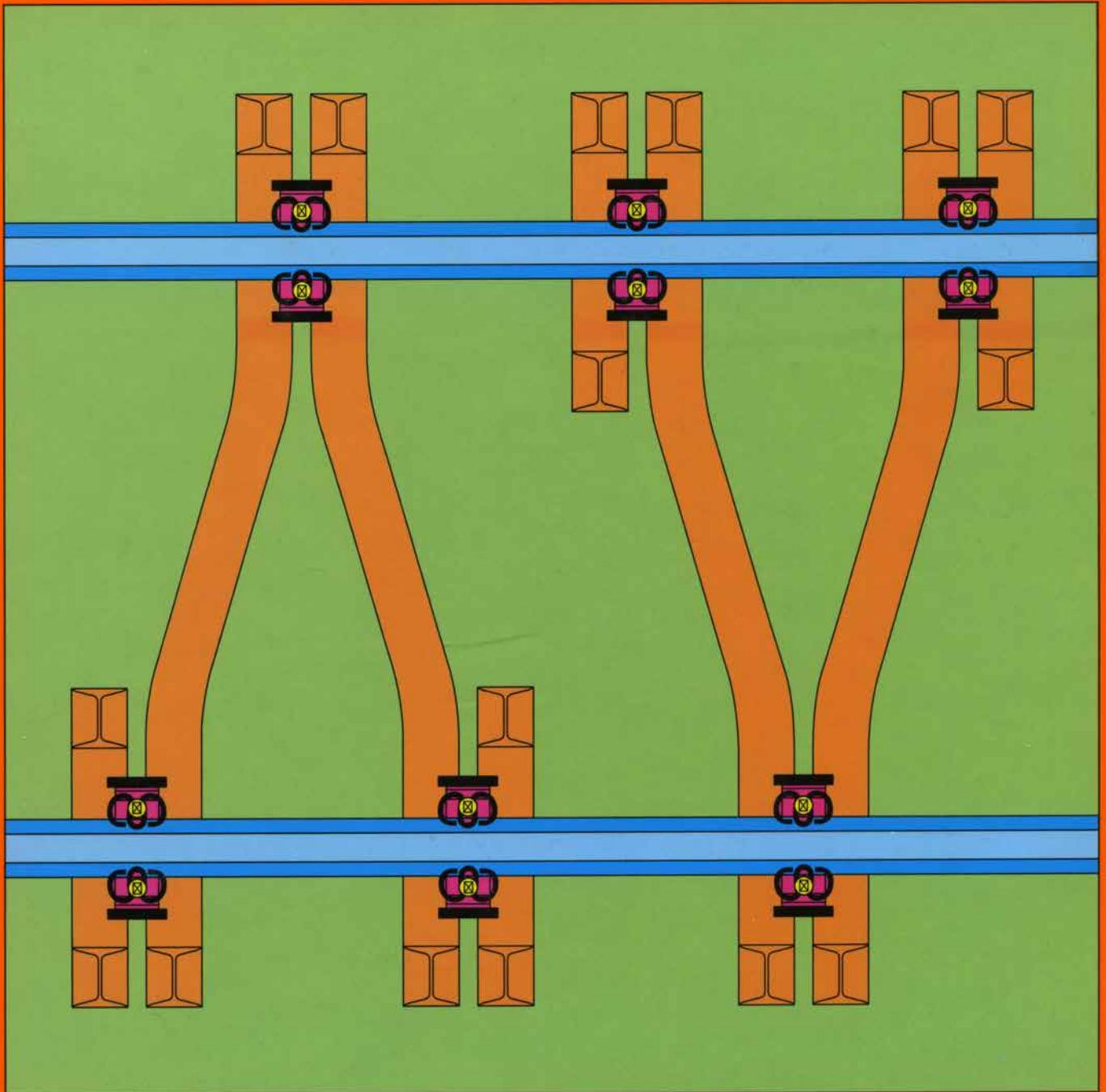


# Y-STAHLSCHWELLEN OBERBAU



# Y-STAHLSCHWELLEN Oberbau

## Die Autoren

Prof. Dr.-Ing. habil. Gunther Führer,  
Schüßler-Plan Ingenieurberatung, Büro Dresden,  
Mitglied der FYS e.V.

Prof. Dr.-Ing. Karl Endmann,  
Abteilungspräsident a.D.,  
Geschäftsführer der FYS e.V.

Prof. Dr.-Ing. habil. Günter Berg,  
TU Dresden,  
Fakultät für Verkehrswissenschaften,  
Institut für Verkehrswegebau



Hestra-Verlag

© 1994 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.

