

Neuartige Flügelschwelle in Bi-Block-Ausführung

Erfahrungen aus fünf Jahrzehnten im Bereich des Oberbaus, vielfältige Patente im Bereich des Fahrwegs und von Schwellen führten zur Entwicklung einer neuen, patentierten Bahnschwelle.

Jörg Frenzel
Jan Mayerhöfer
Jürgen Frenzel

Der Fahrweg der Bahn, in Sonderheit die Gleisanlagen und ihr Oberbau, ist neben den Fahrzeugen die zweite technische Hauptkomponente für den „Produktionsprozess“ im Bahnverkehr. Er erstreckt sich über die gesamte Strecke des Netzes, beeinflusst allenthalben das öffentliche Leben und besitzt eine hohe Relevanz in der Ressourcenproblematik von Wirtschaft und Gesellschaft. Konsequenterweise sind Politik, Bahn und die Zulieferindustrie aufgerufen und bestrebt, wiederkehrend alle Komponenten des Fahrweges zu optimieren. Entwicklungen und Lösungen für den modernen Verkehrswegebau zur Nahtstellenoptimierung Schwelle/Schiene/Rad bedürfen daher ein immer größeres und feingliedrigeres Eintauchen in das Systemverständnis „Spurgeführter Verkehr“.

Formgebung und Materialeinsatz werden wieder und wieder untersucht, um durch Variationen wirtschaftlichere und/oder umweltfreundlichere Produkte anbieten zu können. Ein wesentlicher Teil hierbei ist die Schwelle, die in hohen Stückzahlen im weltweiten Netz der Eisenbahnen verbaut wird.

Die Durcret*-Schwelle

Im Eisenbahnbau sind Schwellen aus Holz, Beton, Stahl und unterschiedlichsten Kunststoffmaterialien hinlänglich bekannt. Ebenso sind schon unterschiedlichste Ausführungen, wie z. B. als Mono-, Bi-Block-, Rahmen-, Y- oder Z-Bauweise, in den Netzen der Bahnen zum Einsatz gekommen [1].

Durcret versucht, die jeweiligen Vorteile dieser Bausysteme zu vereinen und die Nachteile zu reduzieren. Im Blickwinkel hierbei stehen:

- Haltbarkeit – Lagestabilität
- Einfache, schnelle maschinelle Verlegeleistung
- Spurweitenstabilität – Formstabilität und Biegefestigkeit
- Bruchfestigkeit – Körperschalldämmung
- Nutzen vorhandener Rohstoffe aus Rohstoffkreisläufen
- Recyclingfähigkeit – UV-Stabilität
- Frostsicherheit – Alterungsbeständigkeit
- Verrottungsfestigkeit – Alterungsbeständigkeit
- Umweltverträglichkeit – Möglichkeit der Armierung mit Stahlprofilen.

Der Schwellenkörper wird als Zweiblock-Schwellenkörper ausgeführt. Hierdurch nimmt die gesamte Bahnschwelle verstärkt Horizontal- und Vertikalkräfte auf und leitet diese in das Schotterbett ab, das gleichzeitig geschont wird. Die Folge sind eine Senkung der Lebenszykluskosten, größere wirtschaftliche Planbarkeit, eine Verminderung der Wartungsaufwände, eine Lärmreduzierung und damit eine Erhöhung der Nutzbarkeit und Effizienz des Gleises.

*Durcret® ist ein eingetragenes Markenzeichen.

Variable Herstellungsweise

Als Material für die Durcret-Schwelle soll insbesondere Kunststoff verwendet werden. So kommen Schwellen aus FFU Kunstholz (fiber reinforced foamed urethan/faserverstärktes, geschäumtes Urethan) seit ihrer Erstentwicklung in den 1970er Jahren im Netz der Japanischen Eisenbahn, der Österreichischen Bundesbahn, der amerikanischen Bahnen, im indischen Netz und in Deutschland zum Einsatz, zum Beispiel in Weichenanlagen, auf Stahlbrücken und Tunnelstrecken im Bereich Fester Fahrbahnen. Dieses Material sieht aus wie Holz und vereint alle positiven Eigenschaften [2] des Naturprodukts mit denen eines modernen Verbundstoffes [3]. Auch in anderen Bereichen (z. B. Brücken- und Hafengebäude) haben sich die positiven Materialeigenschaften schon beweisen können [4]. Hierbei können Recyclingkunststoffe als Basismaterial oder zur Beimischung zum Einsatz kommen [5]. Diese sind in sehr großen Mengen vorhanden und für diesen Einsatz gut geeignet. Diese Kunststoffe müssen nicht nur aus den konventionellen Recyclingkreisläufen stammen (Duales System), sondern es kann eventuell auf Millionen Tonnen von Plastikmüll zurück-

