

# Geometrische Probleme bei vorgefertigten Fahrbahnplatten von Verbundbrücken

Autor(en): **Hauri, Hans**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **103 (1985)**

Heft 3: **Pierre Dubas zum 60. Geburtstag**

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75709>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Geometrische Probleme bei vorfabrizierten Fahrbahnplatten von Verbundbrücken

Von Hans Hauri, Zürich

**Stahlverbundbrücken mit vorfabrizierten Betonfahrbahnplatten stellen immer noch eine Baumethode dar, welche es erlaubt, eine qualitativ einwandfreie Brücke in kürzester Zeit gerüstlos auch über schwierigstem Gelände zu erstellen. Die Probleme der Fugenausbildung und des Verbundes sowie allfälliger Vorspannung können als gelöst gelten. Die nachstehenden Ausführungen beziehen sich auf einen Aspekt, dessen Wichtigkeit im Vorprojekt gerne unterschätzt wird, nämlich die vielfältigen geometrischen Fragen, welche bei der Detailprojektierung und der Ausführung auftreten.**

## Linienführung

Die Zeiten sind vorbei, in denen man die Linienführung einer Bahn oder Strasse nach den besten Flussübergängen auslegte und wo die Brücken noch gerade waren. Heute sind bei uns nicht nur im Grundriss, sondern auch räumlich gekrümmte Strassenachsen die Regel.

Die wirtschaftlichste Montageweise für die Stahlträger ist, speziell über unzulängliche Hindernisse, das Längschieben der Stahlträger mit sukzessivem rückwärtigem Anbauen. Auf Widerlagern und Pfeilern werden Rollenbatterien montiert, meist in der Höhe verstellbar, über welche die Hauptträger vorgeschoben werden.

Bei einer geraden Brücke stehen die Rollenachsen parallel, senkrecht zur Brückenachse, und ausser einer Seitenführung und der Höhenregulierung zur Kompensation der oft beträchtlichen Durchbiegungen stellen sich keine besonderen Probleme. Anders ist es nun allerdings bei einer gekrümmten Brücke. Ein geometrisch einwandfreies Einschieben über feststehende Rollen ist nur auf einem Kreis möglich. Die Rollen stehen dann in Richtung der Kreisradien.

Nun sind aber unsere Brückenachsen selten Kreise. Im Strassenbau sind es meist Klothoiden, und oft befindet sich auf der Brücke noch ein Übergang in ein Geradenstück oder ein Klothoidenwechsel. Auch im Eisenbahnbau müssen wir mit Übergangskurven rechnen. In der Regel versucht man dann, die Hauptträger in einen Kreis zu legen, der möglichst wenig von der Strassenachse abweicht und nimmt die Differenzen in der Ausbildung der Plattenelemente auf. Wenn die Linienführung

sehr ungünstig ist, kann man noch versuchen, an den Brückenenden ein Abweichen vom Kreis in Kauf zu nehmen, z.B. durch Montage eines Endteils vom Boden aus oder durch Querverschieben von Rollenbatterien, was auf einem Widerlager meist noch am besten zu bewerkstelligen ist.

## Anpassung der Trägerachse

Die Festlegung der Trägerachse (Kreis) gegenüber der Strassenachse geschieht nach folgenden Prinzipien (Bild 1):

- Möglichst geringe Maximalabweichung.
- Berücksichtigung der statischen Verhältnisse der Fahrbahnplatte, z.B. Ausgleichen der Kragmomente bei unsymmetrischer Kragarmbelastung.
- Allfällig der Versuch, die Torsionskräfte im Hauptträger günstig zu beeinflussen.

Es lohnt sich, für diese Untersuchung ein Computerprogramm zu erstellen, in welchem die Parameter der Trägerachse (Radius, Kreismittelpunkt, allfällige Anschlussgeraden) variiert werden können, um die günstigsten Verhältnisse zu suchen.

## Konstruktionsprinzip für die Plattenelemente

Für die Vorfabrikation wären identische Platten ideal, was in diesem Falle natürlich ausgeschlossen ist. Man muss aber versuchen, dem Hersteller zu erlauben, möglichst viele Teile der Schalung konstant zu halten; insbesondere die Haupt-Untersichtsflächen und die komplizierten Fugenabschalungen sollten möglichst gleich bleiben.

