

# VERFAHRBARE EINRÜSTUNG VON BRÜCKENBAUWERKEN

## PRAXISBEISPIELE

Die Einrüstung von Brückenbauwerken stellt an die ausführenden Gerüstbaubetriebe hohe Anforderungen. Da diese Gerüstkonstruktionen nur in den seltensten Fällen mit Gerüstkonstruktionen in Regelausführung errichtet werden können, sind statische Berechnungen und aufwändige Konstruktionsplanungen bereits in der Vorbereitung des Bauvorhabens unerlässlich.

Anhand der folgenden Beispiele aus der Praxis, die vom Ingenieur- und Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau (IBS) Dipl.-Ing. Joachim Specht, in Zusammenarbeit mit verschiedenen Gerüstbau-Betrieben geplant, statisch berechnet und mit Erfolg eingesetzt wurden, sollen verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie Brücken verschiedener Größenordnungen wirtschaftlich und sicher eingerüstet werden können.

Zum Einsatz kamen Materialien unterschiedlicher Hersteller.

Da die örtlichen Gegebenheiten und Anforderungen der Auftraggeber bei den einzelnen Brückeneinrüstungen sehr unterschiedlich waren, unterscheiden sich die einzelnen, im Folgenden vorgestellten Konstruktionen teilweise erheblich.

Bei der Vorplanung derartiger Brücken-Fahrgerüste ist es ratsam verschiedene Faktoren, die erheblichen Einfluss auf die wirtschaftliche Ausführung der Konstruktion haben, im Vorfeld mit den Auftraggebern und Prüfern abzuklären. So zeigt die Erfahrung, dass viele Auftraggeber für die Gerüstkonstruktionen Verkehrslasten fordern, die oftmals deutlich höher sind, als die Lasten, die tatsächlich auftreten werden. Wenn zum Beispiel ein Brückenfahrgerüst nur zur Ausführung von leichten Arbeiten (Anstrich, Inspektionen, etc.) benutzt werden und die Rüstung von maximal 2 Personen begangen wird, so ist die Gerüstklasse 3 mit einer Verkehrslast von  $2 \text{ kN/m}^2$  deutlich zu hoch angesetzt. Ein kleines Fahrgerüst mit einer Belagfläche von z. B. 6 m Breite und 3 m Länge würde in der Gerüstklasse 3 somit für eine Gesamt-Verkehrslast von:  $6 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 2 \text{ kN/m}^2 = 36 \text{ kN}$  nachgewiesen. Dies entspricht einer Gesamtbelastung von ca. 3,60 t. Es ist leicht nachvollziehbar, dass auf einem Gerüst dieser Größenordnung bei der Ausführung von Malerarbeiten, eine derartig hohe Verkehrslast kaum auftreten wird. Andererseits hat die Größe der anzusetzenden Verkehrslast erheblichen Einfluss auf die Ausführung der Gerüstkonstruktion. Die gültigen Normen erlauben dem Statiker jedoch auch, falls dies mit den tatsächlichen Verhältnissen auf der Baustelle übereinstimmt, die Verkehrslast der jeweiligen Gerüstklasse auf einer Teilfläche von

$6 \text{ m}^2$  auf dem Gerüst in ungünstigster Position nachzuweisen. Auf der übrigen Belagfläche muss dann nur noch eine reduzierte Verkehrslast von  $0,75 \text{ kN/m}^2$  nachgewiesen werden. Diese Reduzierung der Verkehrslast wurde von Normenseite eingeräumt, da man im Regelfall davon ausgehen kann, dass auf flächenorientierten Gerüsten nicht überall gleichzeitig gearbeitet wird. Insbesondere bei großflächigen Gerüstkonstruktionen kann mittels dieser Regelung oftmals eine deutlich wirtschaftlichere Gerüstlösung entwickelt werden.

