

Edition **ETR**

# FESTE FAHRBAHN



Hestra-Verlag

## Bildquellenverzeichnis:

Titel: Dyckerhoff & Widmann AG  
S. 11 unten, S. 25, S. 31, S. 36/37, S. 43, S. 55 Deutsche Bahn AG  
S. 17 Deutsche Asphalt GmbH  
S. 29, S. 63 E. Heitkamp GmbH  
Alle Bilder - soweit nicht besonders genannt - von den Autoren

ISBN 3-7771-0269-5

Edition ETR  
FESTE FAHRBAHN  
ist eine Sonderveröffentlichung der  
ETR — Eisenbahntechnische Rundschau

© 1997 bei Hestra-Verlag, Holzhofallee 33, D-64295 Darmstadt,  
Telefon (0 61 51) 39 07-0, Fax (0 61 51) 39 07-77

Alle Rechte der Verbreitung und Wiedergabe vorbehalten, Übersetzungen in eine andere Sprache,  
Nachdruck und Vervielfältigung — in jeglicher Form und Technik, auch auszugsweise —  
nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags gestattet.

Projektbegleitung: Ursula Hahn, Darmstadt  
Gesamtherstellung: Typo-Druck-Roßdorf GmbH, Roßdorf

Printed in Germany

<b>Geleitwort</b>	Dipl.-Ing. Peter Münchschwander, ..... 7 Mitglied des Vorstandes der Deutschen Bahn AG (DB AG), Vorstand Fahrweg Berlin/Frankfurt am Main
<b>Anforderungen</b>	<p>Warum Feste Fahrbahn? ..... 8 Dipl.-Ing. Reinhold Rump, Leiter der Entwicklungsabteilung des Geschäftsbereiches Netz in der Zentrale der DB AG, Frankfurt am Main</p> <p>Anforderungskatalog zum Bau der Festen Fahrbahn ..... 12 Dipl.-Ing. Jürgen Mörscher, Leiter Oberbau in der Zentrale der DB AG, Frankfurt am Main</p>
<b>Technische Grundlagen</b>	<p>Konstruktion und Bemessung von Festen Fahrbahnen ..... 18 Prof. Dr.-Ing. Josef Eisenmann, o. Professor und Direktor des Prüfamtes für Bau von Landverkehrswegen der TU München und Dr.-Ing. Lothar Mattner, Akademischer Oberrat am Prüfam für Bau von Landverkehrswegen der TU München, München</p> <p>Der Erdkörper — ein Element zur Optimierung des Fahrweges .... 24 Dr.-Ing. Erich Rehfeld, Geschäftsführer BAUGRUND DRESDEN Ingenieurgesellschaft mbH, Dresden</p> <p>Untersuchungen zur Verminderung der Schall- und Erschütterungsemission von „Festen Fahrbahnen“ ..... 30 Dipl.-Phys. Günther Hauck, Abteilungsleiter BT 51 im Zentralbereich Basistechnologien der DB AG, und Dr.-Ing. Georg Hölzl, L BT 511 im Zentralbereich Basistechnologien der DB AG, München</p> <p>Instandhaltung der Festen Fahrbahn ..... 38 Dr.-Ing. Edgar Darr, Leiter des Projektes „Optimierung Feste Fahrbahn“ Geschäftsbereich Netz, DB AG, Berlin</p>
<b>Prüfungen und Zulassungen</b>	<p>Prüfung und Zulassung von Bauarten der Festen Fahrbahn durch das Eisenbahn-Bundesamt ..... 44 Dr.-Ing. Günter Oberweiler, Leiter des Bereichs Oberbau beim Eisenbahn-Bundesamt, München</p> <p>Untersuchung von Feste Fahrbahn-Konstruktionen durch eine anerkannte Prüfstelle ..... 48 Prof. Dr.-Ing. habil. Günther Leykauf, Extraordinarius für Erhaltung und Erneuerung von Landverkehrswegen der TU München, und Dr.-Ing. Lothar Mattner, Akademischer Oberrat am Prüfam für Bau von Landverkehrswegen der TU München, München</p>
<b>Anwendungen</b>	<p>Feste Fahrbahn — Entwicklungen im Ausland ..... 56 Prof. Dr.-Ing. habil. Günther Leykauf, Extraordinarius für Erhaltung und Erneuerung von Landverkehrswegen der TU München, und Dipl.-Ing. Nasser Maleki, Wissenschaftlicher Angestellter am Prüfam für Bau von Landverkehrswegen der TU München, München</p> <p>Schotterloser Oberbau im öffentlichen Personennahverkehr ..... 64 Dipl.-Ing. Herbert Sladek, Fachstellenleiter Bahnbau beim Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), Köln</p> <p>Schotterloser Oberbau im Schienenverkehr in Köln ..... 70 Dipl.-Ing. Karl Bücken, Leiter Bahnanlagen und stv. Betriebsleiter der Kölner Verkehrs-Betriebe AG (KVB), Köln</p>

**Bauarten und  
Komponenten der  
Festen Fahrbahn**

Deutsche Asphalt GmbH/Philipp Holzmann AG:  
Feste Fahrbahn im Spannungsfeld von Innovation  
und Bewährung . . . . . 74