Gestaltung: Axel Pfeiffer, Darmstadt

Druck: Typo-Druck-Roßdorf GmbH

Bindearbeiten: IVB, Heppenheim

Printed in Germany

ISBN 3-7771-0257-1

Dieses Buch entstand mit großer Sorgfalt. Trotzdem können Fehler nicht ganz ausgeschlossen werden. Verlag und Autoren können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen. Für Verbesserungsvorschläge und Hinweise auf Fehler sind Verlag und Herausgeber dankbar.

# Inhalt

Geleitwort .....	7
Vorwort .....	9
Kapitel 1 Grundlagen.....	12
1.1 Bestandteile des Eisenbahnoberbaus.....	12
1.2 Unterschwellung / Funktion und Bedingungen.....	12
1.3 Entwicklung der Schienenunterstützung.....	14
Kapitel 2 Schienenunterstützung mit Trog-Stahlschwellen.....	18
2.1 Herstellung der Trog-Stahlschwellen .....	18
2.2 Verlegung und Instandhaltung .....	20
2.3 Anwendungsumfang .....	20
Kapitel 3 Y-Stahlschwellen für Gleise .....	24
3.1 Anforderungen.....	24
3.2 Konstruktion .....	26
3.3 Y-Stahlschwellensystem .....	32
3.4 Schienenbefestigungen.....	45
3.5 Herstellung .....	51
3.6 Erprobung und Berechnung .....	55
3.7 Bau und Instandhaltung .....	73
3.8 Wirtschaftlichkeit und Ökologie.....	82
3.9 Versuchsabschnitte und Erfahrungen .....	85
Kapitel 4 Weichenschwellen für den Y-Stahlschwellenoberbau .....	106
4.1 Weichenschwellen für den Schotteroberbau .....	106
4.2 Weichenschwellen für die Feste Fahrbahn .....	114
4.3 Erprobung der Weichen für den Y-Stahlschwellenoberbau.....	116
Kapitel 5 Gegenwart und Zukunft.....	120
5.1 Die Y-Stahlschwelle in Königsberg .....	120
5.2 Referenzen .....	120
5.3 Chronik .....	123
5.4 Schlußbetrachtung .....	125
Literaturverzeichnis .....	126



Zugfahrt auf einer DB-Strecke auf Y-Stahlschwellen bei Welsede am 20.09.1986

# Geleitwort

Die richtige Wahl des Fahrweges hat für die Eisenbahn nach wie vor eine besondere Bedeutung, denn von ihm hängt die Wirtschaftlichkeit des Systems in hohem Maße ab.

Erprobung und Erforschung der Fahrwegkomponenten in Theorie und Praxis stellen hohe Anforderungen an die Wissenschaft, Industrie und Eisenbahningenieure. Der Erkenntnisstand hat in den zurückliegenden Jahren beachtlich zugenommen; er kann und wird nicht auf der jetzigen Stufe stehen bleiben.

Dafür sorgen schon neue Erfahrungen an den Fahrweg und seinen Oberbau, wie sie zum Beispiel aus dem Hochgeschwindigkeitsverkehr der Eisenbahnen in zahlreichen Ländern erwachsen. Die technischen Möglichkeiten des Rad/Schiene-Verkehrs sind noch nicht ausgeschöpft, wie immer wieder versichert wird.

Greift man einmal die Eisenbahnschwelle als Teil des Oberbaues und damit als ein Glied im Fahrweg heraus, ist der technische Fortschritt unverkennbar. Auf den Strecken der Eisenbahnen gibt es seit Jahrzehnten Holz-, Beton- und Stahlschwellen. Die aus den verschiedenen Baustoffen geformten Produkte konkurrieren einander, wodurch innovative und wirtschaftliche Vorteile entstehen.

Unverkennbar sind gerade bei den Betonschwellen die großen Fortschritte im Oberbauwesen zu erkennen, sei es bei den Spannbetonschwellen im Schotterbett oder bei den auf Fester Fahrbahn verlegten Betonschwellen.

