

Brückenmontage nach der „Schubladenmethode“

Autor(en): **Boué, P. / Gepp, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht**

Band (Jahr): **9 (1972)**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-9606>

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.

IV

Brückenmontage nach der "Schubladenmethode"

Bridge Erection according to the "Drawer" Method

Montage de pont d'après méthode " tiroir "

P. BOUÉ
Dr.-Ing.
Dortmund, BRD

H. GEPP
Dipl.-Ing.
Bundesbahndirektor
Essen, BRD

1. Allgemeines

Brücken werden häufig im Bereich bestehender Verkehrswege errichtet. Beispielsweise in den Stadtkernen, in den Knoten und Verzweigungen von Autobahnen, Schnellstraßen und Eisenbahnlinien, in den Kreuzungen dieser Verkehrsadern, auch mit Wasserstraßen sowie an Bahnhöfen, Flugplätzen oder Häfen.

Oft wird die Forderung erhoben, den Verkehr auf den bestehenden Wegen nicht oder nur kurzfristig einzuschränken. Einengungen, Sperren und Umlenkungen bedeuten Gefahrenpunkte, zusätzliche Nebenkosten und Zeitverlust beim Bau und für die Verkehrsteilnehmer. Allerdings wird der wirtschaftliche Verlust durch Fahrtverzögerungen nur selten erfaßt oder berücksichtigt.

Schon bei der Entwurfsarbeit müssen diese Gesichtspunkte beachtet und die geeigneten Baumethoden festgelegt werden. Sie können ebenso entscheidend für die Wahl der Bauweise, des Tragsystems, der Stützweiten, der geometrischen Abmessungen der gesamten Brücke sowie für ihre Ausbildung als Ganzes oder der Einzelteile sein.

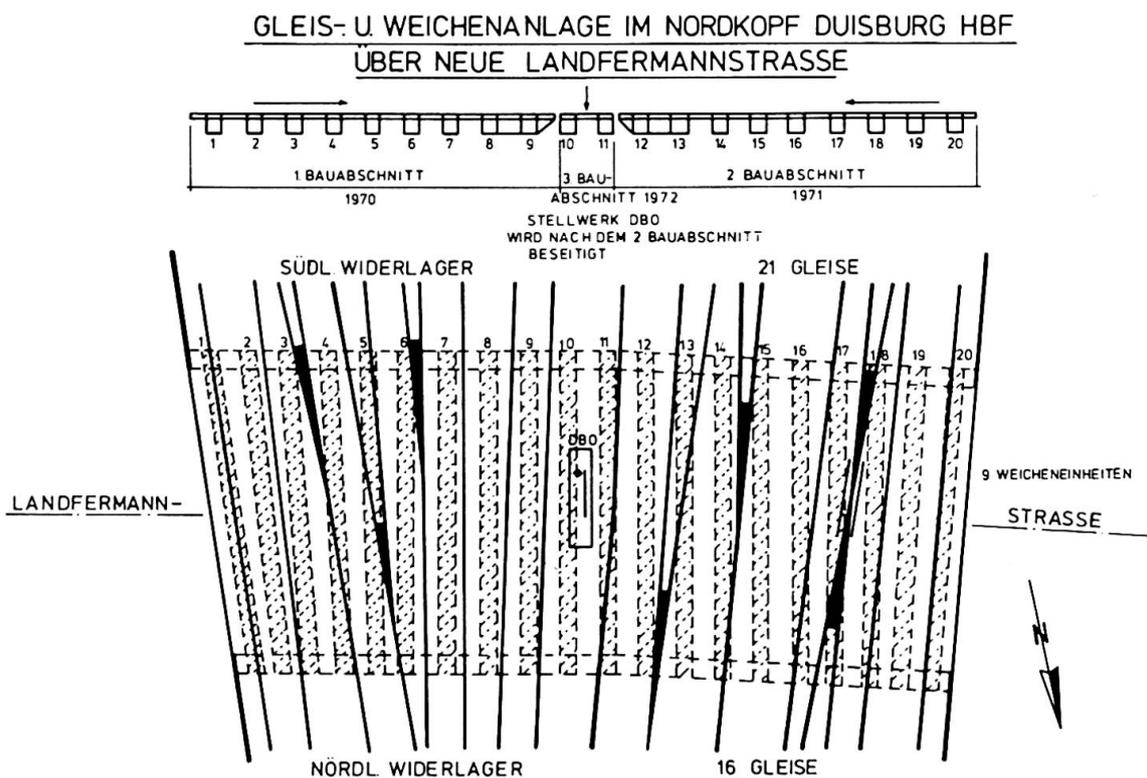
Bei der Hochstraße über den Bahnhof Ludwigshafen etwa (s. Bild) wurde auch mit Rücksicht auf die geringere Störung für den dichten Verkehr auf dem zu überbrückenden Gleisnetz das Vielseil-System gewählt.