Dyckerhoff & Widmann AG:  
Anwendung der Festen Fahrbahn/Bauart Rheda  
Entwicklung der Bauart DYWIDAG-Rheda . . . . . 78

E. Heitkamp GmbH:  
Hochgeschwindigkeit auf Schienen —  
Feste Fahrbahn „System Heitkamp“ . . . . . 84

Hochtief/Schreck-Mieves:  
Feste Fahrbahn . . . . . 88

Saar-Gummiwerk GmbH:  
Kontinuierlich elastisch gelagertes Schienensystem  
gleitend eingebettet für Feste Fahrbahn . . . . . 90

Pfleiderer AG/Spie Batignolles:  
Die Feste Fahrbahn Rheda-Berlin — Die sichere und wirtschaftliche  
Lösung für den Hochgeschwindigkeitsverkehr . . . . . 92

Strabag Hoch- und Ingenieurbau AG:  
Erweiterungen für ein erprobtes System Feste Fahrbahn  
für Erdbauwerke, Brücken und Tunnel . . . . . 96

Vossloh Rail Systems GmbH:  
Vossloh Schienenbefestigungssystem 300 sowie  
System Schallabsorber für Feste Fahrbahn . . . . . 100

Leonhard Weiss GmbH & Co., Crailsheim:  
Feste Fahrbahn Crailsheim — zukunftsweisende Technologie  
für den Schienenverkehr. . . . . 102

Leonhard Weiss GmbH & Co., Göppingen:  
Infundo® - die bewährte Schiene in die Zukunft . . . . . 104

Ed. Züblin AG:  
Feste Fahrbahn Bauart Züblin . . . . . 106

BWG Butzbacher Weichenbau Gesellschaft mbH, WBG Weichenwerk Brandenburg GmbH:  
Neuer Standard für Weichen im Hochgeschwindigkeitsverkehr. . . . . 108

Clouth Gummiwerke AG:  
Schienenaufleger für die Feste Fahrbahn im Vergleich . . . . . 110

Getzner Werkstoffe GmbH:  
Produkte für die Elastizität im Oberbau  
und für den Korperschallschutz . . . . . 112

„Feste Fahrbahn“ . . . . . 114

**Chronologie**

## Inhalt des Anforderungskatalogs zum Bau der Festen Fahrbahn

### 2.1 Abschnitt 1 Vorbemerkungen

Der gegenwärtige Wissensstand zur Entwicklung, zum Bau und zur Instandhaltung der Festen Fahrbahn hat noch keinen Eingang in das Regelwerk der DB AG gefunden.

Deshalb ergänzt der Anforderungskatalog das vorhandene Regelwerk standardsetzend für die Einsatzbereiche

- ▷ Erdbauwerke
- ▷ Brücken und
- ▷ Tunnel.

Dabei wird eine Mindestnutzungsdauer der Festen Fahrbahn von 60 Jahren gefordert.

### 2.2 Abschnitt 2 Allgemeine Anforderungen

In den Konstruktionsgrundsätzen wird die Feste Fahrbahn als eine auf einer Betontragschicht (BTS) bzw. Asphalttragschicht (ATS) frostsicher gegründete und in ihrer Einfederung und Dämpfung definierte Oberbaukonstruktion beschrieben. Sie erfordert eine verformungsarme Auflagerung, die in der Regel auf Brücken und in Tunneln gegeben ist. Auf Erdbauwerken erfordert die Feste Fahrbahn einen mehrschichtigen Aufbau des Tragsystems mit von unten nach oben ansteigender Steifigkeit, um Überbeanspruchungen zu vermeiden und eine langfristige Beständigkeit zu garantieren. Zwischen der gebundenen Tragschicht des Oberbaus und der ungebundenen Tragschicht des Unterbaus ist grundsätzlich eine Hydraulisch Gebundene Tragschicht (HGT) anzuordnen (Bild 1). Bei der Verwendung von Schwellen ist eine Mindestbreite am Schwellenfuß von 2,20 m vorgeschrieben und ein Lastverteilungswinkel von 45° für die darunterliegenden Tragschichten anzusetzen.

In den Technischen Anforderungen gelten für die Feste Fahrbahn analog die für den Schotteroberbau in den DS 800

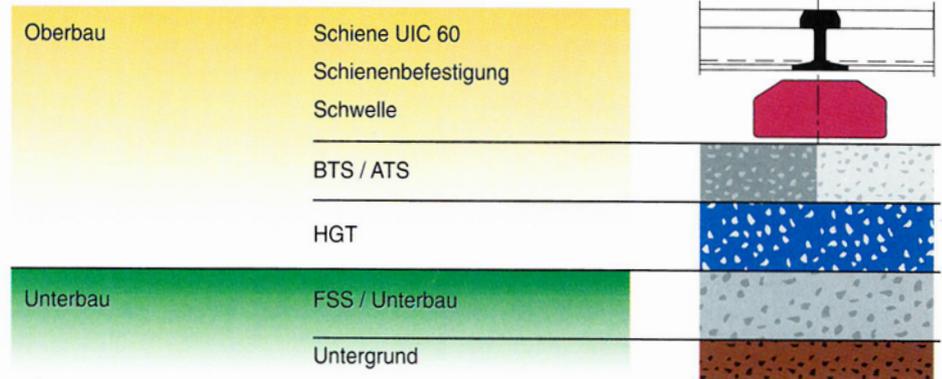


Bild 1: Tragschichtenaufbau mit Abgrenzung von Ober- und Unterbau am Beispiel der FF auf Erdbauwerken

und 820 sowie der EBO formulierten Bedingungen. Als Mindestradius sind 300 m vorgegeben.