Es gibt jedoch auch Fälle, in denen der Auftraggeber bei der Vorgabe der Lastklasse die tatsächlich auftretenden Lasten unterschätzt. Dies ist häufig der Fall, wenn die Brücken-Fahrgerüste für die Ausführung von Sandstrahlarbeiten eingesetzt werden und es im Vorfeld keine klaren Vereinbarungen gibt, ob das Stahlgut auf dem Gerüst verbleibt oder aber kontinuierlich im Zuge des Strahlvorganges vom Gerüst entfernt wird. Eine 11 cm dicke Schicht Strahlgut wiegt ca.  $2 \text{ kN/m}^2$  und führt somit unter Berücksichtigung der Verkehrslasten der Personen bereits zu einer Überlastung einer Gerüstkonstruktion der Klasse 3. In der Vergangenheit kam es einige Male zu Gerüsteinstürzen im Bereich von Brücken, weil der Gerüstbauer von den Sandstrahlern die Beräumung des Gerüstes vom Stahlgut forderte und dieser dann das auf der Fläche verteilte Material nicht absaugte, sondern von einer Hilfskraft zusammenkehren lies, um es an einer bestimmten Zugangsstelle zu entsorgen. Durch dieses Zusammenkehren der Strahlgutmassen kam es dann örtlich in der Gerüstkonstruktion zu einer Lastkonzentration und führte dort zum Versagen der Rüstung, die dann aufgrund der vorhandenen Verbindungen der einzelnen Gerüstabschnitte zu einer verhängnisvollen Kettenreaktion und schließlich dem Absturz des gesamten Gerüstes führte.

Anhand dieser Schilderung ist es nachvollziehbar, dass in Bezug auf den rechnerischen Ansatz und die Einhaltung der Lastklassen eine koordinierte Abstimmung zwischen den Auftraggebern, den Gerüstbauern und deren Nachfolgewerken erforderlich ist, um die Sicherheit am Bau mit größtmöglicher Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten.

### **Bekleidung von Gerüstkonstruktionen**

Ein weiterer Faktor, der erheblichen Einfluss auf die Gerüstkonstruktion hat, ist die ggf. erforderliche Bekleidung der Gerüstkonstruktion. Brückengerüste sind in der Regel aufgrund der teilweise exponierten Lage der Brückenbauwerke sehr hohen Windlasten ausgesetzt. Durch die Bekleidung der Konstruktionen wird die Windangriffsfläche gegenüber unbekleideten Konstruktionen teilweise um ein Vielfaches vergrößert. Dies führt dann auch zu erheblich höheren Windlasten, die von der Konstruktion, den vorhandenen Verankerungsmitteln und letztlich auch vom Brückenbauwerk aufgenommen und statisch nachgewiesen werden müssen. Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass unbekleidete Brückengerüste mit deutlich weniger Material ausgeführt werden können als bekleidete Konstruktionen. Es sollte daher im Vorfeld mit den Auftraggebern geklärt werden, ob und wenn ja, welche Form der Bekleidung tatsächlich erforderlich ist. Da die Bekleidung der Gerüste jedoch nicht nur erhöhten Einfluss auf die Gerüstkonstruktion, sondern letztlich auch Einfluss auf die Standicherheit des Brückenbauwerkes haben kann, ist es meistens erforderlich, nicht nur die Gerüstkonstruktion, sondern auch die Brücke statisch zu untersuchen. Besonders die im Bereich der deutschen Schifffahrtskanäle häufig anzutreffenden filigranen Stahlbrücken mit bogen- oder kastenförmigen Überbauten sind oftmals bei einer kompletten Einhausung der Brücke und deren Oberbaus rechnerisch nicht mehr für die erhöhten Lasten durch Wind nachzuweisen. In diesem Zusammenhang sollte bereits mit der Angebotsabgabe des Gerüstbauers geklärt werden, wer die Kosten für den Nachweis der Brückenkonstruktion zu tragen hat. Oftmals ist der Nachweis der Brücke mit erheblich höheren Kosten verbunden, als die statische Berechnung und Planung der Gerüstkonstruktion. In Einzelfällen ist es bereits vorgekommen, dass die Brücke selbst durch zusätzliche stahlbaumäßige Ertüchtigungen verstärkt werden musste, oder dass eine komplette Einrüstung der Brücke nicht möglich war, und daher in zwei oder drei Bauabschnitten eingerüstet werden musste.

