpause der Bahnstrecke im Oktober wegen anderer Baumaßnahmen konnten die Träger an die Stelle des Prallschutzes eingebaut werden und damit beide Funktionen übernehmen.

Bild 6: Stahlhilfskonstruktion zur Stabilisierung des Brückenmittelfeldes



Mit Beginn der **Bauphase 2** Anfang November wurde die B 474 für 40 Tage voll gesperrt. Die Endfelder der Brücke wurden geschnitten und abschnittsweise ausgehoben. Anschließend wurden die alten Widerlager abgebrochen.

In der sich sofort anschließenden **Bauphase 3** wurden die neuen Widerlager im Schnellbausystem erstellt. Die Widerlagerwände bestehen aus paarweise angeordneten, wandhoch ausbetonierten Halbfertigteilplatten, die als verlorene Schalung eine hochwertige Sichtbetonqualität bieten (Bild 8). Die Ortbetonfüllung spannt sich in eine Bodenplatte ein und trägt zu einer Lastverteilung bei. Am Kopf der Ortbetonergänzung wird die massive Ausbildung des Endquerträgers ebenfalls mit einem Fertigteil realisiert. Während der Betonage der Widerlagerwand sorgen aufgeklebte Bitumenbänder an den Innenseiten der Halbfertigteilplatten für die notwendige Dichtigkeit, während die Sichtfugen an der Ansichtsfläche der erhärteten Wand durch eingeklemmte Sichtfugenbänder überdeckt werden. Die Flügel bestehen aus 1 m dicken, stehenden Vollfertigteilen einschl. Flügelkopfbalken, die auf einer vorbereiteten Gründungsebene aufgestellt und ausgerichtet werden. Über Anschlussbewehrungen spannen sie sich rückwärtig in die nachträglich betonierte Bodenplatte ein, die später eingeschüttet wird (Bild 7). Mörtelschlösser zwischen den Fertigteilen sichern ein gleichmäßiges Verformungsverhalten der Elemente gegenüber Erddruck. Erdseitig aufgeklebte Bitumenbänder sorgen an den Fugen für die notwendige Abdichtung im Bereich der Hinterfüllung.

Bild 7: Herstellung der Widerlager



Bild 8: Ortbetoneingangung Widerlager



Zu Beginn der **Bauphase 4** (Sperrpause der Bahnstrecke vom 25.-27. November) wurde die Brückenplatte mit insgesamt 10 Längsschnitten zerteilt und die mit Stahlträgern stabilisierten einzelnen Teilelemente herausgehoben (Bilder 9 und 10). Nach Entfernung der Stahlhilfskonstruktion wurden die 6 Pfeiler abgetrennt und samt Querträger ausgehoben (Bild 11).

Bild 9: Längsschnitten der Brückenplatte



Bild 10: Ausheben der Überbauelemente

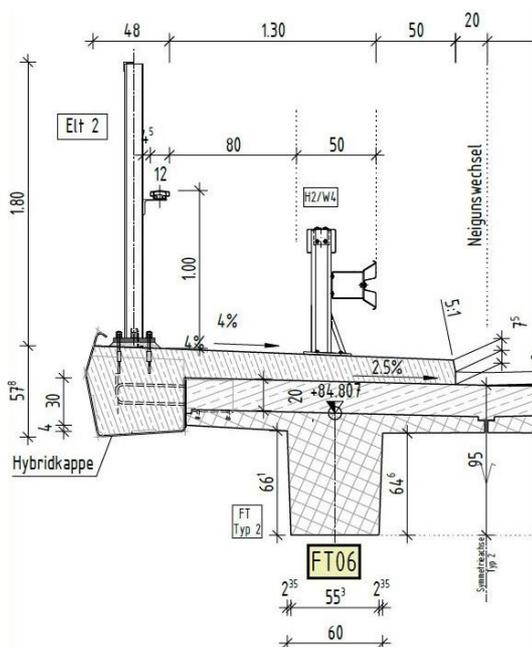


Bild 11: Ausheben der Pfeiler und Querträger



Unmittelbar nach Abschluss der Abbrucharbeiten wurden in der **Bauphase 5** (Sperrpause der Bahnstrecke) die Fertigteilträger für die neue Brückenplatte eingehoben. Neben den bewährten Halbfertigteilträgern im Fahrbahnbereich wurden die Randfertigteilträger unter Verwendung selbsttragender Hybridkappen mit bereits vormontierten Geländern und Berührungsschutzelementen eingebaut (Bilder 12 und 13).