Im Grundriss wird man deshalb die Platten nach der Trägerachse ausrichten, über dem kreisförmigen Träger sind sie dann trapezförmig, über einem geraden Stück rechteckig bzw. parallelogrammförmig. Ist ein Geradenstück mit einem Knick an den Kreis angeschlossen, was für den Stahlbau durchaus sinnvoll sein kann, so verschiebt sich der Übergangspunkt zwischen Trapez- und Rechteckplatten an die Stelle, wo die Geradenrichtung tangentiell an den Kreis anschliesst (Bild 2).

## Plattenbreite und Montageweise

Die Plattenbreite, in Richtung der Trägerachse gemessen, wählt man natürlich möglichst gross, so dass die Zahl der Fugen und Platten möglichst klein bleibt. Entscheidend für dieses Mass ist der Transport der Platten und vor allem die Art der Einbaugeräte. Bei relativ schmalen Brücken ist das einfachste Montagegerät ein Hubstapler, der in Brückenachse auf den verlegten Platten fährt und die nächste Platte vor Kopf absetzt.

In diesem Falle ist nicht nur die Tragkraft des Staplers wichtig, sondern entscheidend wird die Beanspruchung der verlegten Platten, welche den Stapler

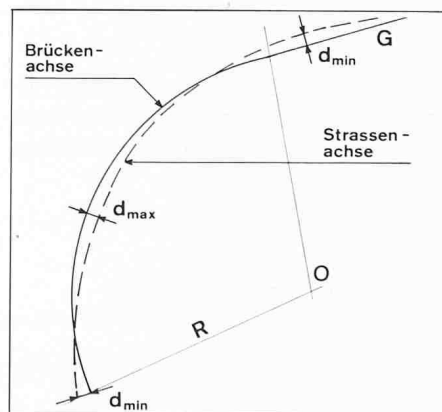
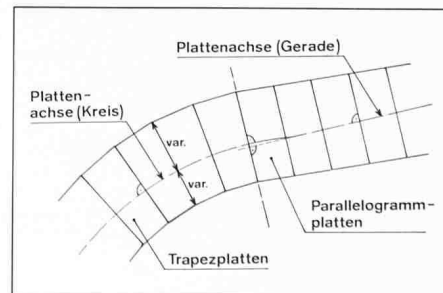