2. Aufgabenstellung

Gilt es, im Bereich eines großen Bahnhofes eine neue Straße unter zahlreichen Gleisen und Weichen hindurchzuführen, so stellen sich diese entwurfs- und montagebestimmenden Überlegungen in ausgeprägter Form.

Dieser Fall lag bei der erforderlich gewordenen Verlängerung der Landfermannstraße unter dem Nordkopf des Hauptbahnhofes Duisburg vor. Sechzehn Gleise und neun Weichen mußten unterfahren werden. Wegen des starken Bahnverkehrs wäre selbst eine Sperrung von einzelnen Gleisen nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich gewesen.



Als Brückensystem wurde eine vollständig geschweißte Deckbrücke mit einer Stützweite von 37 m und in einer mittleren Breite von 96 m gewählt, auf der ein durchgehendes Schotterbett liegt.

Die Brücke besteht aus 20 je 2 m breiten Hohlkastenträgern zwischen denen keilförmige, im Mittel 3 m breite Trägerrostplatten eingeschweißt sind. Da das etwa in Brückenmitte liegende Stellwerk erst Anfang 1972 beseitigt werden kann, mußte die Brücke in drei Abschnitten ausgeführt werden.

3. Lösungsmöglichkeiten

Für die Bauausführung boten sich zwei Lösungen an: das herkömmliche Einlegen der Brückenteile oder das seitliche Einschieben unter den bestehenden Gleiskörper.

Das herkömmliche Einlegen der Brückenteile in – wegen wechselnder Kreuzungswinkel zwischen Gleitachsen und Straßenachse – relativ kleinen Abschnitten hätte zahlreiche Nachteile gebracht. Enge Hauptträgerabstände, keine oder nur schmale Kästen, schwierige Bedingungen beim Einschweißen der Zwischenplatten, zahlreiche Umfahrzustände, dennoch Fahrbehinderungen auf wichtigen, stark frequentierten Hauptgleisen der Bundesbahn, lange Bauzeit.