Weiterhin sind allgemeine Anforderungen für eine Realisierungsmöglichkeit in der Schienenbefestigung, für die Schienenneigung und Spurgenauigkeit, die Befahrbarkeit in Tunneln und aus den Umweltbedingungen enthalten.

Sicherheitsrelevante Konstruktionsteile der Schienenbefestigung sowie signaltechnische und elektrotechnische Anlagen müssen für visuelle Kontrollen zugänglich sein.

### 2.3 Abschnitt 3 Systeme und Bauarten

Die Konstruktionen der Festen Fahrbahn unterscheiden sich hinsichtlich

- ▷ monolithischer Systeme und
- ▷ aufgelagerter Systeme.

Beide haben noch den Gleisrost als Konstruktionselement.

Bei den monolithischen Systemen ist der Gleisrost (Schienen und Schwellen) integraler Bestandteil der Tragschicht, d. h. die Schwellen sind in die Betontragschicht (BTS) oder Asphalttragschicht (ATS) eingebunden. Bestimmend für aufgelagerte Systeme ist, daß der Gleisrost auf der BTS bzw. ATS aufliegt und die Horizontalkräfte durch eine entsprechende Verankerung der Schwellen in die Tragschicht übertragen werden. Neu sind schwellenlose Bauarten mit dichter Auflagerung der Schienenstützpunkte auf der Betontragschicht.

Bevor einer Bauart der Festen Fahrbahn bei der Deutschen Bahn eine allgemeine Zulassung als Regelbauart durch das Eisenbahnbundesamt (EBA) erteilt wird, muß sie einer mehrjährigen Betriebserprobung mit mehr als 100 Mio. Lasttonnen unterzogen werden. Der Zulassung zur Betriebserprobung durch das EBA geht ein positiver Test auf einem Prüfstand voraus. Z. Z. sind bei der DB AG mit 4 Regelbauarten und 11 Bauarten zur Betriebserprobung ca. 135 km Gleise in Fester Fahrbahn gebaut.

### 2.4 Abschnitt 4 Oberbau- und vermessungstechnische Anlagen

Die elastische Schienenlagerung soll bei einer vorgegebenen Elastizität von 20 kN/mm eine statische Einsenkung von etwa 1,5 mm unter einer Achsfahrmasse von 20 t gewährleisten. Um Herstellungstoleranzen oder Setzungen auszugleichen, sind in der Schienenbefestigung Regulierungsmöglichkeiten

- ▷ in der Höhe von + 26 mm und - 4 mm und
- ▷ in der Seite von + 5 mm und - 5 mm

vorzusehen, wovon zur Regulierung von Herstellungstoleranzen absolut nur 10 mm in der Höhe und 2 mm in der Seite verbraucht werden dürfen.

Die gleichmäßige Auflage der Schienen erlaubt einen Stützpunktstand von 65cm.

Für die BTS wird die Fertigungsklasse B 35 und ein Bewehrungsanteil von 0,8 bis 0,9 % des Betonquerschnitts in mitti-

Von  
Günther Hauck  
und Georg Hölzl

# Untersuchungen zur Verminderung der Schall- und Erschütterungsemission

*Die bisherigen Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, daß die akustische Gleichwertigkeit der „Festen Fahrbahnen“ (FF) mit dem Schotteroberbau bezüglich der Abstrahlung von Luftschall in die Umgebung gegeben ist. Zudem bewirken sie niedrigere Innenschallpegel in den Reisezügen und schneiden bezüglich der Emission von Erschütterungen günstiger ab als der Schotteroberbau.*

## Ältere Untersuchungen

Schon am Anfang der 70er Jahre haben Geräuschmessungen ergeben, daß die Schallabstrahlung von Zügen bei Fahrten auf „Festen Fahrbahnen“ (FF) deutlich höher ist als bei Fahrten auf Schotterbettgleisen. Dieser durchaus erwartete Effekt ist auf die weichere Lagerung der Schienen und die damit verbundene Entkopplung von Schiene und Schwelle zurückzuführen. Das hat stärkere Schwingungen der Schienen zur Folge und kann eine höhere Luftschallabstrahlung im Frequenzbereich zwischen 300 Hz und 1000 Hz verursachen. Außerdem wird das vom Zug abgestrahlte Geräusch nicht mehr vom Schotterbett teilweise absorbiert, sondern beinahe ungeschwächt reflektiert, so daß mehr Schallenergie in die Umgebung gelangt als bei Fahrten auf Schotterbettgleisen. Auf den beiden Versuchsvarianten der FF bei Rheda und bei Oelde wurde im Geschwindigkeitsbereich zwischen 120 km/h und 250 km/h eine Schallpegelanhebung um etwa 4 dB(A) ermittelt. Messungen der TU München zur Emission von Erschütterungen ergaben damals im Vergleich zum Schotteroberbau niedrigere Werte.