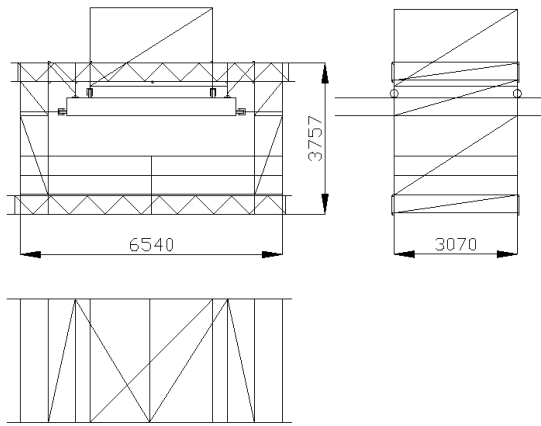
### **Gerüst-Verbindungen**

Besonderes Augenmerk muss bei der Einrüstung von Brücken auf die gewählten Verbindungstechniken in der Gerüstkonstruktion gelegt werden. Brücken, die während der Ausführung der Gerüstarbeiten nicht für den Verkehr gesperrt werden neigen zum Schwingen. Diese dynamischen Schwingungen werden zwangsläufig an die Gerüstkonstruktion weitergegeben und können dazu führen, dass sich die im Gerüstbau üblichen Verbindungsmittel, wie z. B. Gerüstkupplungen lösen. Es ist dringend anzuraten, dass abgehängte Gerüstkonstruktionen an Brücken mindestens einmal pro Woche von einer befähigten Person kontrolliert und das Anzugsmoment der eingebauten Kupplungen, bzw. die eventuell vorhandenen Keilverbindungen der relevanten Bauteile überprüft werden. Grundsätzlich müssen

alle Kupplungsverbindungen, die zu Bauteilen gehören, an denen das Gerüst abgehängt wird, als Doppelkupplungen ausgeführt werden. Unter diesen Doppelkupplungen versteht man Normalkupplungen mit zusätzlichen, das Rutschen behindernden, Vorschaltkupplungen. Im Einzelfall kann es sogar erforderlich sein zusätzliche Rutschsicherungen in Form von Bolzen oder Schrauben einzubauen. Des Weiteren sollten in den abgehängten Bauteilen keine fabrikneuen Kupplungen eingesetzt werden. Verschiedene Versuche im Labor des IBS haben gezeigt, dass Kupplungen, die zum ersten Mal eingesetzt werden, nach dem ersten Anziehen dazu neigen Vorspannung und somit aufnehmbare Rutschlast zu verlieren. Dieser negative Effekt kann beseitigt werden, indem man die Kupplungen vor dem ersten Einsatz an einem Gerüstrohr montiert und mit 70Nm anzieht und ca. 10 Minuten nicht löst. Durch diese Vormontage erreicht man, dass sich die Kupplungsdeckel und Schalen der Form des Gerüstrohres anpassen und zwangsläufig vorhandenen Herstellungstoleranzen ausgeglichen werden. Nach dieser Vorbehandlung können die Kupplungen ohne weiteres für abgehängte Konstruktionen verwendet werden.

