

Christoph Schmitz: **Stahl- und Stahlverbundbrücken**

Am 13.1.2004 und am 20.1.2004 fanden in Münster bzw. in Bergisch Gladbach wieder die beiden Seminare zum Konstruktiven Ingenieurbau statt. Mit etwa 70 bzw. 90 Teilnehmern fanden sie erneut großen Zuspruch unter den VSVI-Mitgliedern und Gästen.

Das Thema Stahl- und Stahlverbundbrücken war im Rahmen der VSVI-Seminare zuletzt in den Jahren 1988 und 1997 behandelt worden. Ab diesem Zeitraum waren die Preise für Baustahl stark gefallen, da die Fertigung der Stahlteile in der Werkstatt zunehmend automatisiert worden war und/oder Stahlteile mehr und mehr in Osteuropa gefertigt wurden. Hinzu kommt, daß Stahl- und Stahlverbundbrücken durch einen farblich abgestimmten Korrosionsschutz zusätzliche gestalterische Möglichkeiten bieten. Die beiden Bauwerksarten wurden dadurch zu einer interessanten Alternative neben den Massivbrücken und häufiger von den Ingenieurbüros geplant sowie im Auftrag des Landesbetriebes Straßenbau NRW ausgeführt. Allgemein unterstützt wurde diese Entwicklung seitens des Bundesverkehrsministeriums (BMVBW) durch die Herausgabe der Dokumentation „Straßenbrücken in Stahl-Beton-Verbundbauweise“ im Jahre 1997 sowie durch die Einführung mehrerer Typentwürfe für Zweifeldbrücken über Autobahnen zwischen 1997 und 1999.

In seinem ersten Vortrag befasste sich Herr Prof. Hanswille mit den neuen Europäischen Normen auf dem Gebiet der „Stahl- und Stahlverbundbrücken“, mit den entsprechenden DIN-Fachberichten (DIN-Fb) 103 (Stahlbrücken) und 104 (Verbundbrücken) sowie der ZTV-ING. Nach den Einführungsveranstaltungen Ende 2001 und der probeweisen Anwendung an definierten Pilotbauwerken, waren im März 2003 u.a. der DIN-Fb 103 und DIN-Fb 104 in zweiter, verbesserter Auflage erschienen und zusammen mit den anderen Begleitvorschriften zum Mai 2003 durch Allgemeines Rundschreiben Straßenbau vom BMVBW eingeführt worden.

Für viele unbemerkt gehen jedoch im Hintergrund die Arbeiten an den entsprechenden Europäischen Normen weiter, mit deren Einführung jedoch nicht vor 2009/2010 zu rechnen ist. Im Vergleich zu den DIN-Fb wurden in den zukünftigen Europäischen Normen nennenswerte Kürzungen vorgenommen und die Gliederungen in den Eurocodes 2, 3 und 4 harmonisiert. Bei der BASt wurde eine Koordinierungsstelle eingerichtet und ein einheitlicher Fragebogen entwickelt, um für die Anwender der DIN-Fb eine optimale Unterstützung bei deren Auslegung zu ermöglichen. Dieser Fragebogen kann über die Internetseite der BASt abgerufen, ausgefüllt und an die BASt zurückgeschickt werden. Die eingehenden Fragen werden dann vom jeweiligen Obmann der Arbeitsgruppe entweder direkt oder, in schwierigen Fällen, zunächst dem entsprechenden Arbeitskreis zugeleitet und später beantwortet.

Die DIN-Fb wurden auf Initiative des BMVBW mit dem Ziel verfaßt, die verschiedenen, fachbezogenen Regelwerke zu einem im Zusammenhang gut lesbaren und damit leicht anwendbaren Dokument zu machen. Sie basieren in der Regel auf den Teilen 1 der jeweiligen europäischen Vornormen, Bemessungsregeln für den Hochbau, und enthalten zusätzlich Regelungen aus den Teilen 2, Bemessung und Konstruktion von Brücken. Die gravierendsten Auswirkungen für die Konstruktion von Stahl- und Stahlverbundbrücken sind durch die höheren Verkehrslasten des DIN-Fb 101 (Einwirkungen) bedingt. Vor allem die Flächenlast von $9,0 \text{ kN/m}^2$ in der Hauptspur führt zu größeren Torsionsbeanspruchungen, Schnittgrößen und Lagerkräften. Um ein Abheben an den Widerlagern zu vermeiden, ist es daher erforderlich, hier eine größere Lagerspreizung vorzusehen. Naturgemäß werden die Endquerträger dadurch größer als nach den bisherigen Berechnungsverfahren. Die im Grenzzustand der Tragfähigkeit zu berücksichtigenden Temperatureinflüsse auf das Brückentragwerk ergeben ebenfalls größere Zwangsbeanspruchungen als nach den bisherigen alten Normen. Für die Betonplatte ist gemäß DIN-Fb 104 in der Regel die Betonfestigkeitsklasse C 35/45 zu verwenden. Um bei höheren Betongütern die Zugbeanspruchungen in der Betonplatte möglichst gering zu halten, muß der Einfluß aus dem Abfließen der Hydratationswärme berücksichtigt werden. Hierfür kann alternativ zu den Regelungen im DIN-Fb 104 auch das Berechnungsverfahren nach Pamp aus den „Technisch-wissenschaftlichen Mitteilungen“ der Ruhr-Universität Bochum, bzw. das darin aufgeführte Diagramm verwendet werden.