Bild 1. Anpassung der Trägerachse

Bild 2. Grundrisseinteilung der Platten



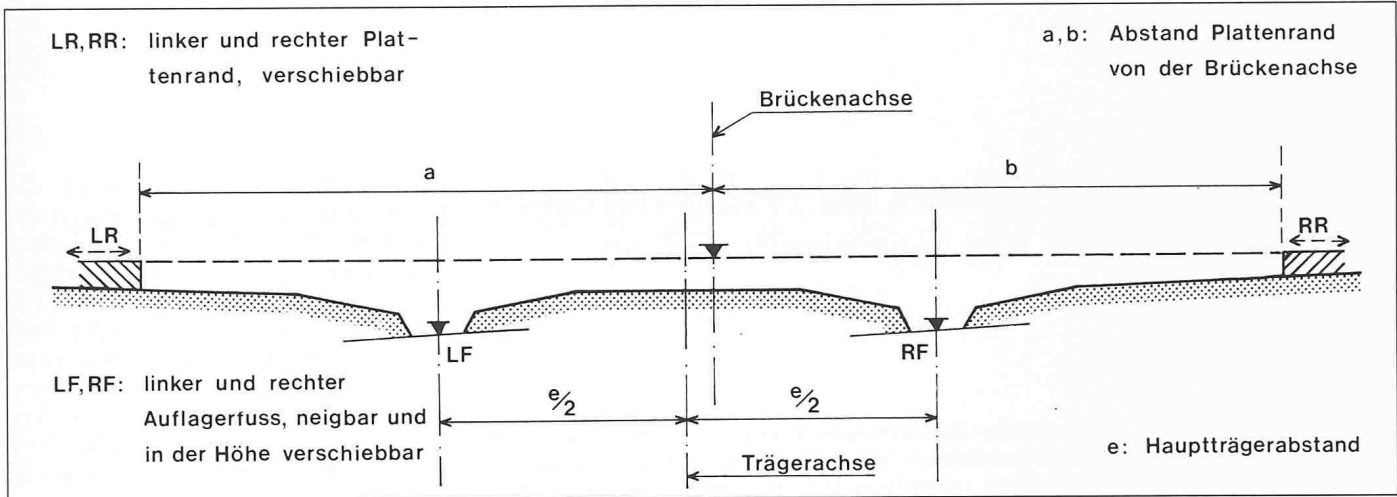


Bild 3. Prinzip der Plattenschalung

als einfache Balken tragen müssen, da sie noch nicht miteinander verbunden sind. Man muss unbedingt darauf achten, dass bei dieser Montagebelastung die Streckgrenze der Armierung nicht überschritten wird, um bleibende Risse zu vermeiden. Bei grösseren Brücken sind zwei solche Stapler zu empfehlen, welche dann über den Stahlträgern fahren, wo die Beanspruchung der Platten weniger kritisch ist. Bei Verwendung eines Pneukrans stellt man diesen über den einen Träger, wobei die Platten über dem anderen Träger angefahren werden. In allen Fällen muss das Gewicht der Montagehilfsmittel vom Stahlträger allein aufgenommen werden, da in diesem Zustand noch kein Verbund wirksam ist.

### Berücksichtigung der Querneigung

Gekrümmte Brücken weisen auch immer eine Querneigung auf, welche sich mit der Krümmung ändert. Zunächst

muss festgelegt werden, ob auch die Stahlkonstruktion eine Querneigung aufweisen soll und wie dies geometrisch zu gestalten sei (Bild 3). Oft werden die Stahlträger in vertikaler Lage belassen und die Oberflanschen in variierender Höhe horizontal aufgesetzt. Von der Fahrbahnplatte aus gesehen bedeutet dies, dass Auflagerflächen variable Höhen aufweisen und geneigt sind. In der Schalung müssen also die Auflagerzonen von Platte zu Platte abgeändert werden. Es entstehen «Füsse» von unterschiedlicher Gestalt, deren Abmessungen und Lagen genau berechnet werden müssen. Ein Detailproblem stellt die Verwindung der Platten dar. Wenn die Querneigung ändert, so müsste die Plattenoberfläche eigentlich nicht eben, sondern windschief sein (Bild 4). Da sich diese Verwindung ebenfalls ändert, müsste die Schalungsfläche ständig geändert werden, was sehr aufwendig würde. In der Regel befindet man sich aber mit diesen Variationen innerhalb der Toleranzgrenze. Indessen hat es sich aber gezeigt, dass schon Differenzen von wenigen Milli-

metern in der Aufsitzfläche dazu führen können, dass die Platten nicht ganz sauber aufliegen und etwas wackeln können.