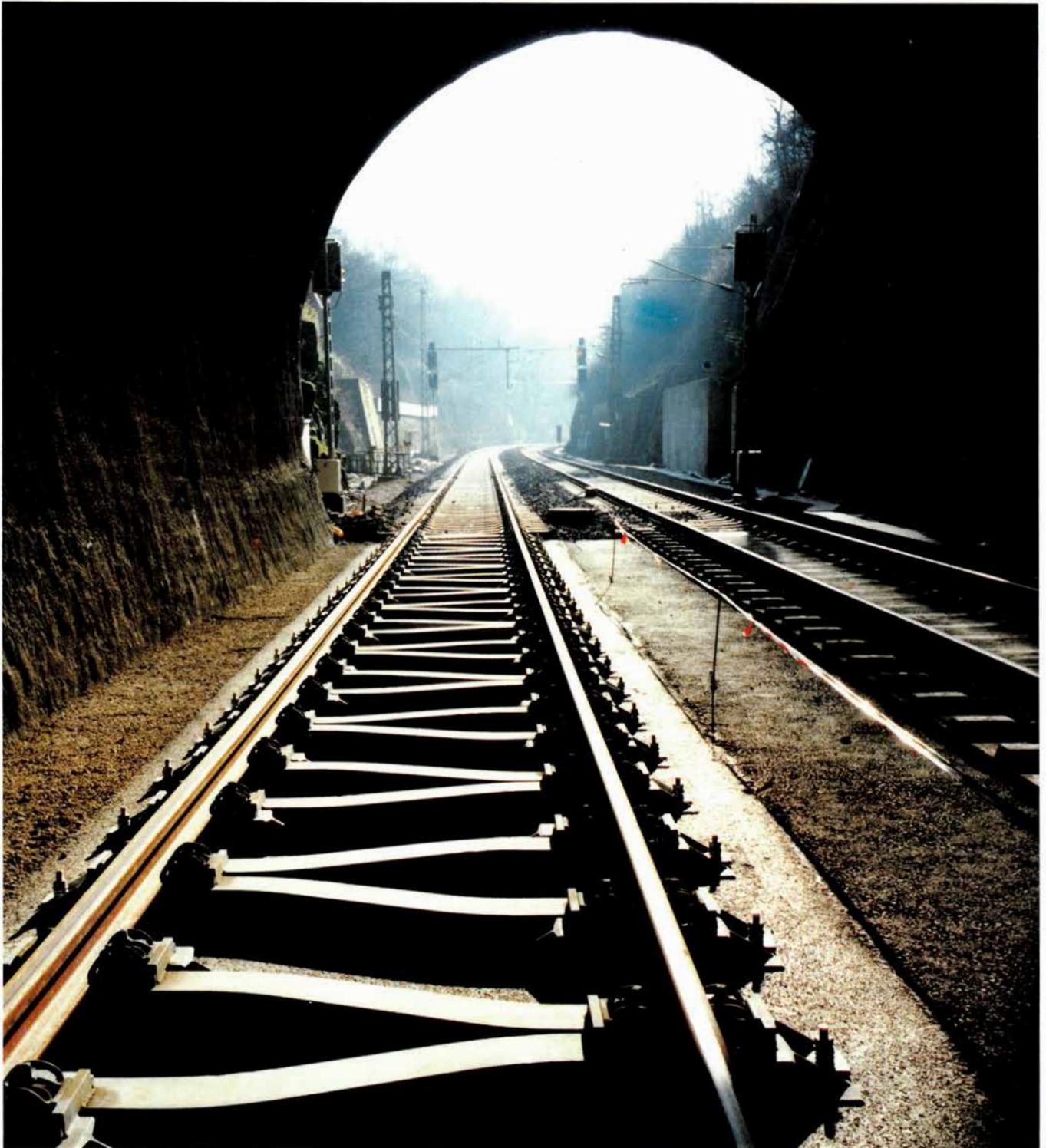
Neben den Betonschwellen nimmt die Stahlschwelle weiterhin ihren Platz ein. Bei diesem Produkt ist der technische Wandel und Fortschritt durch Aufkommen der „Y-Stahlschwelle“ besonders deutlich erkennbar. Die Y-Stahlschwelle schöpft alle Möglichkeiten und guten Eigenschaften des Baustoffes Stahl im Eisenbahnoberbau aus und ist dadurch, in den für sie geeigneten Anwendungsbereichen ihren Konkurrenten in einer Reihe von Merkmalen überlegen, gleichwohl gilt auch die umgekehrte Feststellung.

Mit diesen Hinweisen dringt man schon mitten in die Materie des vorliegenden Buches ein. Wer sich mit dem Lesestoff befaßt, wird nicht nur sein Wissen auf dem Gebiet des Stahlschwellenoberbaus in Theorie und Praxis bereichern, sondern auch zum Nachdenken über die großen Aufgaben im Eisenbahnoberbau und der wirtschaftlichen Gestaltung des Fahrweges angeregt.

Den Autoren, dem Herausgeber und dem Verlag danke ich für ihre Arbeit und die Präsentation der Y-Stahlschwelle als ein noch junges Entwicklungspotential im Eisenbahnoberbau.