Das Betonieren der Fahrbahnplatte einer Stahlverbundbrücke erfolgt in der Regel abschnittsweise.

Unterschieden wird nach „kontinuierlichem Betonieren“, nach Betonieren im „Pilgerschrittverfahren“ sowie nach „feldweisem Rückwärtsbetonieren“. Je nach Betonierverfahren ergeben sich daraus unterschiedliche auf den Verbundquerschnitt einwirkende Schnittgrößen. Dies führt dann nicht nur zu unterschiedlichen Bewehrungsmengen in der Fahrbahnplatte sondern auch zu unterschiedlichen Dübelanordnungen und -mengen. Auf das in der Planung vorgesehene Betonierverfahren sollte daher im Rahmen der Ausschreibung einer Stahlverbundbrücke hingewiesen werden, um bei einem vom Auftraggeber vorgesehenen, geänderten Betonierverfahren nicht Nachtragsforderungen zu provozieren.

Für den zweiten Vortrag, der sich mit luftdicht verschweißten Hauptträgern bei Stahlverbundbrücken, deren Anwendungsgebiet und den zu beachtenden Besonderheiten befaßte, konnte Herr Prof. Schmackpfeffer von der DEGES gewonnen werden.

Im Brückenbau kommen als Überbau vorwiegend Deckbrücken als zwei- und mehrstegige Plattenbalken oder als begehbbare Kastenträger, Bogenkonstruktionen, die teilweise auch als Langerbalken ausgebildet werden, sowie

Fachwerk- und Schrägkabelbrücken zur Anwendung. Bei all diesen Tragwerksystemen kann die Fahrbahnplatte aus Beton oder als orthotrope Platte aus Stahl hergestellt werden. Luftdicht verschweißte Stahlteile wurden bei den oben genannten Tragwerken bisher nur bei Bogen- oder Fachwerkbrücken verwendet. Als diese Stahlteile auch bei Deckbrücken angewendet werden sollten, führte dies zunächst zu Diskussionen, da hier die ständige Prüfbarkeit des Kastennennern, die Kontrolle der Schweißnähte und die Feststellung von Korrosionserscheinungen nicht gegeben ist.

Im Verbundbrückenbau werden die beiden Baustoffe Stahl und Beton entsprechend ihrer Eigenschaften gezielt eingesetzt und über Kopfbolzendübel kraftschlüssig miteinander verbunden. Dabei übernimmt die Betonfahrbahnplatte eine Doppelfunktion, da sie bei der Querabtragung der Lasten zu den Hauptträgern als Platte sowie in ihrer Eigenschaft als Obergurt des Verbundträgers als Scheibe wirkt. Je nach Abstützung der Stahlträger beim Betonieren der Fahrbahnplatte wird nach Eigengewichtsverbund und nach Verkehrslastverbund unterschieden. Beim Eigengewichtsverbund haben die Stahlträger nur einen kleinen Obergurt und die Träger müssen beim Betonieren der Fahrbahnplatte unterstützt werden. Beim Verkehrslastverbund haben die Träger einen großen Obergurt und die Fahrbahnplatte wird ohne Unterstützung der Stahlträger betoniert. Erst die Ausbau- und Verkehrslasten wirken hier auf den Verbundquerschnitt. Wie bereits erwähnt, können über das Herstellungsverfahren der Brücke bzw. über die Betonierreihenfolge der Fahrbahnplatte die Schnittgrößen und die Spannungszustände im Gebrauchszustand erheblich beeinflusst werden.