Bereits damals wurde untersucht, ob das bezüglich Luftschall ungünstige Verhalten der FF durch schallabsorbierende Beläge kompensiert werden kann. Zu diesem Zweck hat man damals mit zwei verschiedenen einfachen 10 cm dicken,

nicht optimierten Absorptionsbelägen auf der FF bei Rheda orientierende Versuche durchgeführt. Dabei konnte die Pegelerhöhung bei der FF um 2 dB(A) verringert werden [1]. Eine Optimierung solcher Beläge fand jedoch nicht mehr statt, weil die Aussichten auf einen umfangreichen Einbau von FF damals nicht groß waren.

Viele Jahre später wurden im Zusammenhang mit dem Bau von Neubaustrecken in einigen Tunnelabschnitten FF eingebaut. Die damit verbundene Erhöhung des Fahrgeräusches im Tunnel und somit auch im Fahrgastraum bei Tunnelfahrt konnte man mit gegenüber den ersten Versuchen verbesserten Absorptionsbelägen auf der FF weitgehend beseitigen.

Aus akustischer Sicht soll ein optimaler Belag ein möglichst hohes Absorptionsvermögen im Frequenzbereich des Rollgeräusches der Züge zwischen 250 Hz und 3000 Hz aufweisen [2]. Das Absorptionsvermögen wird durch den Absorptionskoeffizienten  $\alpha$  gekennzeichnet, das ist das Verhältnis der vom Belag absorbierten Schallenergie zu der insgesamt auf den Belag auftreffenden Schallenergie.

Seit den 70er Jahren ist die akustische Optimierung von hochabsorbierenden Materialien weiter fortgeschritten. Als besonders geeignet zur Verwendung bei FF haben sich Porenbetone und vor



allein in letzter Zeit Holzbeton erwiesen. Gleisschotter als Abdeckung von Asphalttragschichten zeigte dabei wegen seiner relativ geringen Schichtdicke praktisch keine absorbierende Wirkung.

### Die Behandlung der FF im Rechenwerk „Schall 03“ von 1990

In der „Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen (Schall 03)“ wurden die akustischen Eigenschaften der FF in der Weise berücksichtigt, daß dort in einer Tabelle mit Schallpegelzuschlägen für Fahrbahnarten die „Feste Fahrbahn — nicht absorbierend“ mit einem Zuschlag von 5 dB(A) genannt wird. Das Betonschwellengleis im Schotterbett ist dort mit einem Zuschlag von 2 dB(A) aufgeführt. Nach „Schall 03“ ist also eine absorbierende FF dem Betonschwellengleis im Schotterbett als Regeloberbau der DB AG akustisch gleichwertig, wenn für sie ebenfalls ein Zuschlag in dieser Höhe

meßtechnisch nachgewiesen wurde. Das bedeutet, daß durch den Absorptionsbelag eine Pegelreduzierung von ca. 3 dB(A) erreicht werden muß.

### Neue experimentelle Untersuchungen zur Verringerung der Emission von Luftschall

Im Jahre 1993 wurden die Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der FF wieder forciert. Es wurden Abschnitte der Strecke Berlin—Hamburg als FF zwischen Wittenberge und Dergenthin (Bauart Züblin) sowie zwischen Breddin und Glöwen (Bauart Rheda) gebaut. Gleichzeitig damit wurde das Problem der Luftschallreduzierung grundlegend in Angriff genommen.

Zunächst wurde im Sommer 1994 bei Wittenberge untersucht, welche Effekte überhaupt erreichbar sind [3]. Dazu wollte man alle an der Pegelerhöhung der FF möglicherweise beteiligten Effekte

in zwei maximalen Versuchsvarianten gleichzeitig weitgehend ausschalten. Durch schrittweisen Rückbau dieser „Maximalvarianten“ sollten dann anschließend die Einflüsse der Einzeleffekte quantifiziert werden. In den „Maximalvarianten“ sind die folgenden drei Wirkungsmechanismen kombiniert:

- ▷ Absorption des nach unten abgestrahlten Rollgeräusches durch einen möglichst hoch heraufreichenden Belag zwischen und neben den Schienen (je dicker desto wirkungsvoller),
- ▷ Behinderung und Abschirmung der Schallabstrahlung der Schienen, indem diese vom Absorptionsmaterial so weit wie möglich umschlossen werden,
- ▷ Seitlich angeordnete niedrige Wälle oder Wände aus Absorptionsmaterial zur Erschwerung des Schallaustritts aus dem „Kanal“ zwischen Absorptionsbelag und Wagenkastenboden.