Der statische Nachweis der fahrbaren Brückengerüste beinhaltet auch den Nachweis der eingesetzten Fahrwerke. Bei kleineren Gerüstkonstruktionen haben sich im Gerüstbau gebräuchliche Fahrgerüstrollen in der Praxis bewährt. Auf den Einbau von Lenkrollen sollte jedoch verzichtet werden, da es sich in der Praxis gezeigt hat, dass derartige Fahrwerke dazu neigen aus der Spur zu laufen und ein gefahrloses Verfahren der Rüstung nur mit erheblichem Aufwand möglich ist. Eine gute Lösung, um selbst große Fahrgerüste mit vergleichsweise geringem Aufwand zu verfahren, stellen die so genannten Spurranzrollen dar. Diese Spurranzrollen mit Stahl- oder Nylonrädern verfügen über zwei Spurränze und eine halbkreisartige Ausfräsung, die es ermöglicht diese Rollen auf einer Schiene zu verfahren, die aus einem Gerüstrohr besteht. Zur Ausbildung dieser Schienen gibt es verschiedene Möglichkeiten. In der Praxis haben sich unter anderen zwei Varianten bewährt:

Schienen aus Gerüstrohren, die mittels seitlich verschweißter Bodenbleche auf dem Untergrund befestigt werden können und Schienen, die aus liegenden Drei-Gurt-Stützen bestehen. Dabei bieten die Drei-Gurt-Stützen den Vorteil, dass die Lagesicherung der Gerüstkonstruktion nach dem Verfahrensvorgang einfachst durch Kupplungsverbindungen des Gerüstes an der Schiene hergestellt werden können. Zum Verfahren einer Gerüstkonstruktion mit Spurranzrollen auf Rohr- oder Dreigurtschienen benötigt man eine horizontale Last, die ca. 4 – 5 % des Gesamtgewichtes der zu verfahrenen Konstruktion entspricht. Diese Angabe bezieht sich auf waagrecht liegende Schienen und berücksichtigt nicht die ggf. zum Zeitpunkt des Verfahrens wirkenden Windlasten.



Zeichnung kleines Fahrgerüst

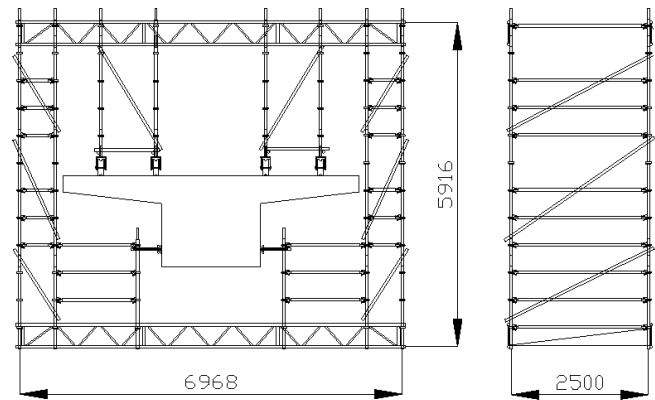
Beispiele aus der Praxis:

Bei dieser Konstruktion handelt es sich über ein von Hand verfahrbares Gerüst an einer Brücke eines Wirtschaftsweges. Da der Wirtschaftsweg für den Verkehr gesperrt werden konnte, war es möglich eine Konstruktion zu wählen, die auf dem Weg aufständerte und dort verfahren werden konnte. Die Konstruktion besteht aus einem Modulgerüstbock, der mit Fahrrollen versehen wurde. An diesem Bock wurden Stahl-Gitterträger als auskragende Arme montiert, an denen wiederum die abgehängten Gerüstscheiben befestigt wurden. Zur Bearbeitung der Unterseite der Brücke wurden diese Gerüstscheiben aus Modulgerüst mit Aluminium-Gitterträgern verbunden, die zur Aufnahme eines Gerüstplateaus dienten. Als Beläge wurden Aluminium-Bohlen mit Rohrauflage auf den Obergurten der Gitterträger verlegt. Dies hat neben der Reduzierung des Eigengewichtes der Konstruktion den Vorteil, dass die Obergurte der Gitterträger nicht zusätzlich durch horizontale Windverbände aus Gerüströhren ausgesteift werden mussten. Im Bereich der Untergurte wurden konstruktive Rohrverbände angeordnet.

Um das Verfahren der Konstruktion zu vereinfachen und zur Aufnahme der seitlichen Windlasten, wurden in Höhe der Brückenplatte seitliche Führungsrollen angebracht.