Der Bau einer Stahlverbundbrücke über Verkehrswegen kann vorteilhaft sein, da auf der Baustelle große, vorgefertigte Stahlteile verlegt werden können und ein anprallgefährdetes Lehrgerüst nicht erforderlich ist. Von großer Bedeutung in diesem Zusammenhang sind die Baukosten eines solchen Brückentyps. Maßgeblichen Einfluß dabei haben die Art des Längs- und Quersystems, der Materialaufwand, die Fertigung und Montage der Stahlträger sowie die Herstellung der Betonplatte. War in der Vergangenheit aufgrund niedriger Arbeitslöhne der Materialaufwand die kostenbestimmende Komponente, so ist dies heute die Arbeitskraft auf der Baustelle. Dies führte zur Herstellung immer größerer und schwerer Teile aus hochwertigem Stahl, die in der Werkstatt unter Verwendung von Robotern vorgefertigt werden. Auf der Baustelle sind dann nur noch wenige Arbeitskräfte erforderlich. Aufgrund des zunehmenden Facharbeitermangels muß die Montage heute aber technisch möglichst einfach sein, sie muß in möglichst kurzer Zeit erfolgen und Fehlerquellen müssen nahezu völlig ausgeschlossen werden. Luftdicht verschweißte Stahlträger können diese Intentionen unterstützen, die Querschnitte müssen dafür aber ganzheitlich optimiert werden. Querträger werden vielfach nur in den Auflagerachsen angeordnet, um einerseits bei der Montage möglichst wenig Wärme in die stählernen Hauptträger einzuleiten und da andererseits der Betonplatte die Querabtragung der Lasten zugewiesen wird. Luftdicht verschweißte, allseits geschlossene Tragelemente erfordern im Kastennennern keinen Korrosionsschutz, da es durch die Korrosionsprozesse zu Sauerstoffverlusten und dadurch nach kurzer Zeit zum Korrosionsstillstand kommt. Um das Stahlgewicht zu minimieren, müssen der Eigengewichtsverbund verifiziert sowie Stege und Gurte optimal ausgenutzt werden. Die Betonfahrbahnplatte sollte möglichst dünn sein und ohne Durchdringungen von Schalwagenunterstützungen hergestellt werden. Um auf diese Unterstutzungen verzichten zu können, sollte das Bodenblech des Stahlkastens um bis zu 15 cm über die Stegbleche hinaus auskragen. Da die Überbauten keine Feldquerträger haben, die Fahrbahnplatte aber die Querabtragung der Lasten ermöglichen muß, muß die Betonfahrbahnplatte aber entsprechend dick ausgebildet werden. Da die Betonplatte mit dem torsionssteifen Kasten fest verbunden ist, müssen die Torsionsmomente über die Dübel als Zug-Druck-Kräftepaar in die Betonplatte eingetragen werden. Zur besseren Anordnung der Dübel sollte darum auch das Obergurtblech um ca. 15 cm über die Stegbleche hinausragen, um möglichst große Dübelabstände zu erzielen. Um die Zugkräfte aufzunehmen, müssen die Dübel zudem größer als 25 cm bis 30 cm sein. Die Obergurtbleche sollten immer entsprechend der Neigung der Betonplattenroute nach außen hin geneigt sein. Wenn darüber hinaus auch noch die Brückenentwässerung direkt unter den Abläufen angeordnet wird, kann die Dicke der Betonplatte unabhängig von konstruktiven Zwängen allein nach statischen Gesichtspunkten gewählt werden. Dadurch kann dann auch die Querbewehrung leicht in die Platte eingelegt werden. Da bedingt durch die Konstruktionsweise die Kastenträger an den Enden abgeschottet werden, können diese Schotte auch zur Abtragung von Torsionskräften dienen. **(Bild 1)**

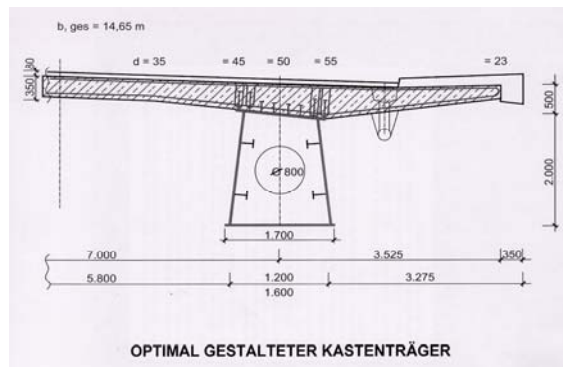


Bild 1: luftdicht verschweißter Querschnitt

Anhand der Beispiele „Unionbrücke“ im Zuge der A 4 bei Dresden, der „Werratalbrücke“ im Zuge der A 71 bei Einhausen und der „Müglitztalbrücke“ im Zuge der A 17 bei Dohna wurden zum Schluß des Vortrages drei Brücken von luftdicht verschweißten Stahlverbundträgern präsentiert. Bezüglich der Müglitztalbrücke wird auf einen zwischenzeitlich erschienenen Aufsatz in der Zeitschrift „Stahlbau“, Heft 1, S. 4 – 13, verwiesen.

Der dritte Vortrag, der von Herrn Neumann von der Ingenieurgesellschaft Ruhrberg in Hagen-Dahl gehalten wurde, befaßte sich mit den Gestaltungsmöglichkeiten von Stahl- und Stahlverbundbrücken. Anhand zahlreicher, anschaulicher Beispiele aus dem eigenen Büro wurde das weite Themengebiet erschlossen.