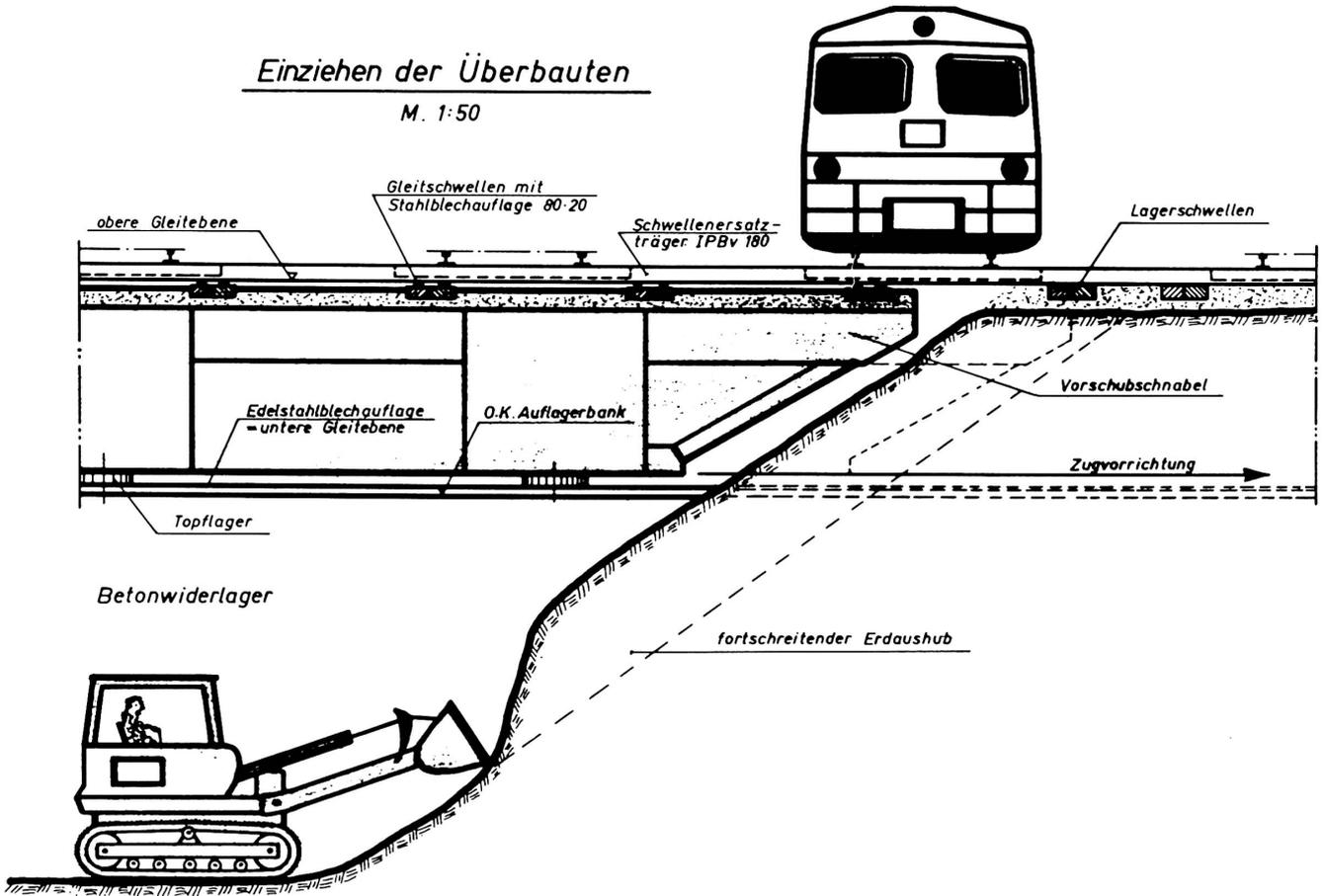
Eine Kostenermittlung zeigte, daß allein die Umfahrzustände für den Umbau der Gleise und Weichen, Fahrleitungen und Signale einen Aufwand von nahezu 3 Mio DM bei Gesamtbaukosten von 15,5 Mio DM erforderten. Da diese Kosten recht hoch erschienen, wurde das seitliche Einschieben unter dem bestehenden Gleiskörper untersucht. Diese "Schubladenmethode" war im Jahre 1962 in Hannover an der Berliner Allee angewandt worden. Die Kalkulation dieses Bauverfahrens ergab im vorliegenden Fall einen geringeren Kostenaufwand als bei der üblichen Methode. Hinzu kam noch der kostenmäßig allerdings nur schwer erfaßbare Vorteil, daß der Eisenbahnbetrieb bei diesem Verfahren nicht in dem Ausmaß geändert und gestört zu werden brauchte, wie das bei der üblichen Einbauart der Fall gewesen wäre.

4. Schubladenmethode

Der wesentliche Vorteil der Schubladenmethode besteht darin, daß während des gesamten Bauvorganges – hier zweimal etwa drei Monate – die Gleise ohne betriebliche Behinderung immer befahren werden können. Der Vershub der Brücke bedingt keine Gleissperrungen. Die Brücken werden unter den Gleisen und Weichen auf den Widerlagern eingeschoben. Dafür sind Vershubbahnen in zwei Ebenen erforderlich; die untere zwischen den Auflagerbänken der Widerlager und den Überbauten, die obere zwischen Überbau und einer Trägerlage (SWE).