In Bild 1 und Bild 2 sind die beiden Versuchsvarianten unter Verwendung von kunststoffgebundenem Altreifengranulat (Körnung 2/5 mm, Bild 1) bzw. von

Von  
Karl Bücken

# Schotterloser Oberbau im Schienenverkehr in Köln

*Bei den Kölner Verkehrsbetrieben (KVB), ist die Feste Fahrbahn schon seit 1970 nicht nur in der Entwicklung, sondern auch mit den verschiedensten Entwicklungsstufen in Betrieb.*

*Begonnen wurde mit dem schotterlosen Oberbau auf konstruktivem Unterbau im Zuge des unterirdischen Stadtbahnausbaues. Hier bot sich wie von selbst die bewehrte, biegesteife Tunnelsohle als „Fester Fahrbahnunterbau“ zur Entwicklung des bettungs- und schwellenlosen Oberbaues an. Man sprach nach den ersten, speziell in Köln entwickelten Schienenlagern der Bauform 1403 b auch von einem Gleis „auf Gummi und Beton“ [1]*

## Kölner Einbaumethode

Hierbei handelt es sich um Schienenlager als Einzelstützpunkte auf Betonlängsbalken. Das Ziel war, mit größter Maßgenauigkeit trotzdem wirtschaftlich zu arbeiten. Erreicht wurde dies durch die besondere Kölner Einbaumethode [2].

Im Gegensatz zum bekannten herkömmlichen Gleisbau wird hier der Gleisaufbau von „oben nach unten“ durchgeführt. Im einzelnen bedeutet dieses:

Die Schienen werden ausgelegt, aufgeklotzt, verschweißt und mit Unterschwellen — U-Eisen mit spurgena-

aufgeschweißten Rippenplatten für Schienen S49/S54 — verschraubt. Im doppelten Stützpunktstand werden Montagestützen auf der Tunnelsohle befestigt.

Nachdem die Stützpakete — das sind die Schienenaufleger mitsamt ihren Befestigungsdübeln — an den Schienen aufgehängt und fest verschraubt worden sind, wird die ganze Konstruktion ausgerichtet und an den Montagestützen unverschieblich befestigt (Bild 1). Die Bewehrungsstähle werden eingebracht und die zu betonierenden Balken mit einer Stahlgleitschalung eingeschalt. Bereits zu diesem Zeitpunkt wird das Gleis vermessungstechnisch entsprechend den Vorgaben für das fertige



Bild 1: Bettungsloses Gleis vor dem Einschalen. Das Gleis ist feingerichtet und festgelegt

Gleis nach Seite, Höhe und Überhöhung mit einer Toleranz von  $\pm 1$  mm je Ausrichtung abgenommen. Erst danach werden die Balken betoniert.

Die Kölner Einbaumethode wurde im Laufe der nun über 25jährigen Praxis mehrfach verbessert und verfeinert. Viele der Verbesserungen ergaben sich auf Anregungen der vor Ort tätigen Bauausführenden und kreativen Handelns der Handwerker, Techniker und Ingenieure der KVB und der ausführenden Baufirmen. Sie bietet mit ihrem Fließtaktverfahren und den gewählten Bauelementen gegenüber anderen Bauweisen entscheidende Vorteile:

▷ Arbeitserleichterung:

Es müssen nicht unzählige Löcher für die Befestigungsschrauben in den harten Beton gebohrt werden, wobei stets das Risiko besteht, auf Bewehrungsstahl zu stoßen.

▷ Dauerhaft maßgenaue Gleislage:

Sie macht ein Nachjustieren unnötig, ist aber bei Bedarf (beispielsweise bei Setzungen der Tunnelblöcke) möglich.

▷ Universeller Einsatz:

Im Tunnel, auf der Hochbahn, auf Stahlbetonbrücken oder auf Rampen und auch auf Erdplanum mit Tragplatte einsetzbar.

▷ Gute Körperschalldämmung:

Durch die Verwendung von bewährten Stützpunktkonstruktionen der Form 1403b, 1403c, 1403d.

▷ Hohe Wirtschaftlichkeit:

Geringste Abnutzung bei langer Liegedauer.

Der Aspekt der Wirtschaftlichkeit war und ist ausschlaggebend für die Auswahl einer Bauform mit einer außergewöhnlichen Bauweise.

Die höheren Einzelkosten des schotterlosen Gleisoberbaues wurden u. a. durch die Reduzierung der Tunnelhöhe um 25 bis 30 cm kompensiert, vor allem aber durch die Einsparung der üblichen Durcharbeitung der Schotterbettung (bei stark belasteten Strecken etwa alle 2 1/2 Jahre), die nur während der etwa dreistündigen nächtlichen Betriebspausen ausgeführt werden können [1].

Bereits 1972 wurde mit dem Bau der Hochbahn auf dem Streckenabschnitt der Verlängerung der Gürtelbahn der

erste größere Abschnitt mit schotterlosem Oberbau mit insgesamt ca. 6 km Gleislänge begonnen (Bild 2). Dieser Bauabschnitt wurde 1974 gemeinsam mit den parallel dazu erstellten Tunnelstreckenabschnitten in der Neußer Straße zwischen Ebertplatz und Mollwitzstraße sowie auf der Ringstrecke im Bereich des Hansaring zwischen Ebertplatz und Christophstraße in Betrieb genommen. Hierbei wurden auch erstmals Weichen — als Gleiswechsel — in schotterloser Bauweise eingebaut.

Nach nunmehr fast 25jähriger Liegedauer kann man trotz der damaligen Bedenken, Betontragplatten auf Erdunterbau würden u. U. hohe Folgekosten für Setzungsausgleichsmaßnahmen nach sich ziehen, feststellen, daß sich diese Bauweise auch hier bestens bewährt hat.