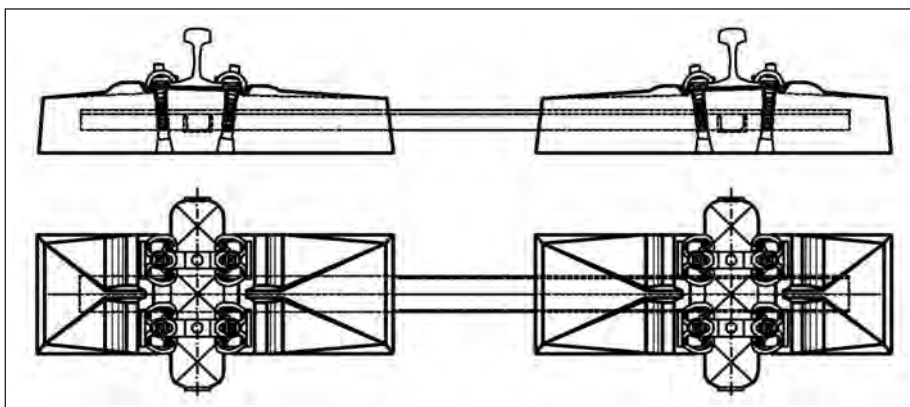


Abb. 1: Blick auf eine Seite der Durcret-Bi-Blockschwelle mit Durcret-Flügel [10]