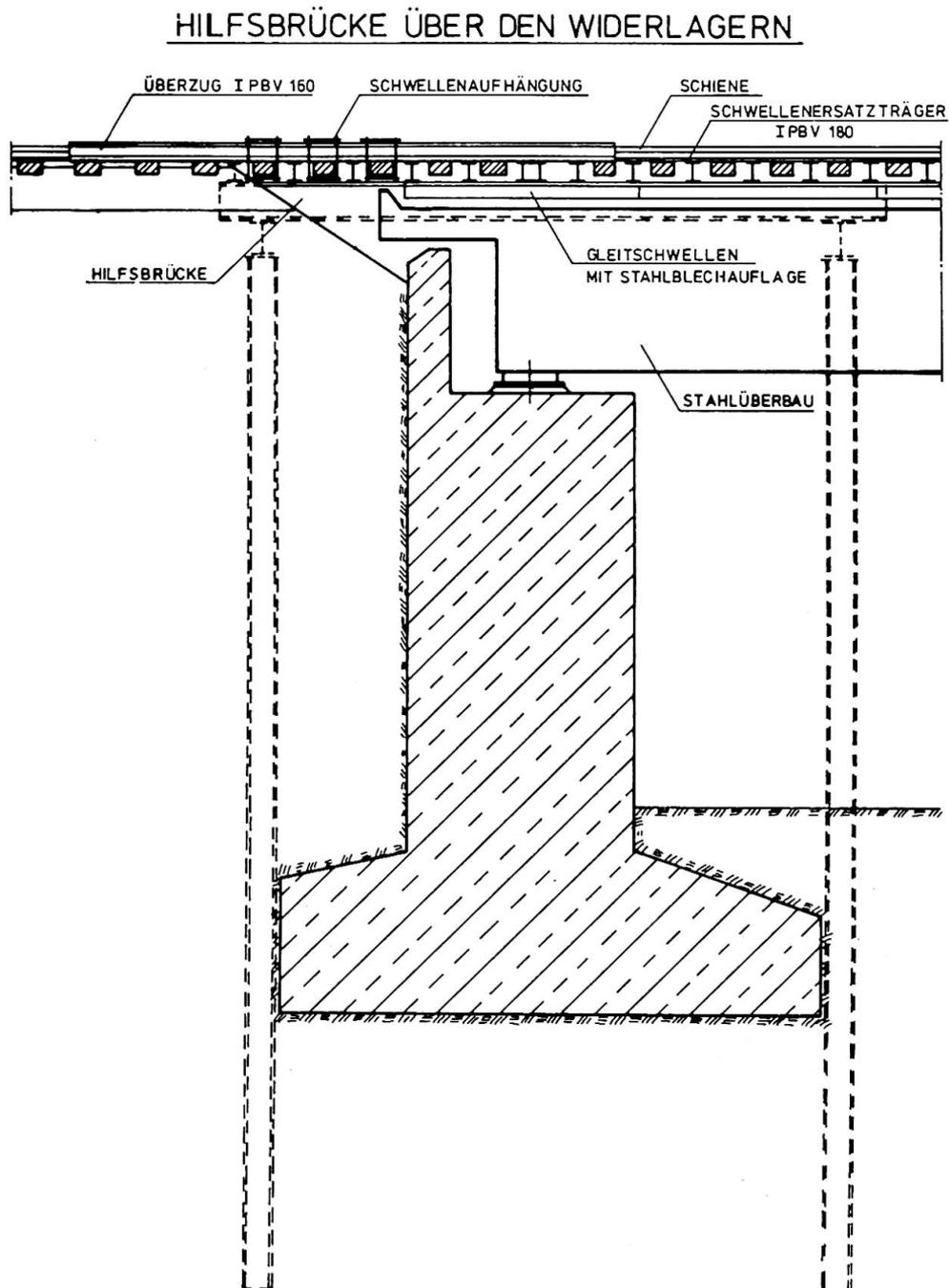
Einziehen der Überbauten

M. 1:50



4. 1 Widerlager

Als erstes wurden die flach gegründeten Widerlager unter den Gleisen hergestellt. Die 6 m breiten Baugruben hatten Wände in Berliner Verbauweise. Die hierfür erforderlichen I-Träger konnten in den Zugpausen gerammt werden. Hilfsbrücken mit einer Stützweite von 6,4 m lagen mittels Traversen auf diesen Rammträgern und trugen die Gleise und Weichen in diesem Bereich. Dabei wurden die Schwellen so hoch unterfüttert, daß die Schwellenersatzträger später eingezogen werden konnten. Nach deren Einbau übertrugen sie die Lasten aus den Schienen auf die Hilfsbrücken



4. 2 Untere Verschubbahn

Auf beiden Widerlagern wurde jeweils als durchgehende Auflagerschiene ein Breitflachstahl 700 x 50 mm nach Höhe und Richtung genau aufgebracht. Darauf wurde ein Edelstahlblech von 2 mm Dicke aufgeschweißt, um die Reibung zu vermindern. Die Gleitflächen wurden mit Silikonfett eingeschmiert. Unter jedem Hohlkasten ist ein Neotopflager mit einem Durchmesser von 700 mm mit einer unteren Teflonschicht angeordnet.

4. 3 Obere Verschiebeebene

Die Fahrschienen der Gleise und Weichen wurden durch sog. Schwellenersatzträger zu einem in waagerechter Richtung sehr steifen Rost verbunden. Unter diesem Rost wurde dann der Brückenüberbau eingeschoben.

Die SWE wurden in jedes Schwellengefach zwischen den Holzschwellen eingezogen und mit jeder Schiene mit Hilfe von Schienenunterlagplatten mit je zwei Schrauben stahlbaumäßig fest verbunden (Bild 5.)