### HOCHBAHN

- ① Fertigteil-Gesimskonstruktion
- ② Gleisbalken
- ③ bekriechbarer Hohlkasten
- ④ Neotopf-Gleitlager

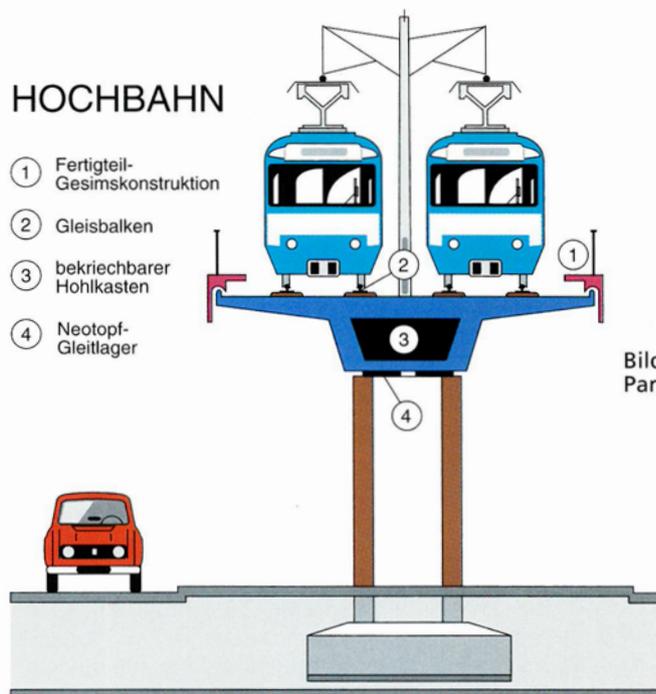


Bild 2: Hochbahnabschnitte Parkgürtel

Dazwischen wurde bereits im Oktober 1973 in Köln-Höhenhaus der erste in Deutschland gebaute zweigleisige 600 m lange Streckenabschnitt auf Betontragplatte auf Erdunterbau in Betrieb genommen. Die Platte wurde seinerzeit von Prof. Eisenmann von der TU München berechnet. Das ist der einzige schotterlose Gleisbauabschnitt auf einer durchgehenden Betontragplatte auf Erdunterbau in Köln bis heute geblieben. Dieser Bauabschnitt entstand allerdings nicht unter der Maßgabe, einen instandhaltungsarmen Oberbau zu entwickeln, sondern vielmehr aus der Forderung nach einer wasserundurchlässigen Sohle der Gleisbettung, um im Ernstfall eines Unfalls auf der oberhalb der Gleistrasse geführten Bundesstraße ein Versickern von auslaufenden Gefahrstoffen (Öl, Dieselkraftstoffe, etc.) zu verhindern.

### Kölner Ei — Oberbau 1403/c und Alternativ 1-1403/d

Nach dem Bau der Hochbahn ging es mit dem Bau von Tunnelstrecken zügig weiter [3]. In den Jahren 1980 bis 1983 erhöhte sich die Gesamtlänge mit der Inbetriebnahme der rechtsrheinischen Streckenabschnitte Deutz, Kalk und



Bild 3: „Kölner Ei“

Von  
Hans Bachmann  
und Dieter Pietschmann

# Die Feste Fahrbahn Rheda-Berlin — Die sichere und wirtschaftliche Lösung für den Hochgeschwindigkeitsverkehr

Die Deutsche Bahn AG (DB AG) hat 1994 nach hartem Wettbewerb entschieden, auf einer der am stärksten befahrenen Bahnstrecken der Welt — der Stadtbahn Berlin — die Feste Fahrbahn Bauart Rheda-Berlin einzusetzen. Die DB AG entschied sich damit für die Verbindung der langjährigen positiven Erfahrungen mit der Bauart Rheda und der technischen und wirtschaftlichen Verbesserungen der Weiterentwicklung Rheda-Berlin.

Die Systementwickler Spie Batignolles und Pfeleiderer Verkehrstechnik haben inzwischen aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse Innovationsschritte vollzogen als Voraussetzung für eine technisch sichere und wirtschaftlich günstige Grundlage für die Anwendung im Hochgeschwindigkeitsverkehr.

## Feste Fahrbahn Rheda-Berlin „Stadtbahn“

Die Feste Fahrbahn der Bauart Rheda-Berlin hat ihre Wurzeln in der bestens bewährten Rheda-Technik, die bereits seit den 70er Jahren erfolgreich im Netz der DB AG eingesetzt ist. In der neuen Bauart werden alle Bemessungsgrundlagen des ursprünglichen Systems unverändert angewandt. Die Ziele der Weiterentwicklung zur Bauart Rheda-Berlin lagen in der Vereinfachung des Systemaufbaus, der Einbautechnik und der Verbesserung der Einbettung der Schwelle im Füllbeton.

Bild 1 zeigt den schematischen Systemaufbau der Bauform Rheda-Berlin „Stadtbahn“. Deutlich sichtbar ist der aufgrund der örtlichen Verhältnisse erforderliche Unterbau einer 30 cm starken Betontragplatte, auf die die Abdichtung und darauf eine 15 cm dicke Schutzbetonschicht aufgebracht ist. Durch eine 2 mm dicke Folie

getrennt liegt darüber der bauartypische Trog mit dem neuen Oberbausystem Rheda-Berlin.