Die Konstruktion wurde nicht bekleidet.

Die Verkehrslast auf der Konstruktion wurde mit  $1,5 \text{ kN/m}^2$  angesetzt.



Zeichnung kleines Fahrgerüst 2

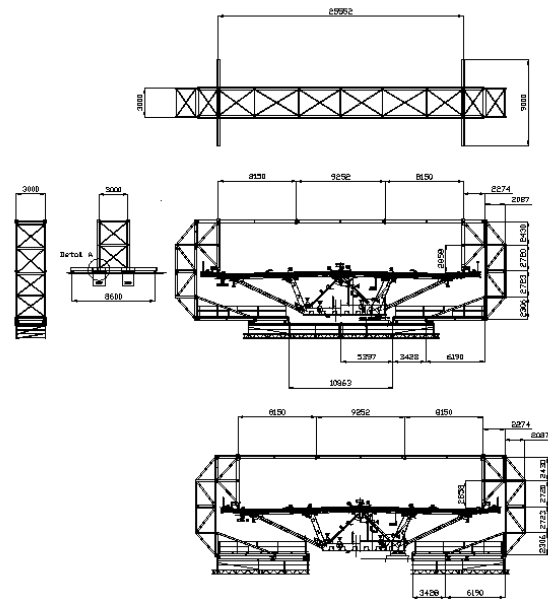
Wie zuvor, handelt es sich bei dieser Konstruktion ebenfalls um ein von Hand verfahrbares Brücken-Hängegerüst. Die Konstruktion diente zur Ausführung von Anstricharbeiten an einer Fußgängerbrücke. Im Wesentlichen besteht die Konstruktion aus zwei 1 m breiten Modulgerüstböcken, die mit Rollen versehen wurden und als Aufnahme für Stahl-Gitterträger dienten, an denen abgehängte Modulgerüstscheiben befestigt wurden. Die Scheiben wurden unter der Brücke mit Aluminium-Gitterträgern zur Aufnahme des Podestes verbunden. Da der Fußgängerverkehr auf der Brücke nicht gesperrt werden konnte entschied man sich zu dieser Konstruktion, bei der die Fußgänger zwischen den beiden Fahrböcken hindurchgehen konnten. Zur Aufnahme der seitlichen Windlasten wurden am Brückentrog Drucklager aus Gerüströhren und Gewindefußplatten hergestellt, die vor dem Verfahren der Rüstung gelöst werden konnten. Die Rüstung wurde für eine Verkehrslast von  $1,5 \text{ kN/m}^2$  auf einer Teilfläche von  $6 \text{ m}^2$  nachgewiesen. Die Konstruktion wurde allseitig mit Planen bekleidet.



In einem weiteren Bauabschnitt konnte die Konstruktion nicht mehr auf der Fahrbahn der Brücke verfahren werden, da an den Brückenkappen die schrägen Seile zum Pylon der Brücke befestigt wurden. Daher wurden die Verfahrsschienen mittels auskragenden Stahlträgern außerhalb des Brückenquerschnitts montiert und die Gerüstkonstruktion darauf verfahren. Das Verfahren der Konstruktion erfolgte mittels elektrischer Seilwinden, die horizontal geführt wurden.

Da die Schienenanschlüsse auf der Brücke vorhanden waren und somit die Fahrwerke und Schienen nicht verschoben werden konnten, musste die Konstruktion auf der Grundlage der vorhandenen Brückenpläne und einer millimeter-genauen Zeichnung der Gerüstkonstruktion vormontiert werden. Nach der Fertigstellung der Konstruktion auf dem Erdboden wurde diese mit einem Schwimmkran zur Brücke gebracht und an der Brücke befestigt. Die Konstruktion konnte aufgrund der vorhandenen exponierten Lage nur partiell im Zuge der Arbeiten auf dem Gerüst bekleidet werden. In der gesamten Gerüstkonstruktion wurden keine Sonderteile verarbeitet. Alle Bauteile konnten dem Lieferprogramm der Hersteller entnommen werden.

