Kunstholzschwellen in deutschen Nahverkehrsschienennetzen

Die Hamburger Hochbahn und der Münchner MVV haben die ersten Weichen auf FFU Kunstholz eingebaut.

Abb. 1: Weiche der Hamburger Hochbahn im Betriebsbahnhof Farmsen Foto: J. Böcker

Günther Koller

Am 29. Mai 2010 baute die Hamburger Hochbahn die erste Weiche mit Schwellen aus FFU (Fiber reinforced Foamed Urethane) Kunstholz im Betriebsbahnhof Farmsen ein. Die Vorfertigung der Weiche erfolgte in Butzbach bei der BWG. Die formstabilen und geradflächigen FFU Kunstholzschwellen lassen die Montage im Werk rasch und ökonomisch ablaufen. Auf Grund des sehr engen Lichtraums der Hamburger Hochbahn war es erforderlich, die Weiche in ihre Einzelteile zerlegt an den Einbauort zu liefern und an diesem rasch zusammenzubauen. Die exakt vorbereiteten FFU Kunstholzschwellen wurden vor Ort rasch ausgelegt, anschließend erfolgte die Montage der Weiche an diesen präzise und professionell. Nach dem Einschottern konnten die ersten Zuggarnituren der Hamburger Hochbahn die Weiche auf diesen erstmalig in ihrem Netz eingesetzten Kunstholzschwellen kreuzen.

Seit der Zulassung von FFU Kunstholz durch das Eisenbahn-Bundesamt am 08. Juli 2009 setzen sich die verantwortlichen Mitarbeiter der Deutschen Bahn AG, des Münchner Verkehrs- und Tarifverbundes (MVV) und auch die Hamburger Hochbahn AG mit dem sehr langlebigen und elektrisch sehr gut isolierenden Werkstoff FFU aus Polyurethan und richtungsorientierten Glasfasern auseinander. Die Deutsche Bahn sieht den Einsatz von FFU Kunstholz und seinen sehr guten technischen Kennwerten sowohl im Bereich von Projekten, wo geringe Schwellenhöhen erforderlich sind, als auch im Bereich von Bahnbrücken im Bogen. Der Einsatz im Bereich von Weichen will vorweg in den hochbeanspruchten Weichenanlagen der Verschiebebahnhöfe vorgenommen werden. Der MVV schätzt vor allem die sehr gute elektrische Isolierung von FFU Kunstholz. Laut Untersuchungen der TU München aus dem Jahre 2008 erreichte FFU Kunstholz nach DIN EN 13481-5 für den geforderten elektrischen Widerstand R33 ≥ 5 kΩ einen Wert von im Mittel 71,9 kΩ. Dies war auch der Grund, weshalb der MVV seit Beginn des Jahres 2010 bereits fünf Weichen mit FFU Kunstholz ausrüstete. In Verbindung mit der Technik der Rheinfeder findet der MVV nun die langfristig optimalste Lösung für seine sicherheitstechnisch sehr wichtigen Weichenanlagen.

Die Österreichischen Bundesbahnen haben nach den positiven Erfahrungen mit FFU Kunstholz im Bereich von Brückenobjekten im Frühjahr 2010 den Auftrag für die Anfertigung der ersten doppelten Kreuzungsweiche an Sekisui erteilt. Diese Weiche wird im Bereich des neuen Hauptbahnhofs Wien, der größten Bahnbaustelle in Österreich, im Herbst 2010 eingebaut werden.

Entwicklung und Produktion FFU

FFU Kunstholz ist seit 1985 in Japan ein Standardprodukt der Eisenbahn – dies vor allem im Bereich von hochbeanspruchten Weichenanlagen, Brückentragwerken und in bevorzugten Stationsbereichen.