Die entscheidende Änderung gegenüber dem ursprünglichen Rheda-System ist die Verwendung einer speziell auf das System abgestimmten Zweiblockschwelle mit einer Länge von nur 2,25 m. Hierdurch gelang es, die Anordnung und das Handling der Längs- und Querbewehrung des Füllbetons erheblich zu verbessern. Dabei entfällt die Querbewehrung ganz, da der völlig neue Entwurf der Schwelle auch die transversale Bewehrungsfunktion erfüllt. Die Längsbewehrung wird an den inneren und äußeren Blockenden schweißtechnisch mit der Schwellenbewehrung verbunden. Dadurch entfällt das aufwendige Durchfädeln der Längsarmierung durch Löcher in Monoblockschwällen sowie die mühsame Kontrolle des einwandfreien Verfüllens der Zwischenräume zwi-

schen Lochaußenwandung und Längsbewehrung.

Die Zweiblockschwelle B 355 TS ist eine schlaff armierte Schwelle mit einem in sich formstabil verschweißten Bewehrungskorb. Basis des Korbs sind 4 Betoneisen mit  $\varnothing 16$ , die durch die gesamte Schwelle in 2 Lagen durchgezogen sind. Die unteren Enden der Eisen sind ca. 6 cm über die Blockenden hinaus verlängert. Die Einbindung dieser Schwelle im Füllbeton wird gegenüber der herkömmlichen Rheda-Monoblockschwelle deutlich verbessert. Die geometrische Anordnung der freiliegenden Bewehrungsstäbe ist so gewählt, daß die betontechnischen Anforderungen, wie z. B. die Überdeckung, erfüllt werden. Um den exorbitanten Beanspruchungen an die Schwelle aufgrund der engen Gleisbögen der Stadtbahn (unter 250 m) gerecht zu werden, wurden zwei spezielle Maßnahmen ergriffen, die das System Stadtbahn von anderen Festen Fahrbahn-Bauarten unterscheiden. Zum einen sind die Schwellenhöcker mit parallel zu den schrägen Flanken der Winkelführungsplatten ausgeführten Höckerbewehrungsbügeln versehen, die mit den durchlaufenden Betoneisen verschweißbar sind und zweitens werden in den Bögen unter 300 m Radius in der Vossloh-Schienenbefestigung IOARV 300 verstärkte Winkelführungsplatten WFP 15 eingesetzt. In den Bereichen mit größeren Radien bis  $\infty$  wird die Normalversion WFP 15 A angewandt. Eine weitere Spezialität in der Schienenbefestigung ist der fast ausschließliche Einsatz der Spannklemme SKL 15 B mit einer reduzierten Festhaltekraft, damit die Schienen auf

dem praktisch vollständig auf Viadukten und Brücken verlegten System im Schienenaufleger dauerhaft beweglich bleiben.

Eine weitere Eigenart des Systems „Stadtbahn“ ist die segmentierte Ausführung der Tröge. Die Tröge weisen alle 7,80 m eine Fuge von 10 cm Breite auf. Auch damit wird den speziellen örtlichen Verhältnissen und den Bewegungen in den Tragwerken Viadukte und Brücken Rechnung getragen. Diese Segmentierung ist jedoch bei der üblichen Ausführung auf Erdbauwerken nicht erforderlich.

Durch das Ausrichten und Fixieren des Gleises an der Oberkante der Schiene ergibt sich eine hohe Präzision und damit eine ausgezeichnete Qualität der späteren Gleislage.

Die beiden folgenden Bilder vermitteln einen Eindruck vom realen Querschnitt des Systems ohne Füllbeton sowie von der optisch