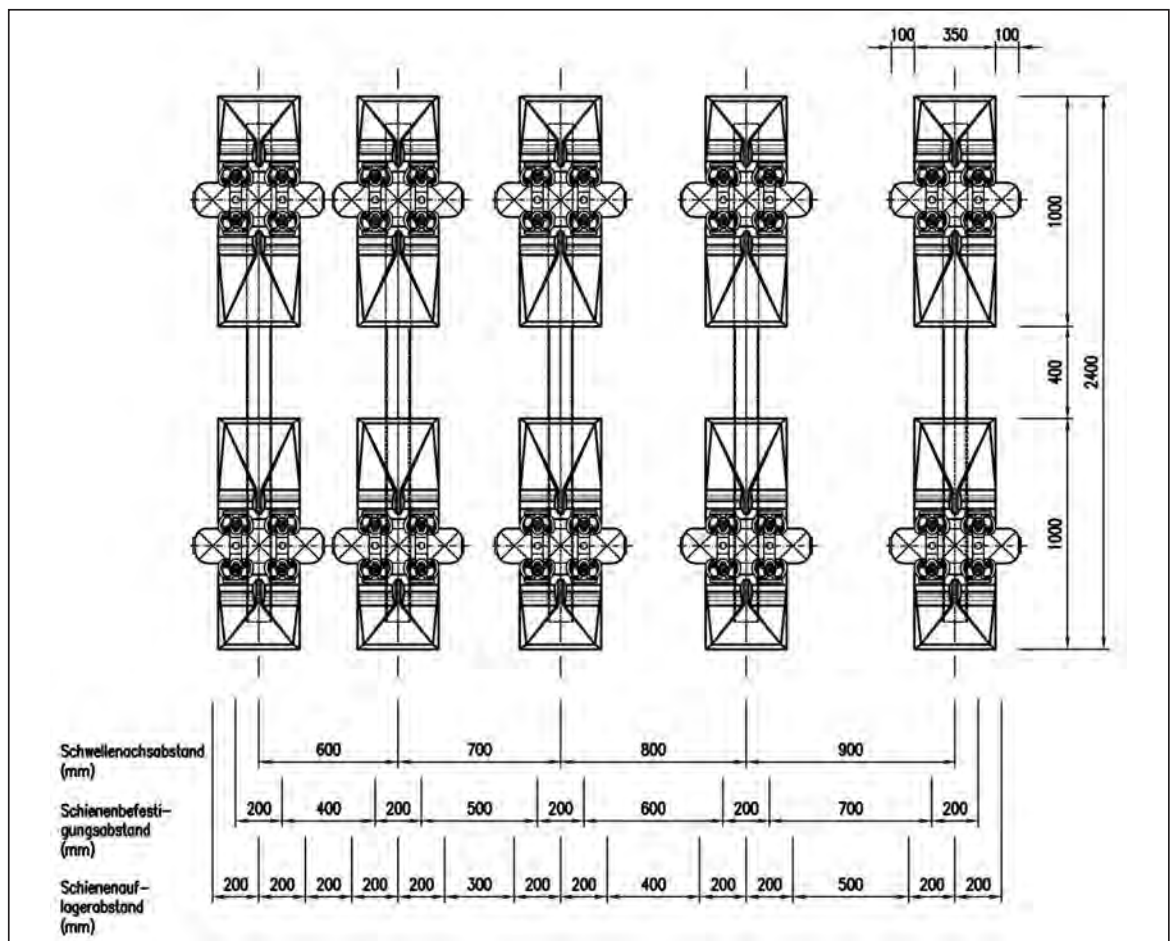


Abb. 2: Darstellung der Schwellenabstände

gegriffen werden, der sich auf bzw. in den Weltmeeren befindet und Meer und Strände verschmutzt. Sie sind herrenloses Treibgut der Industrie und privater Haushalte, die achtlos weggeworfen (z.B. Plastikflaschen oder Einkaufstüten) und über Flüsse in die Ozeane eingetragen werden.

Diesseitig ist daher zusätzlich angedacht, Forschungs- und Produktionsversuche mit dem gesammelten Kunststoffmüll aus dem Meer bzw. an den Flussmündungen anzustrengen. Ein anerkannt umweltfreundliches Mobilitätssystem wie die Bahn könnte dadurch noch umweltfreundlicher werden [6]. Dieses Material ist umfangreich erhältlich (auch aus der Nordsee) und für den weiteren Stoffkreislauf von Bedeutung. Kunststoffabfall – Schwellenproduktion aus der Entsorgung – am Ende der Lebensdauer der Schwelle Stofftrennung – neue Schwellenproduktion mit den gleichen Materialien – usw.

Mit der Entscheidung (recycle) Kunststoffe zu verwenden, ergibt sich ein breites Spektrum projektbezogener Individualisierung zur Materialoptimierung [7]; durch die Beimischung von recyceltem Altgummireifenmaterial wird z.B. die Schwingungsdämpfung zusätzlich reduziert. Wesentliche Merkmale des neuen Schwellentyps könnten auch mit dem Werkstoff

Beton erzielt werden. Dabei sollte der Beton – zusätzlich zu den Stahlprofilteilen – mit Fasern (Glasfasern, Stahlfasern oder Kunststofffasern) verstärkt werden. Eine weitere Verstärkung soll hierbei durch die Einlage einer schlaffen Bewehrung erreicht werden.

Konstruktionsweise der Schwelle

Die Besonderheiten der neuen Schwelle sind:

- das Dreifachauflager der Schiene
- Wahlmöglichkeit zwischen versetzter oder doppelter Verspannung der Schiene in einem Schwellenkopf
- Die Gesamtlänge der Bahnschwelle kann beliebig individuell wie z.B. 2,25 m, 2,40 m, 2,60 m oder in anderen gewünschten Längen für die unterschiedlichsten Gleisspuren produziert werden.
- die Optimierung des Hauptmaterials Kunststoff durch Beimischungen
- gegen Brand/Chemie,
- von Altgummireifenmaterial zur Schwingungsdämpfung,
- von Stahlsintermaterial zur Gewichtsoptimierung,
- GFK zur Stabilisierung usw.
- die Einförmigkeit der Schienenlagerkonstruktionen
- Das Material kann gesägt, gebohrt oder

gefräst werden, ohne besondere Werkzeuge.