Die Gestaltung von Brücken soll als ausgewogene Reaktion auf die vorhandenen örtlichen Randbedingungen oder als auf das für die Zukunft angestrebte Erscheinungsbild aufgefaßt werden. Daher müssen im Rahmen der Planung die Landschaft und die umgebende Bebauung in ihrer Form und hinsichtlich der verwendeten Materialien beachtet werden. Allgemein ist zunächst die Frage zu klären, ob ein neues Bauwerk als dominantes Erscheinungsbild die Umgebung beherrschen, ob es sich unauffällig in diese einpassen, oder ob es für den Nutzer und den Außenstehenden ein markantes Zeichen setzen soll. Die Gestaltung bedeutet nicht, daß eine allgemein streng funktionale Brücke durch eine aufgesetzte Verschönerung aufgewertet wird. Eher ist eine ausgewogene Komposition aus Form, Statik und verwendeten Materialien anzustreben. Wenn ein gut gestaltetes Bauwerk geplant werden soll, erfordert dies Zeit. Feststehende Entwurfskriterien müssen dabei immer wieder kritisch hinterfragt und Konstruktionen bzw. Konstruktionsteile hinsichtlich der gesetzten Prioritäten sowie im Hinblick auf ihre Kostenauswirkungen überdacht werden. Diese Zeit steht aber nicht immer zur Verfügung. Verkehrliche und bauliche Belange, wie zu überbrückende Verkehrsflächen, wie der anstehende Baugrund oder mögliche Bauverfahren für den zu erstellenden Überbau, können die Entwurfsarbeit erschweren. Diese Aspekte sowie Belange des Umweltschutzes, wie eine erforderliche Lärmschutzwand auf der Brücke, können aber auch Ideen für ein gut gestaltetes Bauwerk liefern. Eine Vielzahl von Möglichkeiten bieten hier insbesondere Stahl- und Stahlverbundbrücken, da eine umfangreiche Palette unterschiedlichster Tragwerksysteme zur Verfügung steht und da zusätzlich über den Korrosionsschutz der Stahlteile eine farbliche Gestaltung möglich ist. Brücken sind technische Bauwerke mit klar definierten Aufgaben, deren Form maßgeblich durch die Statik bestimmt wird. Zum Einen muß diese Aufgabe deutlich dargestellt werden, zum Anderen sollte der Kraftfluß am Tragwerk direkt ablesbar sein. Überflüssige Strukturen stören und sind von Nachteil.

Aus den großformatigen Gestaltungsstrukturen können anschließend die kleinformatischen Strukturen entwickelt werden. Dabei können über die Formgebung einzelner Bauteile gestalterische Gesichtspunkte mehr in den Fordergrund gestellt werden als die rein funktionalen Aspekte. Dies betrifft insbesondere die Querschnittsform der Überbauten, wie begehbare Kasten- oder offene Querschnitte, deren Außenflächen glatt oder mittels außenliegender Beulsteifen strukturiert werden können. Werden beide Fahrtrichtungen einer Autobahn auf einem gemeinsamen Überbau angeordnet, kann dieser als einzelliger Kastenträger ausgebildet und die weit auskragende Fahrbahnplatte über seitliche Schrägstreben abgestützt werden. Diese strukturieren die Seiten- und Untersicht des Haupttragwerkes klar. Gestalterische und funktionale Aspekte für die Überbauten können aber auch über transparent wirkende Fachwerk- oder Schrägseiltragwerke erzielt werden.

Die Gestaltung eines Bauwerkes setzt sich in der Detailform fort, da gerade mit diesen oftmals ein unmittelbarer Bezugspunkt zur Umgebung hergestellt werden kann. Hierzu gehören insbesondere die räumliche Trennung von Fahrbahn- und Geh-/Radwegbereichen, die Ausformung von Kanzeln an markanten Punkten als Ruhezone für Radfahrer und Fußgänger sowie besonders geformte Geländer, Beleuchtungsmaste und ähnliches. **(Bild 2 und 3)**



Bild 2: getrennter Querschnitt mit Pfeilerbetonung, Königsbrücke Löhne, L 773



Bild 3: Pfeiler und Kanzel Ruhrbrücke Hattingen, B 51

Gestaltungselemente an den Brückenden oder an den Pfeilerstandorten verdeutlichen das Brückenbauwerk und lösen die Gleichförmigkeit der Strecke auf. Beleuchtungsmaste können gezielt einzelne Bauteile oder Bauformen betonen.

Die farbliche Gestaltung der Stahlflächen wird häufig lang anhaltend und kontrovers diskutiert. Sie sollte sich aber generell an der jeweiligen Umgebung und an den Zielvorstellungen orientieren. Die farbliche Gestaltung kann statische Strukturen verdeutlichen und maßgebende Bauteile von untergeordneten hervorheben. Sie kann sogar das gesamte Bauwerk aus der Umgebung hervorheben und als markanten Punkt in der Umgebung erkennbar machen. Modifarben sind bei der Farbwahl ebenso auszuschließen, wie Farben, die zur Verschmutzung neigen oder die wenig alterungsbeständig sind.