Dipl.-Ing.  
Kurt-Dieter Eschenburg  
Deutsche Bahn AG  
Mitglied der Geschäftsbereichsleitung Netz  
– Technik und Projekte –



*Feste Fahrbahn im Linderhauser Tunnel (Schwelm—Gevelsberg) 960 m. Y-Stahlschwellen Typ A7 auf Asphalttragschichten. Einbaujahr 1987.*

# Vorwort

Es ist unbestritten: Eine Voraussetzung für eine leistungsfähige Wirtschaft sind leistungsfähige Verkehrswege. Die Europäische Kommission räumt deshalb ebenso wie die deutsche Bundesregierung dem Ausbau der Eisenbahnen einen hohen Stellenwert ein. Der Vertrag über die Europäische Union, am 01. November 1993 in Maastricht geschlossen, bekräftigt dieses Ziel. Mobilität darf nicht länger nur mit dem Automobil gleichgesetzt werden, was angesichts der zunehmenden Infarkte auf Straßen und Autobahnen auch zunehmend schwerer fällt. Mit der Eisenbahn soll die Gesellschaft künftig hohe Erwartungen verknüpfen können, nämlich den Anspruch auf Bequemlichkeit, Schnelligkeit, kurzum flexible Leistung und dies bei Nutzung von überwiegend sauberer elektrischer Energie.

In Deutschland widerspiegeln der erste gesamtdeutsche Bundesverkehrswegeplan und das Schienenwege-Ausbaugesetz das Ziel der Bundesregierung, die Rolle der Schiene zu stärken. Zum ersten Mal fließen höhere Beiträge in den Ausbau der Bahn als in die Entwicklung der Bundesfernstraßen. Ein Netz von Neubau- und Ausbaustrecken ist geplant, erste Verbindungen sind fertig, weitere im Bau und in Planung. Insgesamt werden sich die Neubauabschnitte mit ausgebauten alten Linien zu einem Hochgeschwindigkeitsnetz verknüpfen, in dem 250 bis 300 km/h auf neuen und 200 km/h auf ausgebauten Strecken möglich sind. Bis zum Jahr 2012 soll das Schnellfahrnetz nahezu 10.000 km umfassen.

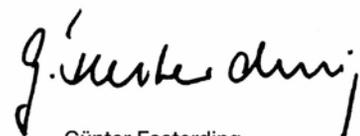
Seit der Bahnreform, die Anfang 1994 aus Bundesbahn und Reichsbahn die Deutsche Bahn Aktiengesellschaft hat entstehen lassen, soll der Personen- wie auch Güterverkehr auf der Schiene zumindest ausgeglichene Ergebnisse erzielen. Für den Geschäftsbereich Netz bedeutet das eine enorme Herausforderung. Das Streckennetz der Bahn muß mit dem Straßennetz wettbewerbsfähig werden. Mehr denn je sind dafür Innovationen gefragt, wie sie die Y-Stahlschwelle bei der Fahrbahnkonstruktion zu bieten hat. Ihre Rationalisierungspotentiale können genutzt werden, um leistungsfähige und wirtschaftliche Fahrwege für die Bahn zu schaffen.

Das vorliegende Buch „Y-Stahlschwellenoberbau“ zeigt dieses Innovationspotential auf. Die Verfasser, erfahrene Ingenieure und Wissenschaftler aus dem Bereich des Eisenbahnoberbaus, zeigen den Innovationsschub und die Möglichkeiten auf, den dieses noch verhältnismäßig neue Element im Gleisbau in technischer wie in wirtschaftlicher Hinsicht bereits bewirkt hat. Vor dem Hintergrund der Geschichte des Oberbaus werden die bisherigen Entwicklungsschritte der Y-Stahlschwelle umfassend beleuchtet, wobei auch die Weiterentwicklung in Richtung „Feste Fahrbahn“ deutlich gemacht wird.

Das Buch setzt sich mit der neuzeitlichen Fahrwegtechnik Y-Stahlschwelle auseinander und dokumentiert das Bestreben von Nutzern und Herstellern, von Wissenschaft und Politik nach neuen Wegen im Oberbau der Eisenbahn.



Reinhard Quint  
1. Vorsitzender des Vorstandes der FYS  
Fördergesellschaft Y-Stahlschwelle e.V.



Günter Fasterding  
1. Vorsitzender des Vorstandes der SATO  
Studiengesellschaft Asphaltüberbau e.V.

# 1 Grundlagen

## 1.1 Bestandteile des Eisenbahnoberbaus

Der Eisenbahnoberbau, nachfolgend Oberbau genannt, umfaßt das Gleis mit Schienen, Schwellen und Befestigungsmitteln sowie die Bettung (Bild 1.1). Die darunterliegende Planumsschutzschicht ist bereits Element des Unterbaus und wirkt wie ein Trennfilter zwischen Bettung und Erdplanum [1.10]. Der Oberbau dient als Fahr-