Bild 12: Querschnitt Hybridkappe



Eine als Falwerk geformte und ausgesteifte verlorene selbsttragende Stahlschalung, die verzinkt und außen mit einer Duplex-Korrosionsschutzbeschichtung versehen ist, bildet die seitliche Umgrenzung von Kappe und Gesimsbalken. Eine separate Kappenschalung war so nicht erforderlich. Die am Bauwerk verbleibende Hybridkappenstahlschalung übernimmt nur für den Bauzustand eine tragende Funktion. Die

selbsttragende Schalung wurde mitsamt den befestigten Aufbauten vorab auf einem Randfertigteile montiert und nach Einheben des Fertigteils von oben im Schutz der Seitenbegrenzungen ausbetoniert. Somit dient die Hybridkappe bereits im Bauzustand als Trägerelement von Geländer und Berührungsschutzbauteilen, so dass nachträgliche Montagearbeiten einschließlich der hierfür erforderlichen Sicherungsmaßnahmen entfallen können (Bild 14).

Bild 13: Einbau Randfertigteilträger mit Hybridkappe

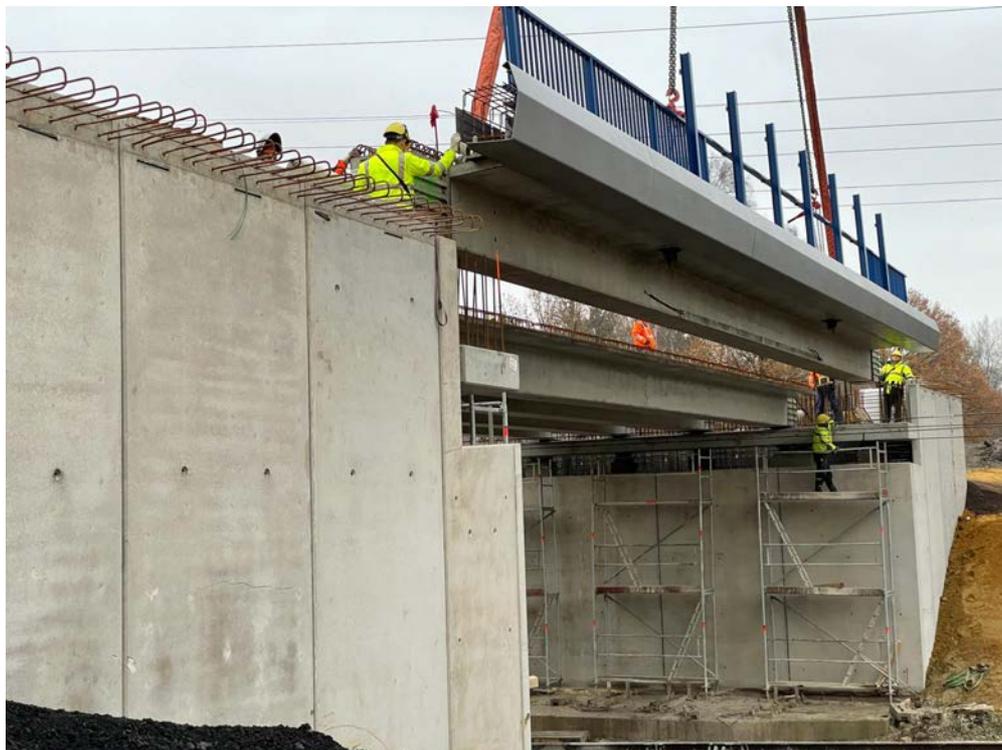
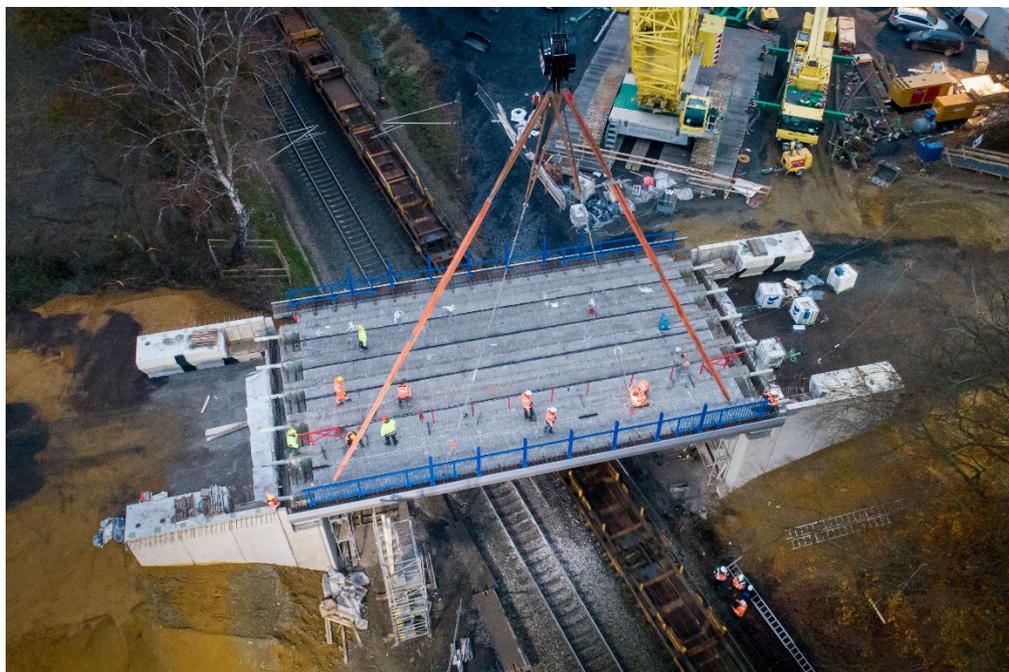