Die Unterseite der SWE war die obere Gleitebene unter den festliegenden Schienen und Schwellen. Auf der einzuschiebenden Brücke lagen sog. Gleitschwellen (Kuppelschwellen mit Flacheisen 8 x 20 mm mit Versenkschrauben) genau auf die Höhe der Unterseiten der SWE im Schotterbett ausgerichtet. Die Oberseite der Gleitschwellen war die obere Gleitebene auf der einzuschiebenden Brücke. Die SWE haben die Aufgabe, die wandernde freie Lücke zu überbrücken, die beim Vorschub zwischen dem Vorschubschnabel und dem Erdkern entsteht. Diese freie Lücke muß einerseits so groß sein, daß die Bodenmassen maschinell ausgebracht werden können, andererseits aber auch so klein sein, daß unter den Eisenbahnverkehrslasten die Durchbiegung der SWE keine unruhige Gleislage verursacht.

Erschünscht wäre es, die SWE in möglichst großen Längen einzufädeln. Das hat Grenzen in der Länge der Träger und besonders in der verschiedenen Winkellage der Holzschwellen. Diese können nur geringfügig verschoben werden. Es mußten daher Wechsel eingebaut und auf vollen Kraftanschluß an Ort und Stelle verschweißt werden (Bild 6). Auch Weichenantriebe mußten durch Wechsel und verschraubte Überzüge umgangen werden (Bild 7).

Auf dem Erdkörper wurden unter den SWE zwischen den Gleisen sog. Lagerschwellen (im Abstand von 2,5 m \div 5,0 m) im Schotterbett eingebaut. Mit ihrer Hilfe wurde der höhenmäßig genaue Einbau der SWE erleichtert. Ihre wichtigste Funktion ist aber als Tragglied der Lastabtragung der Eisenbahnverkehrslasten von der Schiene über die SWE, die Lagerschwelle, auf das Schotterbett.