Die japanischen Eisenbahnen stellten zuvor auf Basis ihrer statistischen Aufzeichnungen fest, dass mehr als 70 % ihrer Bahnschwellen aus Naturholz auf Grund von Verwitterung nur sehr kurze Liegedauern hatten. Sie suchten und forschten nach einer Alternative. Diese wurde im Jahre 1978 von Sekisui in Form von FFU Kunstholz für den Gleisbau entwickelt. FFU ist ein Werkstoff, der die gleichen positiven Materialeigenschaften für den Einsatz, die einfache Handhabung und Verarbeitung

Abb. 2: Weiche der Hamburger Hochbahn Foto: G. Koller

Abb. 3: Direkte Befestigung mit FFU Kunstholzschwellen H = 10 cm (Wien)
Foto: G.Koller

im Gleisbau wie Naturholz aufweist. Er hat annähernd das gleiche spezifische Gewicht wie Naturholz, jedoch gegenüber diesem eine wesentlich höhere Lebenserwartung und Witterungsbeständigkeit. Die Haltbarkeit wurde auf Grund von 100 Mio. Lastwechseln an einer 15 Jahre alten, im täglichen Einsatz gewesenen FFU Kunstholzschwelle vom Railway Technical Research Institut mit mehr als 50 Jahren hochgerechnet.

Seit 1985 sind schon mehr als 1000 km Gleis mit FFU Kunstholzschwellen belegt worden. So sind an der Strecke Tokyo – Osaka der Shinkansen-Linie sämtliche Weichen und Strahlbrücken mit diesen Kunstholzschwellen ausgerüstet, die Zuggeschwindigkeit beträgt hier 300 km/h, und alle drei bis fünf Minuten geht ein Shinkansen auf die Strecke. Die erforderliche Verfügbarkeit der Gleisanlage und die Zuverlässigkeit des Gleiskörpers, wie auch das sehr hohe Transportvolumen und die große Zugdichte, veranlassten die private japanische Eisenbahn zum Einsatz und zu der Verwendung von hochwertigen und langlebigen Materialien. Immerhin beträgt das Personen-Transportvolumen Japans ca. 80 % des europäischen Personen-Transportvolumens, und dies jedoch nur auf ca. 10 % des europäischen Streckennetzes. Der erste Einsatz in Europa erfolgte erst im Jahre 2004 in Wien bei der Zollamtsbrücke der Wiener Linien. Mit FFU Kunstholz hatten die Wiener Linien ein weiteres hochwertiges Bauteil für den Oberbau gefunden, welches ihre Zielvorgaben hinsichtlich Wartungsintervalle optimal ergänzte (Tab. 1).

Schienenwechsel	größer als 30 Jahre
Korrosionsschutz	größer als 30 Jahre
Brückenhölzer FFU Kunstholz	größer als 50 Jahre
Stahlbau – Stahlkonstruktion	größer als 50 Jahre

Tab. 1: Wartungsintervalle Wiener Linien auf Grund der Verwendung von FFU Kunstholz

sehr geringe Sperrzeiten
Minimierung Schienenersatzverkehr
Maximierung Komfort Passagiere
maximale Verfügbarkeit Gleisanlage in Zukunft
wirtschaftliche Lösung – Basis Life Cycle Cost

Tab. 2: Vorgaben des Kunden für den Einsatz von FFU Kunstholz

Seit 2005 setzen die Österreichischen Bundesbahnen FFU Kunstholz vorwiegend im Bereich von offenen Stahltragwerken und im Bereich von untergeordneten Bahnübergängen ein. Im Jahre 2008 wurde die erste Weiche im Chempark Leverkusen in Deutschland mit FFU Kunstholzschwellen ausgerüstet.