- Zur Erstverschraubung müssen keine zusätzlichen Dübel eingesetzt werden.
- kein Verrottungsprozess in den eingearbeiteten Schraubenlöchern (wie sonst üblich)
- Einfachheit des Schienenschraubenwechsels
- Unempfindlichkeit des Schwellenmittelsbereichs gegen Korrosion

Die Zweiblockform wurde gewählt, um im Mittelbereich des Gleises eine auflagerfreie Zone zu erreichen, damit in Gleismitte kein „Reiten“ der Schwellen entsteht. Zusätzlich kann durch die Ausgestaltung der Schwellenmitte die Schallreflexion reduziert werden.

Die Schwellenbreite wird aus dem Öffnungsmaß der Stopfmaschine abgeleitet. Hier ergibt sich vorzugsweise ein Maß von ca. 350 mm Breite. Die Schwellendicke soll vorzugsweise 160 mm betragen. Hierdurch wird erreicht, dass bei einem Umbau eines vorhandenen Holzschwellengleises und Umrüstung auf neue Schwellen keine Planumsabsenkung durchgeführt werden muss. Hierdurch werden erhebliche Kosten eingespart.

- Holz $h = 160 \text{ mm}$
- Beton $h = \sim 210 \text{ mm}$

	Schwellenachsabstand	600 mm	700 mm	800 mm	900 mm
Lastabtragung vertikal	Auflagefläche im Schotter je m/Gleis				
	– DUCRET (2,40 m)	12600 cm ² /m	10800 cm ² /m	9450 cm ² /m	8400 cm ² /m
	– B70 (2,60 m) – B70 (2,40 m)	9500 cm ² /m 8933 cm ² /m (8508 bei a = 630)			
Lastabtragung horizontal	wirksame Schwellen- stirnfläche je m/Gleis				
	– DUCRET (2,40 m) – B70	2800 cm ² /m 875 cm ² /m (833 bei a = 630)	2400 cm ² /m	2100 cm ² /m	1867 cm ² /m
horizontale Lastabtragung im Befesti- gungspunkt	– DUCRET (2,40 m) – B70	367 cm ² /m 183 cm ² /m (175 bei a = 630)	314 cm ² /m	275 cm ² /m	244 cm ² /m
	Schwellen je km/Gleis				
Anzahl Schwellen	– DUCRET (2,40 m) – B70	1667 Stk. 1667 Stk.	1429 Stk.	1250 Stk.	1111 Stk.

Abb. 3: Vertikale/horizontale Lastabtragung unterschiedlicher Schwellenabstände

Dadurch bieten sich auch weitere Einsatzmöglichkeiten an, so zum Beispiel

- bei Anwendung mit engen Platzverhältnissen
- beim Einsatz durch verringerte Bauhöhe in Tunnelstrecken im Schotter und auf Fester Fahrbahn
- auf Brücken mit verringerten Schotterquerschnitten
- in Bahnhofsgleisen
- auch auf schwierigen Untergrundverhältnissen durch günstigere Lasteinleitungen in den Untergrund

Durch die Verbreiterung der Durcret-Schwelle unter den Schienen (so genannter Durcret-Flügel) ergibt sich eine größtmögliche Widerstandsfläche gegen die Horizontal- und Vertikalkräfte. Ferner kann durch die Verbreiterung der Schwelle eine fast durchgehende Auflagerung der Schienen erreicht werden. Vorteile in Streckenbereichen mit engsten Radien sind daher wahrscheinlich.

Der Durchschubwiderstand der Schienen wird wesentlich von der Größe der Klemmkraft in den Schienenbefestigungen bestimmt, da diese die Reibungskräfte zwischen Schiene und Schwelle ergeben. Die Dreifachlagerung der Schiene erhöht den Durchschubwiderstand und ist daher

- für Bergstrecken mit engen Radien,
- für die Aufnahme von Bremskräften (wie z. B. Wirbelstrombremse),
- für die durchgehende Verschweißung von Radien und
- für die Sicherung von Bruchlücken bei Schienenbrüchen

von besonderer Bedeutung.