Die Gestaltungsmöglichkeiten werden andererseits durch erlassene Vorschriften und Regelungen eingengt. So enthalten die DIN-Fb Vorgaben bezüglich minimaler Überstände der Gesimse vom Hauptträgersteg, bezüglich der maximalen Abstände der Hauptträger, bezüglich der Mindestabmessungen von Betonquerträgern an den Auflagern sowie bezüglich der aerodynamischen Bemessung von Hängern bei Bogenbrücken. Eine sorgfältige Detailplanung wird bei Konstruktionen aus wetterfestem Stahl gefordert, um Korrosionsschäden und hässliche Rostfahnen auf den Betonunterbauten zu vermeiden.

Bei der Gestaltung der Brücken müssen sowohl die Baukosten als auch die Kosten über die Lebensdauer der Brücke bedacht werden. Beispielsweise kann die Wahl eines transparenten Bauwerkes mit großen Stützweiten bei einer später erforderlichen Verbreiterung des unterführten Verkehrsweges günstig sein. Die Realisierung einer seilverspannten Brücke erfordert nicht nur hohe Baukosten, sondern auch hohe Kosten über ihre Nutzungsdauer. Glatte Stahlflächen haben eine geringe Oberfläche, sodaß atmosphärische Belastungen minimiert werden und daß Schmutzablagerungen wenig Raum gegeben wird. Sie haben daher eine hohe Beständigkeit.

Oberstes Ziel bei einem gestalteten Bauwerk muß immer die Gewährleistung der Standsicherheit und der Dauerhaftigkeit sein. Auftretende Verformungen und Spannungsamplituden müssen bei der Konzeption von Detailpunkten ebenso beherrschbar sein, wie die Unempfindlichkeit der Sichtflächen gegen Bauungenauigkeiten. Bezüglich der uneingeschränkten Gebrauchsfähigkeit müssen die Tragwerke möglichst schwingungsunempfindlich sein. Zu montierende Dämpfer können das gewollte Erscheinungsbild einer allzu filigranen Brücke trüben. Plötzliche Glatteisbildung auf den Gehbahnen solcher Konstruktionen sind in dieser Hinsicht ebenfalls nachteilig.

Kompromisse müssen aber auch hinsichtlich der Kontrollierbarkeit einer Brücke gemacht werden, denn jedes Bauteil muß hierfür gut zugänglich sein.

Die beiden weiteren Vorträge befaßten sich mit dem Bau zweier Rheinbrücken. Zunächst berichtete Herr Pohn, Abteilungsleiter „Konstruktiver Ingenieurbau“ beim Landesbetrieb Straßenbau, Betriebssitz Köln, über den Bau der Rheinquerung Ilverich, bzw. der Flughafenbrücke, im Zuge der A 44, die 2002 in Düsseldorf für den Verkehr freigegeben wurde. **(Bild 4)**



Bild 4: Flughafenbrücke Düsseldorf, A 44

Die Brücke liegt im Norden der Stadt und ist Bestandteil des Lückenschlusses der A 44, deren Streckenabschnitt das Autobahnkreuz Strümp der A 57 mit der fertig gestellten Autobahn A 44 am rechten Rheinufer im Bereich des Rhein-Ruhr-Flughafens verbindet. Erste Planungen für diese Strecke gehen auf das Jahr 1912 zurück, konkrete Pläne wurde aber erst ab 1960 erstellt. Im Rahmen der Gesamtmaßnahme, die zwischen Juni 1998 und Mai 2002 realisiert wurde, wurden u.a. auch zwei Tunnel errichtet, um die Ufer- und Auenlandschaft mit einem ehemaligen Flussbett des Rheins, die „Ilvericher Altrheinschlinge“, sowie den Bereich Strümp zu schützen. Die Flughafenbrücke besteht auf den beiden Rheinseiten aus zwei Vorlandbrücken aus Spannbeton. Der Überbauquerschnitt wurde als dreizelliger, 16,50 m breiter Kasten mit Hauptstützweiten von 63,00 m ausgebildet. Da die Gesamtbreite der Brücke 38,50 m beträgt, mussten die weit auskragenden Fahrbahnanteile durch Schrägstreben abgestützt werden. Um die hohen Druckkräfte aufnehmen zu können und um die Bauteilabmessungen auf 40 x 40 cm zu begrenzen, wurden die Streben aus hochfestem Beton der Güte B 75 erstellt. Im Werk vorgefertigt, wurden sie durch Anschlussbewehrung an das im Lehrgerüst hergestellte Tragwerk angeschlossen.

Die Stromöffnung besteht aus einem 287,50 m langen Stahltragwerk. Der Übergang vom Spannbeton- zum Stahltragwerk wurde aus ästhetischen Gründen an der Stelle der Pylone angeordnet, obwohl der Baustoffwechsel

im ersten Brückenfeld hinter den Pylonen statisch günstiger gewesen wäre. Auch hier besteht der Überbau aus einem 16,50 m breiten und 4,10 m hohen Kastenquerschnitt. Die auskragenden Fahrbahnteile wurden durch 40 x 40 cm breite Stahlstreben abgestützt. Sie haben damit die gleichen Abmessungen, wie die Betonstreben im Brückenvorlandbereich.