Diese Gerüstlösung war nur deshalb in der gezeigten Form zu realisieren, weil sich die am Bau beteiligten in Bezug auf die anzusetzenden Verkehrslasten auf ein Maß verständigten, dass einerseits von der Konstruktion aufnehmbar und andererseits im Arbeitsbetrieb auch zu realisieren war.



Zeichnung Dambachtalbrücke

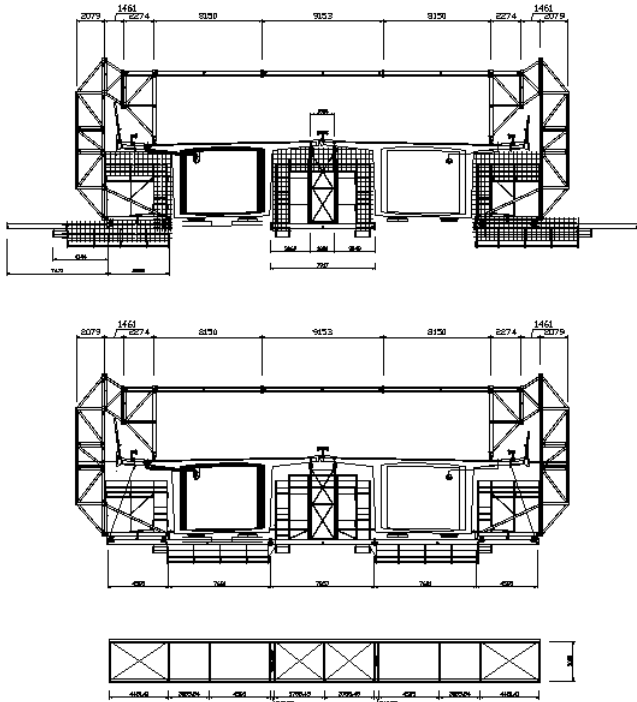
Mit einer Breite von ca. 29 m war die Einrüstung dieser Autobahnbrücke nicht mehr nur unter Zuhilfenahme von üblichem Gerüstmaterial zu bewältigen. Somit entschied man sich zu einer Kombination aus Stahl- und Gerüstbau.

Die Konstruktion besteht aus einem Stahlbau-Rahmen, der die 6 Fahrspuren der Brücke überspannte und mittels speziell angefertigten Fahrwerken mit jeweils 10 Spurkranzrollen auf der Brücke elektrisch verfahren werden konnte. An diesem Rahmen

wurden Fachwerkträger aus Stahlbau-Profilen verschraubt und nach unten abgehängt. Unter der Brücke wurden an diesen abgehängten Fachwerken wiederum nach innen kragende Träger, die bis zu den Pfeiler-Außenkanten reichten, montiert. Unter diesen Auskragungen befanden sich sogenannte Schiebeträger, die mittels Yale-Fahrwerken angeschlossen und in den Bereichen ohne Pfeiler bis zur Brückenmitte zusammengeschoben und dort verbunden werden konnten. An diesen Schiebeträgern wurden abgehängte Gerüstgitterträger zur Aufnahme des Plateaugerüstes unter der Brücke angebracht.

Zur Umfahrung der Pfeiler konnten die Schiebeträger mit den daran befestigten Gitterträgern unter den Kragträgern eingefahren werden. Die Gerüstkonstruktion konnte aufgrund der hohen Windlasten nur partiell bekleidet werden. Die Verkehrslast auf dem Plateau wurde für  $2 \text{ kN/m}^2$  auf einer Teilfläche von  $6 \text{ m}^2$  nachgewiesen. Im Arbeitsbetrieb wurde die Konstruktion mittels gekreuzter Stahlseile in Längs- und Querrichtung an der Brücke befestigt um die Windlasten aufzunehmen. Die Konstruktion durfte bis zu einem Staudruck von  $0,10 \text{ kN/m}^2$  verschoben werden.