Die Lage der Gleitschwellen war so gewählt, daß sie nach dem Verschiebung möglichst außerhalb der Gleise lagen und einfach ausgebaut werden konnten. Bei den Weichen war dies nicht immer möglich, da der gegenseitige Abstand der Gleitschwellen wegen der Durchbiegung der SWE nicht größer als 5,0 m sein durfte. Um die notwendige ruhige Gleislage zu erreichen, ist die Durchbiegung der SWE möglichst klein zu halten. Vor Baubeginn müssen genaue Lagepläne aufgestellt werden für die vorhandenen Gleise und Weichen mit jeder einzelnen Schwelle, die SWE – mit Wechsel und Unterzügen, die Lagerschwellen und die Gleitschwellen.

4. 4 Verschubvorrichtung

In beiden Widerlagern wurde in Höhe des Stellwerks zur Aufnahme der Zugkräfte je ein I-Träger (sog. toter Mann) einbetoniert. Gegen die I-Träger stützten sich die Pressen, deren Kolbenhub maximal 80 cm betrug und die mit Hilfe von Lochstangen die Überbauten verschoben. Die aufzuwendende normale Pressenkraft betrug mit fortschreitendem Vorschub bis zu 2 x 80 Mp. Der Einzelverschiebungsweg ist abhängig von der freitragenden Länge der Schwellenersatzträger und vom Erdaushub. Für jeden Verschiebungstag wurde der Verschiebungsweg auf 2,5 m begrenzt, für den insgesamt 1,5 bis 2,0 Stunden gebraucht wurden. Außerhalb der Gleise wurden auf einem Montagegerüst mit Verschiebungsbahn gleichzeitig 3 Kästen mit Zwischenteilen bearbeitet: der äußere Teil wurde unter einem Zelt geschweißt, am mittleren Teil – ebenfalls unter einem Zelt – die Kunststoffbeschichtung vorgenommen und auf den dritten Teil Schotter aufgebracht und die Gleitschwellen ausgelegt. Der vierte Kasten war bereits im Begriff, unter das Gleis zu rutschen.