Aufgrund der Nähe zum Düsseldorfer Flughafen, konnte die Rheinbrücke nicht wie herkömmliche Schrägseilbrücken mit stabartigen, senkrechten Pylonen errichtet werden. Diese hätten mit einer Höhe von 61,50 m in den Luftraum des Düsseldorfer Flughafens hineingeragt. Die Pylone wurden daher als 34,50 m hohe, auf die Spitze gestellte Dreiecke ausgebildet und dadurch die Seilverankerungspunkte von der Pylonachse weg nach außen hin verschoben. Die Querriegel der Pylone wurden mit einer Zugkraft von 125 MN belastet, der Summe der Seilkräfte pro Pylon. Dies erforderte im Riegel Blechdicken von 100 mm. Da das Schweißen dieser Blechstärken schwierig ist, der Riegel aber für die Standsicherheit der Brücke eine entscheidende Funktion hat, war eine fehlerfreie Ausführung der Schweißnähte zwischen den Schrägstreben des Pylons und dem Querriegel von entscheidender Bedeutung. Um die hohen Anforderungen zu erfüllen, wurde der Riegel daher aus einem Sonderstahl hergestellt. Es war ein thermomechanisch gewalzter Feinkornbaustahl der Güte S 460 ML, der durch seine hervorragende Schweißbeugung bestach.

Die Stahlteile des Überbaues wurden in 12 Schüssen mit Einzellängen zwischen 20 m und 47 m per Schiff zur Baustelle transportiert. Die Teile bestanden aus dem zentralen mittleren Kastenquerschnitt, aus den benachbarten Querschnittsegmenten, aus einzelnen Kragarmteilen und den Streben. Zum Entladen, bzw. zur Montage der Stahlteile über dem Rhein mußte die Schifffahrt zeitweise gesperrt werden. Die Pylone wurden aus drei Bauteilen, aus den beiden Schrägstreben und dem horizontalen Riegel, errichtet. Anschließend wurde die Fahrbahntafel abschnittsweise in Richtung Brückenmitte montiert. Sukzessive, je nach Baufortschritt wurden die Seile angeschlossen, um die auskragenden Brückenteile zu halten.

Die Kosten der insgesamt 1.286,50 m lange Brücke betragen 137 Mio. DM, die privat vorfinanzierten Gesamtkosten lagen bei 660 Mio. DM.

Im Anschluß an den Vortrag zur Flughafenbrücke präsentierte Herr Löckmann, von der Niederlassung Wesel, die Planungen zur neuen Rheinbrücke Wesel, die in den nächsten Jahren als Ersatz für eine bestehende Rheinbrücke neu errichtet werden muß.

Die vorhandene Brücke quert den Fluß am Stadtrand von Wesel im Zuge der B 58 und entstand nach der Zerstörung 1945 zwischen 1950 und 1952 als Fachwerkbrücke. Das Dreiecksfachwerk ist als statisch unbestimmter Durchlaufträger mit einer maximalen Stützweite von 150 m ausgebildet. **(Bild 5)**



**Bild 5: heutige Rheinbrücke Wesel, B 58;
Foto: www.structurae.de, Nicolas Janberg**

Aufgrund des stark angewachsenen Verkehrsaufkommens ist die zweistreifige Brücke dem heutigen Straßenverkehr nicht mehr gewachsen. Sie muß daher in den nächsten Jahren neu gebaut werden. Gleichzeitig werden am linken Rheinufer die Umgehung Buderich und am rechten Rheinufer die Südumgehung Wesel gebaut werden.

Die neue Rheinbrücke wird etwa 770 m lang und ebenfalls eine Schrägseilbrücke werden. Aufgrund einer Forderung der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung muß über dem Rhein eine Strecke von 330 m stützenfrei überbrückt werden. Darüber hinaus darf der Schiffsverkehr während der Montage der Fahrbahntafel nicht gesperrt werden. Diese Forderungen führten zur Wahl des Brückensystems. Der Pylon wird am linken Rheinufer stehen und soll die Form eines umgedrehten „Y“ haben. Er soll aus hochfestem Stahlbeton errichtet werden. Die Seile werden in sechs Ebenen im senkrechten Stiel des Pylons verankert werden. Der Wechsel von den Spannbetonvorlandbrücken zum stählernen Strombrückenteil wird auf der Vorlandseite etwa 13,00 m neben dem Pylon sein.