Bild 14: Abschluss des Fertigteileinbaus



Nach dem Einheben und Sichern der Fertigteilträger konnte die Sperrpause für die Bahnstrecke pünktlich nach 51 Stunden beendet werden (Bild 14). Dabei musste innerhalb der Sperrzeit – entgegen den ursprünglichen Planungen – der Gleisbereich mehrmals für die langsame Durchfahrt von Zügen freigehalten werden.

Im weiteren Verlauf der **Bauphase 5** erfolgten das Betonieren der Ortbetonplatte, die Abdichtung des Überbaus und die Kappenbetonage (Bild 15). Parallel wurde der Straßenbau durchgeführt. Die um 68 cm größere Bauhöhe der neuen Brücke erforderte eine Gradientenanpassung der B 474 auf rd. 500 m Länge.

Bild 15: Hypridkappe vor Kappenbetonage



Nach Abschluss der Straßenbauarbeiten einschließlich Markierung und Schutzeinrichtungen konnte die B 474 termingerecht 40 Tage nach ihrer Sperrung Mitte Dezember wieder dem Verkehr zur Verfügung gestellt werden. Die zügige Durchführung der Restarbeiten im Brückenbereich ermöglichte noch Ende 2020 die Schlussabnahme der Gesamtbaumaßnahme.

Fazit

Die Umsetzung dieses besonderen Pilotprojektes innerhalb von nur gut 9 Monaten vom Planungsbeginn bis zur Fertigstellung konnte nur dank einer schon in der Vorbereitung sehr engagierten Zusammenarbeit und hohen Kooperationsbereitschaft von Bauherr, Auftragnehmer, Deutscher Bahn und allen Trägern öffentlicher Belange verwirklicht werden. Außerdem hat die hohe Flexibilität aller Beteiligten während der Bauausführung zur erfolgreichen Lösung aller auftretenden Probleme beigetragen.

Das Pilotvorhaben „Expressbrücke Dülmen“ war nicht das erste Bauvorhaben, bei dem das Schnellbausystem der Fa. Echterhoff zur Anwendung kommen konnte. Bereits beim Neubau der Brücke „Afferder Weg“ im Zuge der BAB A 1 bei Unna konnte mit dieser Bauweise die Bauzeit für den Brückenbau um etwa zwei Drittel verkürzt werden. Die gegenüber einer konventionellen Bauweise etwas höheren Kosten können auf Grund der deutlich geringeren Eingriffe in den fließenden Verkehr auf der BAB und den damit verbundenen volkswirtschaftlichen Vorteilen sicherlich als gerechtfertigt angesehen werden.

Auch bei Ersatzneubauten für Brücken im Zuge von Bahnlinien in Köln und Dortmund für die DB Netz AG wurde das Schnellbausystem als Alternative zu ursprünglich von der Bahn vorgesehenen Neubaukonzepten mit Hilfsbrücken eingesetzt. Beim Neubau der Eisenbahnüberführung Eifelwall über eine Stadtstraße in Köln konnte im Rahmen eines Sondervorschlags der Fa. Echterhoff innerhalb von 22 Tagen – von Außerbetriebnahme der Bahnstrecke bis zur Wiederinbetriebnahme - das neue Brückenbauwerk mit dem Schnellbausystem erstellt werden.