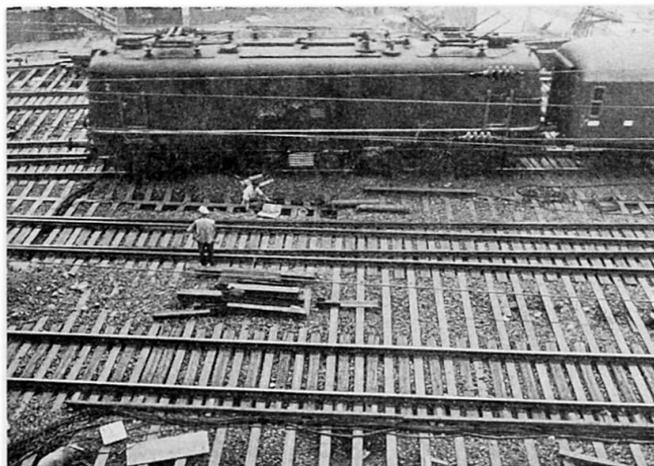


Bild 5: Blick auf den Gleiskörper mit SWE

Bild 6:
Schwellenersatzträger
mit Wechsel

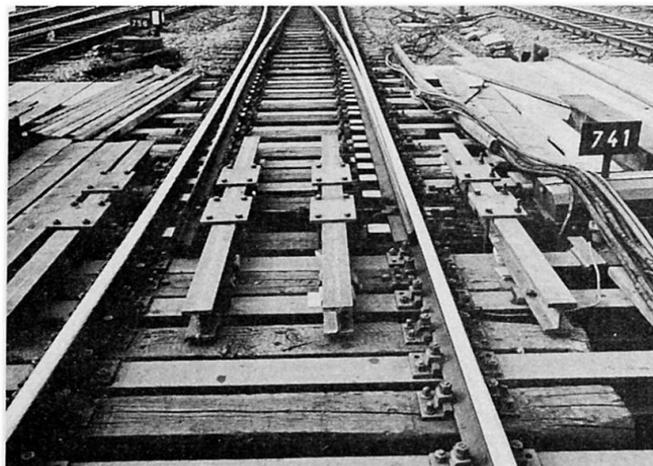


Bild 7: Überzüge im Bereich der
Weichenantriebe

5. Erfahrungen

5. 1 Oberbau

Vor Baubeginn muß dafür gesorgt werden, daß die Unterseite aller SWE auf einer Höhe liegt. Zur Vereinfachung wurde die vorhandene Überhöhung in einem Durchfahrtsgleis beseitigt. Voraussichtlich kann künftig diese Überhöhung durch Verwendung passender Keile zwischen SWE und Unterlagsplatte beibehalten werden. Der Oberbau im Bereich der künftigen Brücke und besonders in den anschließenden Gleisen muß durch eine gute Nachstopfung in eine feste Lage gebracht werden. Die SWE des ersten Bauabschnittes wurden im Juni 1970 eingebaut und konnten erst Anfang 1971 ausgebaut werden. So lange war wegen der dichten Lage von Holzschwellen und SWE eine ordnungsgemäße Gleisunterhaltung schwierig. Dank der guten Verlegung lag der Rost aus SWE von etwa 40 x 40 m während der ganzen Bauzeit so einwandfrei, daß eine Fahrgeschwindigkeit der Züge von 50 km/h zugelassen werden konnte.

Im zweiten Bauabschnitt wurden die SWE bereits im Mai 1971 eingebaut und konnten erst Anfang 1972 ausgebaut werden. Diesmal wurden nach Einbau der SWE die normalen Holzschwellen ausgebaut und so wurde es möglich, die Gleitschwellen auf der Brücke und die Lagerschwellen auf dem Erdkern dauernd zu unterhalten, d. h. durch Nachstopfen eine feste und höhenmäßig genaue Lagerung der SWE in jeder Bauphase zu garantieren. Die Züge konnten daher – nun auch während des Schiebens – mit einer Fahrgeschwindigkeit von 70 km/h fahren.

5. 2 Verschiebeeinflüsse

Die SWE bilden mit den Schienen durch die starre Verschraubung einen in waagerechter Richtung sehr steifen Vierendeelträger. Eine Bewegung, Verschieben oder Ausbeulen in waagerechter Richtung konnten nicht festgestellt werden. Der Einbau eines ursprünglich vorgesehenen Horizontalverbandes auf den SWE außerhalb der Gleise unterblieb deshalb. Allerdings wurde jeder SWE an der zum Schutz des Stellwerks notwendigen Spundwand angeschweißt.

5. 3 Temperatureinfluß

Gegen Ende der Verschiebzeit liegt der SWE-Rost auf den gut geschmierten Gleitschwellen der Brücke. Temperaturdehnungen können sich in diesem Zustand fast ungehindert auswirken. Trotz vielfältiger gemeinsamer Überlegung konnte keine befriedigende Lösung als Vorbeugungsmaßnahme gefunden werden. Lediglich für den Notfall wurde vorgesehen, die SWE etwa in Mitte Feld durch eine breite Fuge zu trennen und beim Verschieb Druckstücke in diese einzusetzen.

Der Notfall trat aber nicht ein. Die Gleise zeigten keine temperaturbedingten Richtungsänderungen. Die Jahreszeit – September bis Dezember – mit ihren verhältnismäßig geringen Temperaturschwankungen wirkte sich günstig aus.

5.4 Durchbiegung der Brücke

Wesentlich für die Verwendbarkeit der Schubladenmethode ist die relativ setzungsfreie Lage der SWE. Insbesondere ist die Durchbiegung des ersten Stahlüberbaus zu beachten. Hier gibt der SWE-Rost um das Maß der Durchbiegung der Brücke nach, während er in rund 2 m Entfernung noch auf dem unnachgiebigen Schotterbett des Erdkörpers liegt. Die rechnerische Durchbiegung der Hohlkästen für Lastzug S beträgt bei ungünstiger Belastung 60 mm. Eine Durchbiegung in dieser Größenordnung hätten die SWE nicht mitmachen können. Sie hätten sich abgehoben und geklappert. Die Durchbiegung des vorderen Hohlkastens wurde deshalb auf rechnerisch 16 mm verringert, indem die beiden ersten Hohlkästen durch durchgehende Bodenplatten versteift wurden; dies bedeutete 30 t Stahlmehrverbrauch je Vorschubteil. Eine Belastungsprobe mit einer Dampflokomotive ergab eine Durchbiegung von 7 mm.