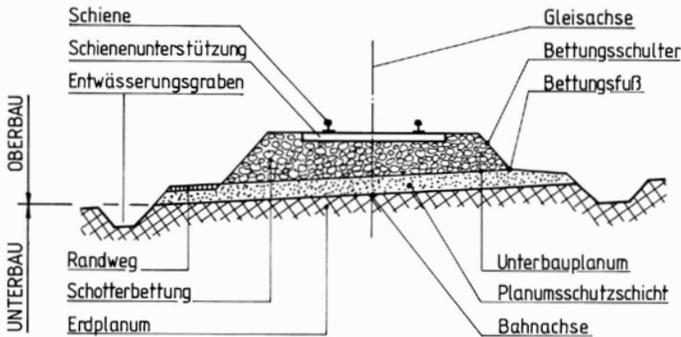


Bild 1.1: Querschnitt elastischer Oberbau/Unterbau

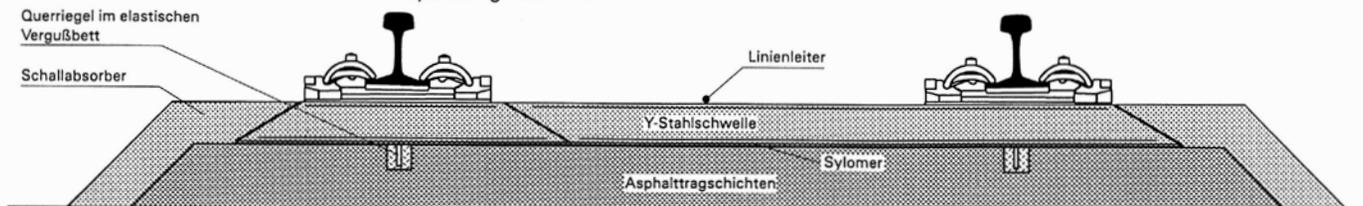
bahn für die Schienenfahrzeuge und oftmals zusätzlich als elektrischer Leiter für Signalströme und die Rückleitung des Fahrstroms [1.3].

Der Oberbau soll:

- die Schienenfahrzeuge sicher und stetig tragen und führen
- ihre Fortbewegung durch eine geringe Reibung (Adhäsion) ermöglichen und dabei einen nur kleinen Rollwiderstand entgegenbringen,
- die eingetragenen Kräfte verteilend auf den Unterbau übertragen
- bei der Kraftübertragung die Spannung durch Elastizität abbauen,
- die Bedingungen hinsichtlich der elektrischen Isolation bzw. der Leitfähigkeit erfüllen.

In der jüngsten Entwicklung entstand neben dem herkömmlichen elastischen Oberbau eine Oberbauart, wel-

Bild 1.2: Querschnitt Feste Fahrbahn mit Asphalttragschichten



che unter der Bezeichnung „Feste Fahrbahn“ bekannt geworden ist (Bild 1.2).

Mit der festen Fahrbahn wird eine höhere Stabilität in der vertikalen und horizontalen Gleislage sowie ein minimaler Instandhaltungsaufwand erwartet. Dabei darf die Kostenentwicklung nicht außer acht gelassen werden.

## 1.2 Unterschwellung / Funktion und Bedingungen

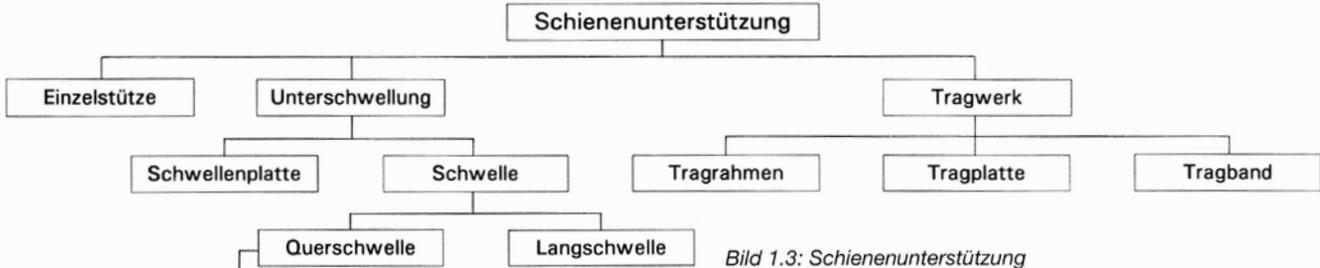
Die Einzelstützen und Tragwerke (Bild 1.3) sind nicht weiter Gegenstand dieses Buches. Die Langschwellen scheiden wegen ihrer funktionellen Unzulänglichkeit aus. Der weitere Text bezieht sich auf die Querschwellen.

Die verschiedenen Arten der Unterschwellung stellen eine große Gruppe der Schienenunterstützung dar (Bild 1.3).