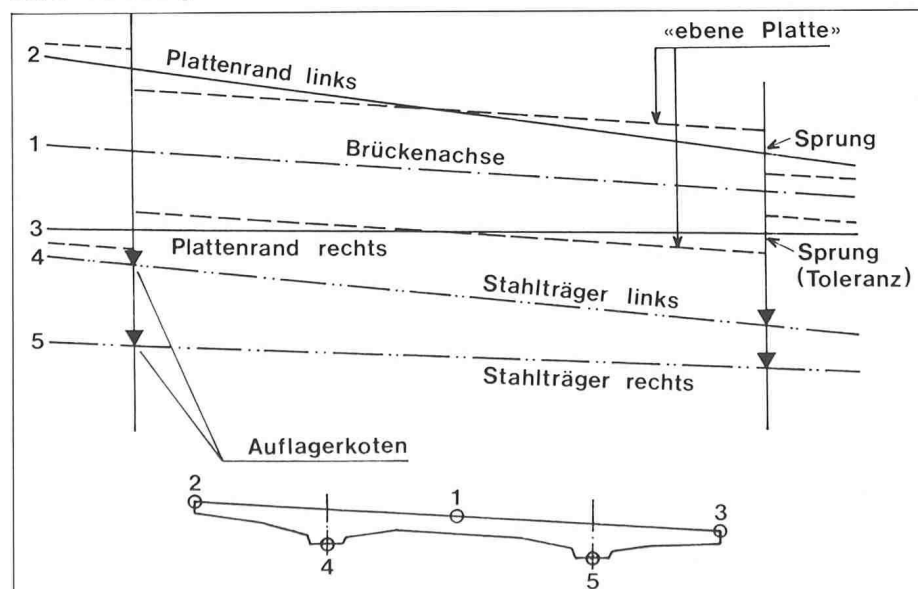
### Fugen und Dübellöcher

In den Fugen hat sich der Schlaufenstoss sowohl in Versuchen wie auch in der Praxis gut bewährt. Auch hier ist die Geometrie wichtig, man muss dafür sorgen, dass die Längsarmierungen zweier angrenzender Platten um eine halbe Teilung gegeneinander versetzt sind; man wird also die Längseisen nicht parallel zur Brückenachse, sondern leicht schief dazu anordnen.

Für die Ausbildung der Fugen sind zwei Arten üblich. Die einfachere, unten offene Fuge hat den Vorteil, dass mehr Platz für eine saubere Ausführung des Armierungsstosses vorhanden ist (Bild 5, Variante A). Andererseits muss eine untere Schalung angebracht werden, z.B. ein Brett, das man an der Armierung aufhängt, und diese Schalung muss dann wieder entfernt werden, was Arbeiten unterhalb der Fahrbahnplatte bedingt. Die andere Art mit einer Nase vermeidet diesen Nachteil (Bild 5, Variante B). Die Nase ist aber während der Montagearbeiten sehr gefährdet. Sie kann beim Einsetzen oder beim Überfahren der losen Platten leicht abgedrückt werden. Zudem müssen die Toleranzen sehr genau beachtet werden, damit genügend Spiel zwischen Armierungen und Beton bleibt. Auch können solche Platten nur von einer Seite her verlegt werden, was etwa das im voraus Verlegen einzelner Platten zum Lastenausgleich verunmöglicht oder spezielle Fugen notwendig macht.

Die Dübellöcher werden normalerweise in regelmässigen Abständen angeordnet, und ihre Grösse richtet sich nach der Anzahl Dübel, die zur Schub-

Bild 4. Verwindung der Platten



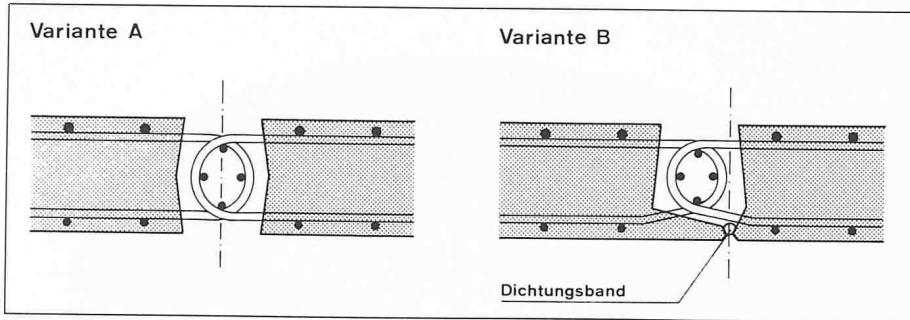


Bild 5. Ausbildung der Fugen

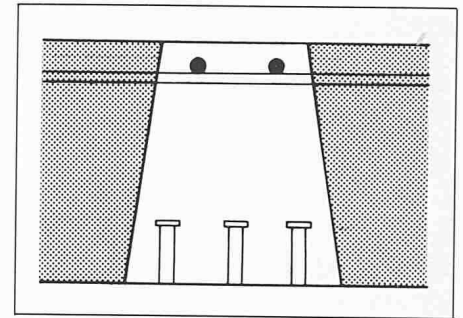


Bild 6. Ausbildung der Dübellöcher

aufnahme notwendig sind. Durch Dübellöcher und Fugen wird über dem Stahlträger der Querschnitt im Bauzustand stark reduziert, so dass man die Löcher mit Vorteil etwas konisch ausbildet, um an der Plattenoberseite mehr Platz für die Haupttragarmierung zu schaffen (Bild 6). Auch hier ist eine sorgfältige Koordination mit dem Stahlbauer notwendig, damit bei der

Montage die Dübellöcher genau am richtigen Ort sind.