Um das hohe Verkehrsaufkommen zu bewältigen, wird die neue Brücke vier Fahrstreifen erhalten und etwa 30,00 m breit werden. Der Überbauquerschnitt wird damit demjenigen der Flughafenbrücke ähneln. **(Bild 6)**



Bild 6: zukünftige Rheinbrücke Wesel, B 58

Der Hauptpfeiler mit dem aufragenden Pylon wird in seiner Gestaltung der Pylonform angepasst. Unterhalb des Pylonstieles wird er entsprechend verjüngt. Die übrigen Pfeiler werden in Form eines „U“ ausgebildet werden, wobei die Stiele in Höhe der Kastenstege angeordnet sind. Seitliche Schrägstreben werden die weit auskragenden Fahrbahnplatten abstützen.

Die Planungen für die Brücke erfolgten nach der Durchführung eines VOF-Verfahrens durch das Ingenieurbüro Schübler-Plan. Zum Baubeginn der 56,5 Mio teuren Maßnahme können aber zur Zeit keine Angaben gemacht werden.

Zum Schluß der Veranstaltung berichtete Herr Minten von der Niederlassung Krefeld über zwei ungewöhnliche Sanierungsmaßnahmen, die an der Ruhrthalbrücke Mintard durchgeführt wurde bzw. die an der Rheinbrücke Flehe in Düsseldorf durchgeführt werden müssen.

Die 1.800 m lange Ruhrthalbrücke Mintard im Zuge der A 52 wurde zwischen 1962 und 1966 erbaut und quert das gesamte Ruhrtal in einer Höhe von maximal 64,00 m. Die Brücke weist bei einer maximalen Stützweite von 126,00 m 19 Feldern aus. Der etwa 28,00 m breite Überbau enthält zwei 11,25 m breite Richtungsfahrbahnen, die durch einen 2,00 m breiten Mittelstreifen voneinander getrennt sind. Der aus Stahl der Güten ST 37 und ST 52 hergestellte einteilige Überbau wurde bei ihrem Bau für die Brückenklasse 60 bemessen. **(Bild 7 und 8)**



Bild 7: Ansicht Ruhrthalbrücke Mintard, A 52

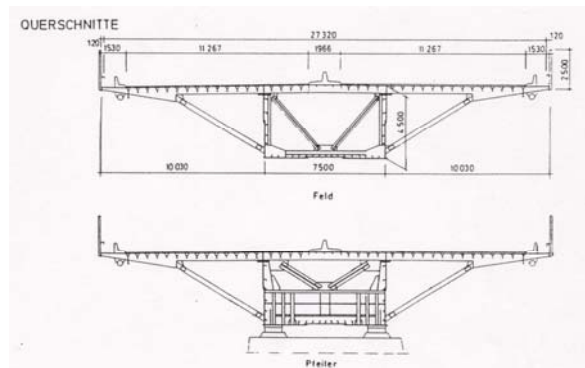


Bild 8: Querschnitte Ruhrthalbrücke Mintard, A 52

In den 80er und 90er Jahren waren immer wieder Instandsetzungsarbeiten an der Brücke durchgeführt worden, u.a. wurden neue Lager eingebaut und der Korrosionsschutz erneuert. Als in den 90er Jahren ein neuer Besichtigungswagen an der Brücke montiert werden sollte, wurde die Brücke unter Berücksichtigung der inzwischen eingeführten Brückenklasse 60/30 nachgerechnet. Dabei wurde festgestellt, daß aufgrund des stark angewachsenen Verkehrsaufkommens vor allem extrem schwerer LKW's in weiten Teilen des Kastenquerschnittes die Tragreserven ausgenutzt bzw. unterschritten waren. Um Schäden am Tragwerk zu verhindern, wurde die Brücke für schwere LKW mit einem Gesamtgewicht von mehr als 16 t bis zur Instandsetzung des Überbaues gesperrt.

Aufgrund der durchgeführten Detailplanungen waren Verstärkungsmaßnahmen im Kasteninnern im Bereich des Bodenbleches und an den Diagonalstreben der Querverbände erforderlich. Zwischen die vorhandenen Querstreifen waren zusätzliche Streifen einzusetzen und die Diagonalstreben waren durch zusätzliche Winkelprofile zu verstärken.

Die Baumaßnahme wurde 2002 ausgeschrieben und Ende 2002 auf der Grundlage ihres Angebotes an die Fa. Thyssen-Klönne vergeben. Um die Stahlteile einbauen zu können, mussten in den Widerlagerbereichen zunächst Bodenöffnungen geschaffen werden. Im Überbaukasten wurde anschließend ein Kranbahnträger eingezogen, um die erforderlichen Stahlteile in Längsrichtung der Brücke durch den Kasten transportieren zu können. Bis Mitte April 2003 wurden dann insgesamt 244 Querträger montiert und die Diagonalstreben verstärkt.

Während diese Baumaßnahme lief, wurde auf der Brückenoberfläche festgestellt, daß im Bereich der stählernen Mittelkappe das Fahrbahnblech stark korrodiert war. Teilweise war infolge der Einwirkung von Tausalzen sogar Lochfraß aufgetreten. Durch Planschleifen, Auftragsschweißungen und die Anordnung von Zusatzblechen wurden die geschädigten Bereiche saniert und anschließend eine neue Abdichtung sowie die neue Kappe aufgebracht.