Durch die Art der Schwellenkonstruktion entsteht ein sehr großer Auflagerbereich. Hieraus ist es möglich

- eine zweifache Befestigung in versetzter Ausführung pro Schwellenkopf oder
- eine vierfache Befestigung pro Schwellenkopf anzuordnen.

Die Art der Schwellenkonstruktion erlaubt ein Auseinanderrücken des Schwellenabstandes wie z. B.

- bei 600 mm = 1 000,00 m : 0,600 m = 1 667 Stck. Schwellen/km
- bei 600 mm + 200 mm = 1 000,00 m : 0,80 m = 1 250 Stck. Schwellen/km.

Durch die Verbreiterung (Durcretflügel) der Schwelle unter der Schiene ergibt sich keine Reduzierung der Auflagerfläche gegenüber der heute angewendeten Gleiskonstruktion. Da das eingesetzte Kunststoffmaterial ähnliche Eigenschaften wie eine Holzschwelle hat [8] und die Holzschwellen aufgrund ihres entgleisungsunempfindlicheren Verhaltens in Ablaufbergen eingesetzt wird, ist hier, in Tunneln und auf Brücken auch ein potenzielles Einsatzgebiet der Durcret-Schwelle.

Durch Ausbleiben/Reduzierungen von Verwölbungen und Verdrehungen infolge von Schlagbelastungen minimieren sich Nachteile aus Spurweitenänderungen, so dass eine Mindestbefahrbarkeit in Notsituation weiter gegeben wäre [9].

Durch die einfachen Formgebungsmöglichkeiten der Schwelle lassen sich Sonderkonstruktionen für die Auflagerung von

- Bahnübergangssystemen,
- Stromschienen und
- Rasengleissystemen und andere Gleisbausysteme darstellen.

Lärmreduzierung

Lärm ist zunehmend eine begrenzende Größe für den Verkehr, auch bei der Bahn. Der

Schienenverkehr kann zukünftig nur dann als umfassend umweltfreundlich gelten, wenn auch die Belange des Lärmschutzes ausreichend berücksichtigt werden.

Hauptschallquelle ist der Bereich Rad-Schiene-Schwelle. Daher ist Ziel der Durcret-Schwelle, die Anregung zu reduzieren, Schwingungen zu dämpfen und die Ausbreitung des Schalls zu dämmen. Grundsätzliche Vorteile hat hierbei die Durcret Bi-Bloc, da sie weniger Abstrahlfläche in der Schwellenmitte aufweist als konventionelle Stabschwellen. Ergänzend unterdrückt die Ausgestaltung der Schienenbefestigung und die mehrfachen Zwischenplatten die Schallwellenausbreitung in der Schiene.

Wirtschaftlichkeit

Jede Innovation kann sich nur durchsetzen, wenn sie zugleich auch wirtschaftliche Vorteile aufweist.

Auf den Vorteil der geringeren Anzahl pro Kilometer zu verlegender Schwellen infolge des durch die Verbreiterung der Auflagerfläche der Schiene und deren Mehrfachfixierung möglichen Auseinanderrückens des Schwellenabstandes wurde bereits hingewiesen und lässt sich in Abb. 2 nachvollziehen.

Auch in der Bauweise/Einbautechnologie ergeben sich erhebliche Vorteile durch die einfache, schnelle maschinelle Verlegeleistung. Die Durcret-Schwelle ist leicht und reduziert damit nicht nur die Logistikkosten in der Anlieferung, sondern auch die Handhabung auf der Baustelle beim Laden, Lagern und dem eigentlichen Einbau. Der wohl wesentlichste Faktor der Kostenersparnis wird sich durch die zu erwartenden verringerten Lebenszykluskosten über die prognostizierte lange Lebensdauer (> 50 Jahre) ergeben.