Ohne sie könnte der gering dimensionierte Träger „Schiene“ die beachtlichen Achskräfte (im Industrieverkehr bis 350 kN) nicht sicher aufnehmen. Die Unterschwellung ist ausschlaggebend für die Lagestabilität des Gleises senkrecht, quer und längs zu dessen Achse und darüber hinaus ein wesentlicher Bestandteil des Schwingungssystems, das vorrangig das rollende Material sowie den Oberbau einschließt, sich aber auch bis zum Unterbau erweitern kann (Bild 1.4).

Die Unterschwellung beeinflusst maßgeblich die Ausbildung der Biegelinie des Gleises sowie das elastische Verhalten des Oberbaus bei resultierendem Kräfteintrag durch das Rad.

Als wichtigstes Zwischenglied wirkt die Unterschwellung bei der Verteilung der Flächenpressung, ausgehend von der Berührung Rad – Schiene ( $42\,000\text{ N/cm}^2$ ) bis zum Unterbauplanum ( $10\text{ N/cm}^2$ ) (Bild 1.5). Eine Schwelle mit einer Auflagerfläche von  $5000\text{ cm}^2$  reduziert die eingetragenen Normalspannungen auf fast ein Achtel (von  $180\text{ N/cm}^2$  auf  $25\text{ N/cm}^2$ ) ihres ursprünglichen Wertes [1.5., 1.6.].



- Material**
- Holz
  - Stahl
  - Beton

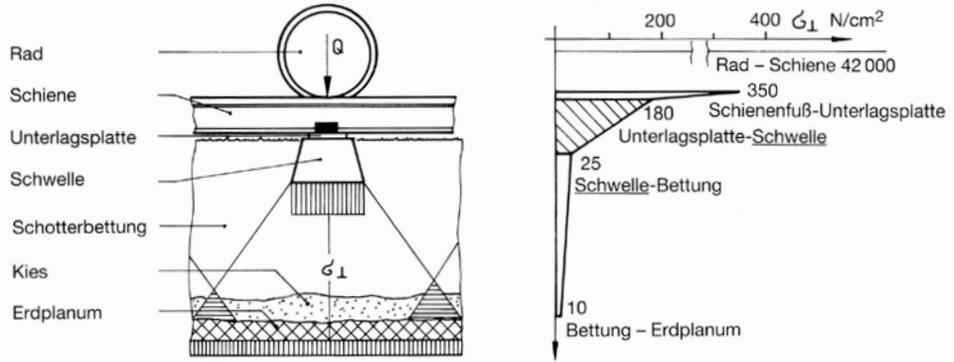
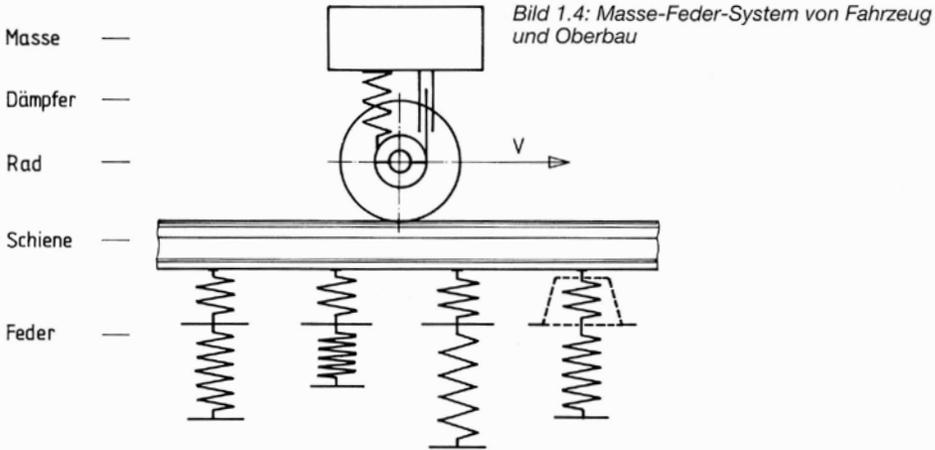
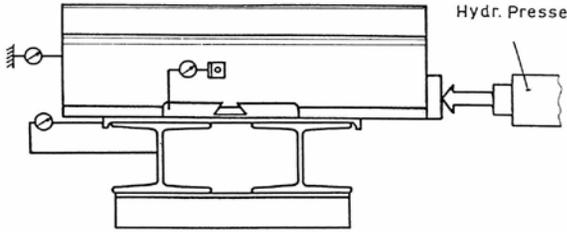


Bild 1.5: Abbau der Flächenpressung am Schwellenaufleger



Verspannung analog Verdrehwiderstand

Verspannungsmoment an der Hakenschraube :