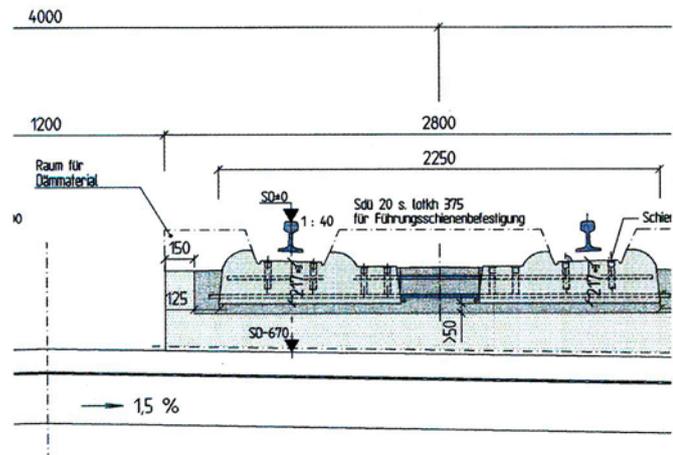


Bild 1: Querschnitt Rheda-Berlin „Stadtbahn“

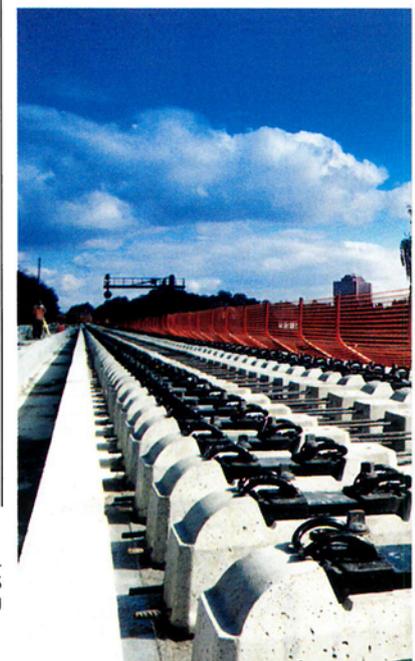


Bild 2: Zweiblockschwelle B 355 TS im Betontrug

## S-Bahn

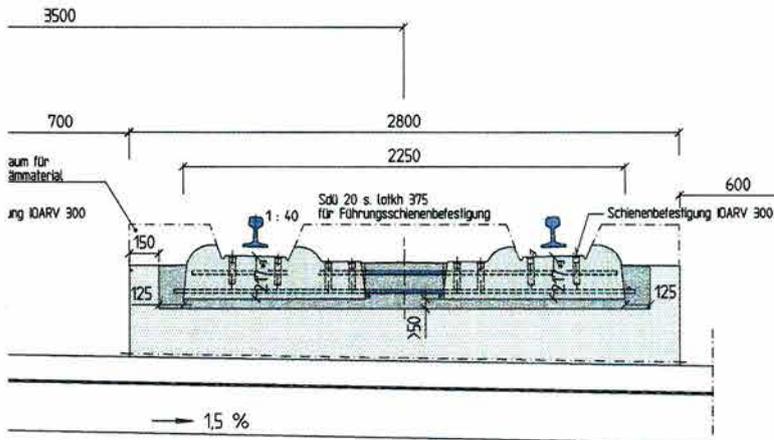


Bild 4: Baumuster im Maßstab 1:1 im Betonschwellenwerk Coswig



eindrucksvollen Gesamtansicht der Strecke.

Vor dem Einbau auf den Stadtbahnbögen wurde das System einer harten Testphase unterzogen mit dem Ziel der Zulassung für den Einsatz der DB AG. Die Testphase bestand aus folgenden Schritten:

- ▷ Praktische Prüfung an der Zweiblockschwelle durch die TU München nach den Anforderungen für DB Gleisschwellen.
- ▷ Praktische Prüfung durch die TU München eines Trogsegments aus 6 Halbschwellen zur Prüfung der Dauerbeanspruchbarkeit. Dabei wurde die Schiene unter einem Lastwinkel von 35° über vier Millionen Lastspielen ausgesetzt. Die Belastung wurde in drei Stufen bis zu Extrembeanspruchungen gesteigert. Die dritte Stufe mit Blick auf die realen Verhältnisse der Stadtbahnbögen Berlin.
- ▷ Aufbau eines ca. 30 m langen, d. h. aus 4 Trogsegmenten beste-



Bild 3: Gesamtansicht Stadtbahnbögen Berlin



henden Baumusters im Maßstab 1:1 (Bild 4). Mit diesem Baumuster sollten nicht nur das Verhalten der Bauart unter realen Witterungs- und Klimabedingungen verifiziert werden, sondern auch der praktische Umgang mit dem System, wie z. B. das Einbringen, Ausrichten, Festlegen und Vermessen des Gleises sowie das Einbringen des Füllbetons. Nicht zuletzt kam diesem Schritt dadurch Bedeutung zu, daß er durch die ausgezeichnete Demonstrationswirkung das Zulassungsverfahren und die Akzeptanzfindung bei Betreiber und anderen mit dem Projekt befaßten Stellen entscheidend förderte.

Alle Schritte der Testphase konnten mit sehr guten Ergebnissen erfolgreich abgeschlossen werden, so daß im Anschluß daran durch das Eisenbahn-Bundesamt (EBA)



Bild 5: Die Verlegung des Schallsorbensystems Pfeleiderer auf einem Festen Fahrbahn Gleis



Feste Fahrbahn – eine faszinierende technische Entwicklung und eine mutige unternehmerische Entscheidung. Wirtschaft, Wissenschaft, Anwender und Aufsichtsbehörde interessieren sich sehr für Antworten auf Fragen zu einer Innovation für den Schienenfahrweg.

Ausgelöst durch die Zielsetzung der Deutschen Bahn AG, für ihre Hochgeschwindigkeitsstrecken die Feste Fahrbahn als Ausgangsbasis der Planung zugrunde zu legen, wurden in den letzten drei Jahren mehr als 15 innovative Systeme der Festen Fahrbahn in Zusammenarbeit von DB AG, Bauindustrie, Forschung und Wissenschaft entwickelt. 42 Autoren berichten ausführlich und fachkundig, wie der Prozeß der Innovation und der Optimierung der Systeme der Festen Fahrbahn stetig vorangegangen ist.

Ist die Feste Fahrbahn für die DB AG eine technische Innovation nur für den Hochgeschwindigkeitsverkehr? Senkt sie maßgeblich die Instandhaltungskosten? Ist sie „nur“ eine mutige unternehmerische Entscheidung? Die sachverständige Antwort auf diese und viele Fragen mehr erhält der Leser in dieser Edition ETR unter Auswertung der bisher vorliegenden Erfahrungen mit der Festen Fahrbahn bei in- und ausländischen Bahnen.