Zusammenfassung

Die neue Flügelchwelle ermöglicht bei einer erforderlichen Lastabtragungsfläche

- die Anzahl der Schwellen pro Kilometer Gleis zu reduzieren,
- die Dynamik aus dem Fahrzeuglauf durch die Ausbildung der Schienenauflagerkonstruktion zu reduzieren,
- die horizontale Steifigkeit des Gleises erheblich zu vergrößern,
- durch die gleiche Bauhöhe zur Holzschwelle, Kosten für die Absenkung des Unterbaues einzusparen,
- durch die reduzierte Baubreite in Verbindung mit der horizontalen Steifigkeit des Gleises Schottervolumen einzusparen – Vorkopfeinschotterung nur ca. 30 cm,
- die Körperschall- und Luftschallemissionen zu reduzieren,
- enge Radien durchgehend verschweißen,
- hohe Bremskräfte aufzunehmen.

Sie stellt einen weiteren Beitrag zur ökologischeren und ökonomischeren Fahrweg-

diskussion im Eisenbahnbau dar, dessen Inhalte und Ansätze nun in der Umsetzungsphase validiert werden müssen.

LITERATUR

- [1] Thiel, C.: Skriptblätter Oberbaukonstruktion, BTU Cottbus, Eisenbahnwesen, 04/ 2007
- [2] Micron.Inc Products: Recycled Plastic Lumber, Seite 8
- [3] Bretschneider, C., Blume, B., Holtschke, H., Eschmeier, T., Sarici, A.: Ein Werkstoff, der Weichen stellt. EI- Eisenbahningenieur, März 2009, Seite 15-17
- [4] Lampo, R. G.; Nosker, T. J.: Development and Testing of Plastic Lumber Materials for Construction Applications. US Army Corps of Engineers, USACERL: Technical Report 97/ 95, June 1997
- [5] Gupta, S. R. K.: Composite Sleepers: An Environment friendly alternate sleeper for track and bridges: Permanent Way Bulletin, Vol. 30, No. 3, 12/2003
- [6] McNaughton, Prof. A.: Working Towards the railway of 2030. European Railway Review, Issue 6; Seite 23
- [7] Polywood Inc.: www.polywood.com
- [8] Koller, G.: Schwellen aus FFU-Kunstholz in Europa. EI - Eisenbahningenieur, Juli 2009, Seite 38-43
- [9] Y-Stahlschwellenbuch/Entgleisungsversuch
- [10] Stärke des Modells nicht maßstabgenau; Prof. Dr.-Ing. habil. Führer, G., Prof. Dr.-Ing. Endmann, K., Prof. Dr.-Ing. habil. Berg, G.: Y-Stahlschwellenoberbau Entgleisungsversuch, Hestra Verlag 1994/ S. 97



Jörg Frenzel, MBA

Geschäftsführender Gesellschafter, MSB-Management GmbH
j.frenzel@msb-management.de



Jan Mayerhöfer

Geschäftsführender Gesellschafter, Hyperion Verwaltung GmbH
j.mayerhoefer@hyperion-ip.com



Dipl.-Ing. Jürgen Frenzel

juergenfrenzel@arcor.de

Summary

Bi-block wing sleeper in (recycled) plastic or concrete

Wide seats and high creep resistance have a clear positive impact on track position stability and ride comfort. Durcret can meet these objectives through its design and triple rail support, supplemented by an offset or duplicate rail brace. The resultant high capacity to absorb horizontal and vertical forces thus helps optimise track life cycle costs. The Durcret sleeper is also characterised by its flat design and adaptable length, high vibration damping and long-life materials. Durcret is suited to installation in control and noise-sensitive sections, where cross sections are subject to height or width constraints, in difficult subgrade conditions or where heavy demands are placed on the track.



Bahntechnik Zuverlässigkeit zählt

- Reduzierte Gesamtsystemkosten durch innovative Hochspannungsprodukte
- Ausgereifte Technologien zur Übertragung von Leistung, Signalen und Daten
- Anwendungsspezifische Kundenlösungen

Hochspannungsprodukte - Kabel - Steckverbinder - Widerstände - Schrumpf- & Markierungssysteme

tycoelectronics.com/help

Info-Hotline: +49-(0)6251-133-1999

© 2010 Tyco Electronics Corporation.
All Rights Reserved.
TE (logo) and Tyco Electronics are
trademarks of the Tyco Electronics group
of companies and its licensors.

 **Tyco Electronics**
Our commitment. Your advantage.