Die Verstärkung wurde zwischenzeitlich abgeschlossen, die Grundinstandsetzung mit der Erneuerung der Fahrbahnabdichtung und der Beläge soll bis 2006 abgeschlossen werden.

Anzumerken ist, daß während der Verstärkungsmaßnahme zur Information der Bürger eine Internet-Seite eingerichtet wurde. Ständig aktualisiert haben Rückkopplungen gezeigt, daß die Seite von der Bevölkerung sehr positiv aufgenommen wurde.

Die Rheinbrücke Flehe in Düsseldorf liegt im Zuge der A 46 und wurde zwischen 1975 und 1979 errichtet. Sie hat eine maximale Spannweite von 368 m und gehörte bei ihrer Fertigstellung zu den weitest gespannten Schrägseilbrücken des Typs mit einem Pylon. Zahlreiche innovative Neuerungen waren seinerzeit bei ihrem Bau realisiert worden. So war der 146,50 m hohe Pylon in Form eines umgedrehten „Y“ aus Stahlbeton hergestellt worden. Die einzelnen Seile waren rückwärtig im Vorlandbereich im Betonüberbau, im Pylon und im Strombereich im Versteifungsträger verankert worden. Die Vorlandbrücke besteht aus einem mehrzelligen in Längs- und Querrichtung vorgespannten Spannbetonekastenträger. Im Strombereich besteht der Überbau aus einem dreizelligen, stählernen Kasten, dessen weit auskragende Fahrbahnplatte mit Schrägstreben abgestützt wird. Der Übergang von der Spannbeton- zur Stahlkonstruktion befindet sich im Pylonbereich. **(Bild 9)**



Bild 9: Rheinbrücke Düsseldorf-Flehe, A 46

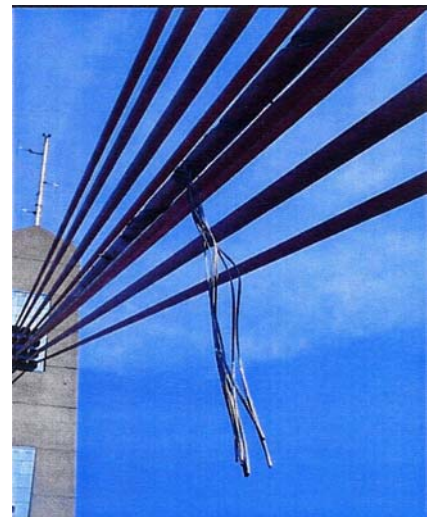


Bild 10: gerissene Seile Rheinbrücke Düsseldorf-Flehe, A 46

Die Seile weisen 96 voll verschlossene Einzelseile mit einem Durchmesser von 95 mm bis 111 mm auf und wurden in 7 Seilgruppen angeordnet. Jedes Seil besteht im Innern aus Runddrähten, in den äußeren Lagen aus Z-Drähten. Am Ankerkopf sind die Seile in spezielle Zinklegierungen eingegossen. Der Korrosionsschutz der Seile bestand aus Bleimennige auf Leinölbasis, die äußeren Drahtlagen waren zusätzlich feuerverzinkt. Sämtliche Seile erhielten nach einer gründlichen Reinigung eine haftvermittelnde Grundbeschichtung aus Polyurethan-Zinkchromat, zwei Zwischen- und eine Deckbeschichtung. Im Spritzbereich der Fahrbahn hatte man zusätzlich eine vierte Beschichtung aufgebracht, sodaß auf den Seilen insgesamt eine Schichtstärke zwischen 450 µm und 600 µm vorhanden war.

Im Jahre 2003 wurde entdeckt, daß an einem Tragseil der obersten Seillage einzelne Drähte gerissen waren und herunterhingen. **(Bild 10)** Anschließend genauere Untersuchungen ergaben an einem anderen Seil weitere offene Drahtbrüche. Eine Recherche der Ergebnisse der letzten Hauptprüfungen ergab, daß die festgestellten Schäden etwa vor drei Jahren eingetreten sein mußten und damit im Rahmen der letzten Hauptprüfung 1997 noch nicht existent waren. Bei der Seilhauptprüfung im Sommer 2003 wurden dann weitere Drahtbrüche und umfassende Korrosionsschäden entdeckt. Ursache hierfür war, daß die Beschichtung in großen Bereichen porös, rissig und wegen mangelnder Haftung in weiten Bereichen unterläufig geworden war.

Aufgrund des Schadensbildes müssen in den nächsten Jahren eine größere Anzahl von Seilen erneuert und alle weiteren Seile mit einem neuen Korrosionsschutz versehen werden. Die hierzu erforderlichen Planungsarbeiten wurden im Januar 2004 abgeschlossen. Der Kostenumfang der Sanierungsmaßnahme wird sich auf mehrere Millionen € belaufen.