Bei der Konstruktion der Stahlbau-Fachwerke wurde darauf Wert gelegt, dass diese Bauteile modular, auch bei anderen, ähnlichen Bauvorhaben eingesetzt werden konnten. Dies ist recht deutlich bei der folgenden Anwendung an der Ahrtalbrücke bei Ahrweiler zu erkennen:



Zeichnung Ahrtalbrücke

Die Konstruktion ähnelt der vorherigen Rüstung und wurde teilweise aus denselben Bauteilen errichtet. Die freie Stützweite der Gerüstkonstruktion beträgt dabei im Verfahrzustand mehr als  $32 \text{ m}$ . Im ungünstigsten Brückenbereich befindet sich die Konstruktion in mehr als  $80 \text{ m}$  Höhe über dem Erdboden. Die Besonderheit dieser Konstruktion liegt darin, dass es sich um

eine Brücke mit zwei Brückentrögen handelte und diese Tröge allseitig bearbeitet werden sollten. Im Bereich der Pfeiler konnten die montierten Schiebeträger auseinandergedrückt werden. Das Mittelstück der Rüstung zwischen den beiden Trögen wurde im Pfeilerbereich an Schienen, die unter den Kappen der Brücke montiert wurden, verfahren. Nach der Umfahrung und Bearbeitung der Pfeilerbereiche wurden die Schiebeträger wieder ausgefahren und mit der Mittelrüstung verbunden. In den Teilbereichen der Brücke ohne Pfeiler wurde die Mittelrüstung nicht an der Brücke aufgehängt, sondern von den Gerüstträgern, die unter der Brücke verliefen, gehalten. Im Zuge der Brückensanierung lief der Verkehr weiter. Die Ausbauten der Rüstung, um die einzelnen Flächen der Brücke zu bearbeiten, erfolgten mit systemfreiem Gerüstmaterial. Insgesamt wurde die Konstruktion für eine Verkehrslast von  $3 \text{ kN/m}^2$  nachgewiesen. Im Arbeitsbetrieb wurde die Konstruktion mittels kreuzweise montierten horizontalen Stahlseilen an der Brücke gegen Verschieben gesichert. Die Konstruktion wurde im Bereich der Arbeitsbereiche vollflächig mit Trapezblechen bekleidet.

Die vorgestellten Beispiele stellen nur einen kleinen Bereich der Möglichkeiten zur Einrüstung von Brücken mit verfahrbaren Sonderkonstruktionen dar. Voraussetzung für eine sichere und wirtschaftliche Lösung ist dabei immer die vertrauensvolle Zusammenarbeit der Gerüstbauer und Statiker.

### Der Autor

Dipl.-Ing. Joachim Specht, geboren 1962, studierte an der FH Koblenz Bauingenieurwesen mit Diplomarbeit im Gerüstbau. Seit 1990 ist er freiberuflich selbständig im IBS Ingenieur- & Sachverständigen-Büro für den Gerüstbau. Von 1993 bis 2006 hat er als freier Sachverständiger im Gerüstbau gearbeitet.

Seit 1994 ist er im Arbeitsausschuss NABau und in diversen Spiegelausschüssen CEN TC 53: Europäische Normung von Gerüsten tätig.

Seit 2006 ist er zum öffentlich und vereidigten Sachverständigen für Gerüstbau, Arbeits-, Schutzgerüste und Gerüst-Sonderkonstruktionen durch die Süd-Westfälische Industrie- und Handelskammer zu Hagen bestellt.

Ingenieur- & Sachverständigen-Büro  
für den Gerüstbau

**Dipl.-Ing. Joachim Specht**

Unterm Ried 5

D-58579 Schalksmühle

Tel.-Nr. 0 23 55-40 08 67

Fax-Nr. 0 23 55-40 08 69

ibspecht1@aol.com

www.geruestbau-statik.de