- ① 50 N·m      ③ 200 N·m
- ② 150 N·m    ④ 250 N·m
- ⑤ mit Temperatur um 50°C

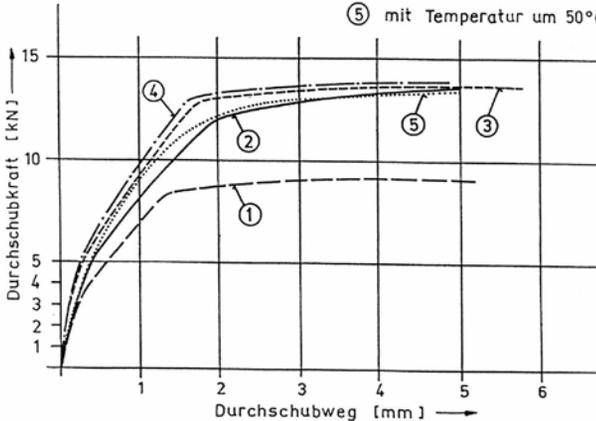


Bild 3.63: Durchschubwiderstand Meßanordnung/Widerstandsdiagramm

(Bild 3.64) längs verschoben. Der Diagrammverlauf weist bei 2 mm Verschiebung eine erforderliche Kraft von 24 kN aus. Es muß hinzugefügt werden, daß durch Schwellenhöhe und Stellung der Querrippen der Längsverschiebewiderstand höheren Anforderungen angepaßt werden kann.

Die im Vergleich weitaus höhere Rahmensteifigkeit wird durch einen Durchhängeversuch experimentell bewiesen (Bild 3.65).

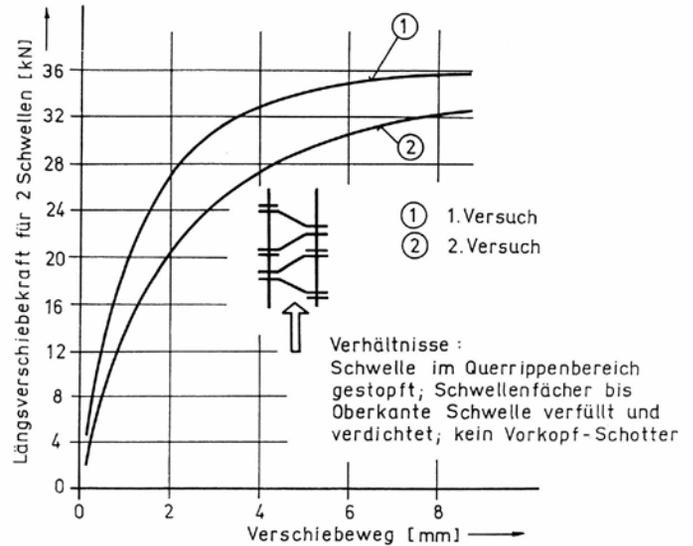


Bild 3.64: Versuchsdiagramm Längsverschiebewiderstand

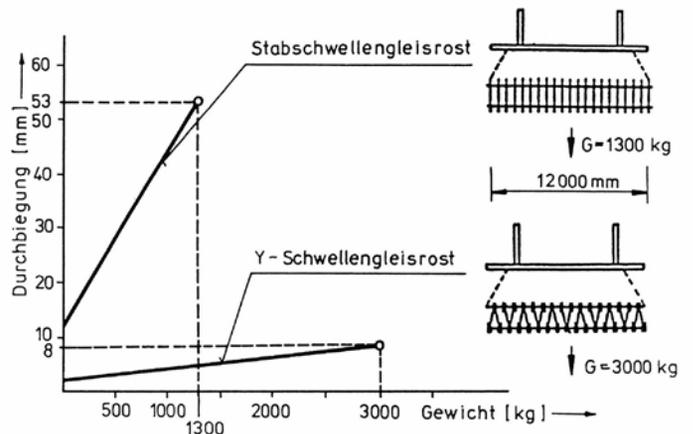
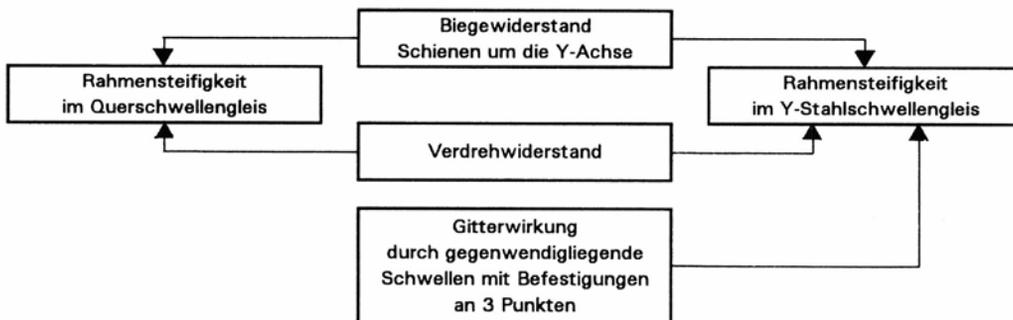


Bild 3.65: Durchhängeversuch





## 5 Gegenwart und Zukunft

Die Preussag Stahl AG hat ein modernes Y-Stahlschwellenwerk konzipiert und wird dies im Laufe des Frühsommers 1995 in Betrieb nehmen. Damit werden die Produktionskapazität im Herstellerwerk Peine nicht nur deutlich erhöht, sondern die Lieferfähigkeit verbessert und die Kosten gesenkt. Für die Stahlschwelle der Festen Fahrbahn werden die Arbeiten zur Optimierung der Stützpunkte intensiviert.