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass durch parallele Fertigung und Wahl wenig komplexer Bauteile sowie einfacher Fertigungsprozesse diese Bauweise bei vergleichbaren oder sogar deutlich geringeren Kosten einen merklichen Beitrag zur Reduzierung von Bauzeit und damit zu weniger und kürzeren

Eingriffen in den fließenden Verkehr leisten kann. Abschließend sind die Vorteile des für eine Vielzahl der anstehenden Brückenerneuerungen anwendbaren Schnellbausystems und der Hybridkappen zusammengefasst aufgeführt:

Vorteile des Schnellbausystems für Widerlager:

- Erreichung von kurzen Bauzeiten;
- unterschiedliche Geometrie der Widerlager von 50 gon bis 100 gon möglich;
- ein Toleranzausgleich auf Grund von unebenem Gründungsplanum oder werksbedingten Fertigteiltoleranzen ist durch die Kombination von Fertigteilen und Ortbeton problemlos;
- eine monolithische Widerlagerausbildung und dadurch gleichmäßige Lastverteilung werden erreicht;
- in vielen Fällen Ausbildung als flachgegründetes Bauwerk möglich, eine Ausführung mittels Integration von Bohr- oder Rammpfählen auch als tiefgegründetes Bauwerk;
- Erhöhung der Ausführungsqualität durch Verwendung von Stahlbetonfertigteilen;
- Bauen unter begrenzten Umgebungsbedingungen durch größenmäßige Anpassung der Fertigteilelemente möglich;
- die Unterbauten sind flexibel mit unterschiedlichen Überbausystemen aus Spannbeton, Stahlbeton, Verbundbausystemen oder Stahlkonstruktionen kombinierbar;
- größenmäßige Anpassung der Fertigteilelemente begünstigt Herstellung in ortsnahen Fertigteilwerken und damit Minimierung der Transportentfernungen;
- keine "Zulassungen im Einzelfall" erforderlich.

Vorteile der Hybridkappen:

- die Hybridkappe bildet die äußere Begrenzung der Stahlbetonkappe und dient zugleich im Montagezustand als Trägerelement von Geländer-, Berührungsschutz- oder Lärmschutzwandkonstruktionen. Nach Aushärtung des nachträglich eingebrachten Kappenbetons übernimmt die Kappe diese Funktion wie bei Kappen in konventioneller Bauweise;
- die Montage der Hybridkappe, einschließlich der aufzunehmenden Konstruktionen erfolgt bereits werkseitig im Fertigteilwerk und ggf. im Baustellenumfeld auf den Fertigteilrandelementen. Dadurch werden sehr schnelle Einbauzeiten auf der Baustelle möglich;
- Ein- und Ausschalarbeiten für die Kappen auf der Baustelle entfallen weitgehend;
- nach erfolgter Montage der Randfertigteile einschließlich Hybridkappe mit Geländer oder LSW kann ein darunter liegender Verkehrsweg sofort wieder ohne Einschränkungen betrieben werden. So können z. B. Baustellenverkehrsführungen sofort danach abgebaut werden. Die Arbeiten zur Ortbetoneergänzung der Brückenplatte sowie die erforderlichen Ortbetoneergänzungsarbeiten im Kappenbereich erfolgen ausschließlich von oben im Schutz der Seitenbegrenzungen;
- es sind nur 2 Vollsperrungen des unteren Verkehrsweges notwendig. Eine Vollsperrung zum Abbruch der Bestandsbrücke und eine weitere zur Montage der Brückenfertigteile. Können die Widerlager außerhalb eines zunächst über dem Verkehrsweg verbleibenden Brückenbereichs vorab gebaut werden, ist ggf. nur eine Vollsperrung des unteren Verkehrsweges erforderlich;
- bei einer später aus Erhaltungsgründen ggf. erforderlich werdenden Kappensanierung kann vrsl. auf ein Schutzgerüst verzichtet werden, da die Arbeiten im Schutz der Stahlschalung erfolgen können;
- bei kleineren und weniger breiten Brücken ließe sich ggf. sogar der gesamte Überbau komplett als ein Fertigteil mit allen Ausstattungselementen parallel fertigen und in einem Stück einheben oder einfahren;
- keine "Zulassungen im Einzelfall" erforderlich.