### Zusammenfassung

Es wird gezeigt, dass die geometrischen Probleme bei Verbundbrücken mit vor-

fabrizierten Platten recht kompliziert werden können und dass eine sehr sorgfältige Detailplanung notwendig ist, um eine einwandfreie Montage einer solchen Brücke zu gewährleisten.

Adresse des Verfassers: Prof. Hans H. Hauri, Vorsteher Institut für Hochbautechnik, ETH-Hönggerberg, 8093 Zürich.

## Kongresshalle Berlin-Tiergarten

### Eine Lösung in Stahl im Wettbewerb um den Wiederaufbau

Von Heinz Oeter und Ralf Schuler, Berlin, und Gerhard Sedlacek, Aachen

Nach dem teilweisen Einsturz der Berliner Kongresshalle bestand die Aufgabe darin, für den Wiederaufbau eine dauerhafte technische Lösung zu finden, welche dem geistigen Gehalt der Architektur unter bestmöglicher Wahrung des noch Bestehenden folgt: Vorgestellt wird hierfür eine mögliche Lösung in Stahl.

#### Zum Wettbewerb

Am 21. Mai 1980 stürzte der Südbogen der Kongresshalle in Berlin - Tiergarten ein. Dieses Bauwerk, 1957 als Beitrag zur Internationalen Bauausstellung gebaut, finanziert aus der Benjamin-Franklin-Stiftung und vom Land Berlin als ein gemeinsames Projekt des amerikanischen und deutschen Volkes, diente nach dem Kriege nach der introvertierten Geistespolitik des Dritten Reiches der Förderung des freien, internationalen Meinungs-austausches und wurde ein «lebendiger Kommunikationspunkt» und schliesslich ein Faktor der Identität der Berliner mit ihrer Stadt (Bild 1).

Der Wettbewerb zum Wiederaufbau lieferte für die aufgeforderten Architekten und Ingenieure einige Probleme, da das Gebäude aufgrund seiner konstruktiven Bedingungen nicht mehr in

der gleichen Form und mit den gleichen Proportionen seiner Bauglieder hergestellt werden kann. Die Aufgabe war, dem geistigen Gehalt des Entwurfes von *Hugh Stubbins* nachzuspüren und die Architektur mit heutiger Kenntnis dauerhafter technischer Lösungen bei grösstmöglicher Bewahrung des noch Bestehenden wiederherzustellen. Im folgenden wird über eine Lösung dieser Aufgabe in Stahl berichtet.

#### Überlegungen zum Tragwerksentwurf

##### Ursprünglicher Entwurf der Kongresshalle

Der ursprüngliche Entwurf der Kongresshalle hatte das Ziel, das Auditorium mit einem sattelförmig gekrümmten Seilnetzdach mit leichter Eindeckung frei zu überspannen und dieses

Seilnetzdach zwischen zwei weit über das Auditorium hinausladende Bögen zu hängen (Bild 2a).

Diese Bögen sollten in zueinander geneigten Ebenen liegen, in ihrer ganzen Länge gleiche Querschnitte aufweisen, in zwei gemeinsamen Widerlagern eingespannt sein, sonst aber keine Zwischenunterstützung haben. Leitbild war die Raleigh-Arena (Bild 2b), bei der jedoch die Bögen durch Stützen getragen und deshalb im wesentlichen nur in ihrer Ebene beansprucht wurden.

Dieser ursprüngliche Entwurf wurde als nicht baubar angesehen, da

1. nach den Erfahrungen mit der Raleigh-Halle ein Seilnetzdach mit leichter Abdeckung unter Windeinwirkung flattergefährdet ist und akustische Nachteile hat;

2. sowohl unter Eigengewicht, aber vor allem unter nicht symmetrischer Last wie Wind und einseitigem Schnee erhebliche Biegemomente an den Einspannstellen der Randbögen bzw. an den Widerlagern entstehen würden, die nur durch Änderungen der Abmessungen der Bögen und erhebliche Vergrößerungen der Widerlager und Fundamente hätten aufgenommen werden können (Bild 3).

Von den Ingenieuren wurde schliesslich ein schweres Betonhängedach gewählt, das infolge seines Gewichtes das Flattern nach Punkt 1 verhindert. Mit einer Veränderung der Abmessungen der Bögen, Widerlager und Fundamente nach Punkt 2 konnten sich aber die Ingenieure gegenüber ästhetischen For-