Die DB AG wird bei verstärktem Einsatz der Y-Stahlschwelle einen erprobten und wirtschaftlichen Oberbau erhalten, der sich mit einer sich vereinfachenden Maschinenteknologie verlegen und warten läßt.

### 5.1 Die Y-Stahlschwelle in Königsberg

Von Oktober 1992 bis Mai 1993 wurden von den Königsberger Eisenbahnen intensive Bauarbeiten im Hauptbahnhof Königsberg durchgeführt. Neben 2 neuen Brückenbauwerken wurden Gleisneu- und -umbauarbeiten auf 5,2 km Gleislänge vorgenommen. Der „Lückenschluß Königsberg“ wurde auf 950 m Normalspurgleis Spur 1435 mm und 1000 m Zweispurgleis Spur 1520/1435 mm in Y-Stahlschwellen verlegt; hinzu kam eine Weicheneinheit auf Y-Stahlschwellen. Dieser Teil des 1. Bauabschnittes der Strecke Königsberg Hbf. – Mamonowo/Braniewo (47 km) wurde mit Hilfe der deutschen Industrie, des Landes Brandenburg und der Fördergesellschaft Y-Stahlschwellenoberbau FYS e.V. gebaut. Besonderer Dank gilt hier dem Wirtschaftsminister des Landes Brandenburg, Herrn Minister Walter Hirche, der durch politische Weitsicht und persönlichen Einsatz dieses Vorhaben erst ermöglichte. Die Bilder 5.1 und 5.2 zeigen den Zustand des Normalspurgleises im Hauptbahnhof Königsberg vor und während des Bauzustandes. Am 22. 05. 1993 wurde um 11.00 Uhr der Lückenschluß durch das traditionelle Banddurchschneiden vollzogen [5.1].

Im Beisein von

– Prof. Dr. Yurij Matoschkin  
Regierungspräsident Kaliningrad

- Wolfgang Gröbl  
Parlamentarischer Staatssekretär  
Bonn

- A. I. Moschenko  
Minister und Generaldirektor RZD  
Moskau

- T. Schosda  
Stellv. Minister für Verkehr  
Warschau

- J. N. Semenow  
Parlamentspräsident Kaliningrad

- Horst Stuchly  
Vertreter der Deutschen Bahnen

- Walter Hirche  
Minister für Wirtschaft Brandenburg

spielte eine Militärkapelle die 3 Nationalhymnen von Rußland, Polen und Deutschland.

Die Chancen der Wirtschaftsregion Königsberg wurden durch die Zusammenarbeit von Politik, Wissenschaft und Wirtschaft mit den Bahnen durch ein „politisch initiiertes eisenbahnhistorisches Ereignis“ deutlich erhöht. Von Königsberg aus kann nunmehr nicht nur die Preussag die historischen Partner in Schweden, Dänemark, Finnland sowie Lettland, Estland und Litauen zurückgewinnen, sondern allen Unternehmen steht diese Region durch den Eisenbahn-Normalspurgleisanschluß offen.

### 5.2 Referenzen

Der sich ständig erweiternde Kundenkreis für den Y-Stahlschwellenoberbau umfaßt z.Z. 28 verschiedene Bahnverwaltungen, wobei in den Jahren 1991 bis 1993 ca. 50 % neu hinzugekommen sind. Bei diesen Kunden sind die Testphasen teilweise noch nicht abgeschlossen. Die oben genannten Bahnverwaltungen haben teilweise schon einen beachtlichen Anteil von Y-Stahlschwellen in ihrem Streckennetz liegen, z.Zt. sind es über 150 km Y-Stahlschwellengleise und 108 Weicheneinheiten mit Stahlunterschwellung (Bilder 5.3 und 5.4). Die Regelzulassung der Y-Stahlschwelle ist bis auf Ausnahmen erteilt, das Y-Stahlschwellensystem wird einen nicht unbedeutenden Anteil am deutschen und europäischen Gleisnetz bekommen. Mittlerweile liegen auch bei der DB AG ca. 12,5 km Gleis, davon ein großer Anteil auf Fester Fahrbahn.