5.5 Berechnung der Zugkraft

Die Verschubpressen müssen Kräfte aufbringen, deren Größe sich aus den überlagernden Gewichten und dem Reibungsbeiwert errechnet. Dabei ist dieser Wert für die untere Verschubbahn – Teflon auf Edelstahl mit Silikonfett geschmiert – nach Versuchen vorsichtig mit $0,030 \div 0,035$ angenommen, der Reibungsbeiwert für die obere Verschubbahn – Stahl auf Stahl, mehr oder weniger gut geschmiert – mit $0,10 \div 0,15$. Bei der oberen Verschubbahn wurde auf die Minderung des Reibungsbeiwertes weniger Wert gelegt, da das belastende Gewicht relativ gering – etwa 400 t – und die Zahl der Reibungsstellen – etwa 1000 – außerordentlich hoch war.

Gewicht des Stahlüberbaues	1100 t
Gewicht der Bettung	2400 t
Gewicht der Schwellenersatzträger	300 t
Gewicht des Gleisgestänges	<u>100 t</u>
Insgesamt	3900 t
Widerstand in der unteren Verschubebene	
$3900 \text{ t} \times 0,030 =$	117 t
Widerstand in der oberen Verschubebene	
$300 \text{ t} \times 0,12 =$	<u>48 t</u>
Erforderliche Gesamtzugkraft =	165 t

6. Wirtschaftlichkeit (Kosten)

Bei der Anwendung der herkömmlichen Bauweise hätten die Gesamtkosten für das Bauwerk nach vorsichtiger Ermittlung 16,7 Mio DM betragen.

Bei Anwendung der Schubladenmethode werden Gesamtkosten von 15,3 Mio DM entstehen.

Mit Sicherheit kann gesagt werden, daß eine deutliche Einsparung von fast 10 % erzielt wurde.

Ein wesentlicher Vorteil ist dabei, daß ein Bauwerk erstellt werden konnte mit technisch und ästhetisch befriedigender Systemaufteilung und restlos geschweißten Verbindungen.

Das Verschiebverfahren nach der Schubladenmethode hat sich also bei schwierigen Verhältnissen in dem Bahnhofskopf – viele Gleise und Weichen, stark vermaschte Fahrleitung, viele getrennte Fahrstraßen – als wirtschaftlich und technisch überlegen erwiesen.

7. Literatur

Seeger, Albert: "Neuere Maßnahmen zur Einschränkung der Betriebsbehinderungen auf Brückenbaustellen"
ETR Sonderheft Brückenbau, Februar 1965

Räbicker, Fritz: "Das Durchpressen von Eisenbahnüberführungen durch Bahndämme unter besonderer Berücksichtigung des Eisenbahnbetriebes"
Der Tiefbau, April 1965

Gepp, Hans: "Einschieben einer Eisenbahnbrücke ohne Unterbrechung der Gleise und ohne Sperrpause (Schubladenmethode) – ETR 1971 Heft 9

Freudenberg, G. "Die Stahlhochstaße über den neuen Hauptbahnhof in Ludwigshafen/Rhein"
Sonderdruck aus "Der Stahlbau" 1970 – Heft 9 u. 10

8. Zusammenfassung

Für den Einbau der Brücke über die Landfermannstraße unter dem Nordkopf des Hauptbahnhofes in Duisburg wählte man zur Vermeidung von Betriebsbehinderung die "Schubladenmethode".

Es werden nach allgemeinen Betrachtungen dieses Verfahren beschrieben und wichtige Einzelfragen sowie Erfahrungen erörtert. Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung weist seine Überlegenheit gegenüber den herkömmlichen Montageverfahren in diesem und in ähnlichen komplexen Fällen nach.

Leere Seite
Blank page
Page vide