Produktionsprozess

FFU Kunstholz wird nach dem Pultrusions- oder auch Strangziehverfahren im Zuge einer strengen Qualitätssicherung entsprechend ISO-Zertifizierung hergestellt. Endlose richtungsorientierte Glasfasersträge werden durch eine Rollenstrangpresse gezogen, mit Polyurethan vergossen und bei erhöhter Temperatur zu einem sehr hochwertigen porenfreien Werkstoff ausgehärtet.
Auf Wunsch des Auftraggebers werden im Werk Kunstholz-Bahnschwellen und -Brückenhölzer in Millimetergenauigkeit formgenau vorproduziert, eindeutig gekennzeichnet und angeliefert (Tab. 3). So hat die ÖBB diese Möglichkeit im Jahr 2009 genutzt, um bei Brückentragwerken die Sollgradiente durch im Werk vorgefertigte FFU Kunsthölzer rasch und kostengünstig wiederherzustellen. Jedes Brückenholz hatte eine andere Höhe und führte somit zum Ausgleich der Dauerverformung der Brücke hin zur optimalen Gleislage. Die Wiener Linien nutzen die Möglichkeit, diese hochwertige FFU Kunstholzschwelle im Sondermaß B/H/L = 26/10/201 cm mit einer sehr geringen Bauhöhe seit 2007 auf ihrem Streckennetz einzubauen. Dieser Sonderquerschnitt wird einerseits im Bereich Floridsdorfer Brücke direkt befestigt bzw. im Bereich Masse-Federsysteme der Tunnelstrecken mit einer Schwellenlänge von 250 cm installiert.

Ausfräsung Gurtverstärkung	Bohrung Schraubverbindungen
Ausfräsung Längsträger	Oberflächenbesandung
Ausfräsungen Nietenköpfe	Aufdopplung Überhöhung

Tab. 3: Vorfertigung im Werk

Bearbeitung der Kunstholzschwelle am Projekt

Die Herstellung von Bohrlöchern für die Verankerung der Schienenbefestigung, das Schneiden von FFU Kunstholz, das Aus-/Abfräsen und das Stemmen erfolgen analog zum Holzwerkstoff mit handelsüblichen Werkzeugen in der gleichen Art und Weise. Hierbei wird der Einsatz von Widea-Werkzeugen bzw. Werkzeugen für die Metallbearbeitung empfohlen. Die Praxis zeigt jedoch auch, dass die erfahrenen Mitarbeiter von Bauunternehmen manchmal einfach Motorsägen analog zur Bearbeitung von Naturholz einsetzen. Bei einer solchen Art der Bearbeitung muss allerdings mit sehr hohem Materialverschleiß der Sägekette gerechnet werden. Die vorhandenen Schienenbefestigungen der alten Holzschwellen können an der FFU Kunstholzschwelle rasch wieder eingesetzt werden.

Life Cycle Cost-Untersuchungen der TU Graz

Im Jahre 2008 führte die TU Graz im Auftrag der Österreichischen Bundesbahnen eine Life Cycle Cost-Analyse für FFU Kunstholz als Brückenhölzer auf offenen Stahlbrücken im Vergleich zum Einsatz von Naturholzschwellen durch [1]. Diese Analyse wurde von der TU Graz im Jahre 2009 hinsichtlich wichtiger Eingangsparameter variiert. So wurde der spezifische Arbeitsbedarf beim Einsatz von FFU Kunstholzschwellen im Bereich Bogen um 20 % reduziert, um den Vorteil gegenüber dem Einsatz von Holzschwellen bei komplexen Randbedingungen abzubilden. Der kritische Preis bei unterschiedlichen Lohnniveaus wurde hierbei für eine Restnutzungsdauer der Tragwerke von mehr als 15 Jahren bzw. mehr als 30 Jahren bestimmt. Dies, da als Eingangsparameter die durchschnittliche praktische Lebensdauer der Brückenhölzer aus Naturholz mit 15 Jahren definiert wurde. Der kalkulatorische Zinssatz wurde auf Grund der extrem langen Lebenserwartung von FFU Kunstholz mit mehr als 50 Jahren prognostiziert und im Zuge einer Sensitivitätsanalyse mit real 3 % über der Inflationsrate berücksichtigt. Jetzt konnten die kritischen Preise der Brückenhölzer aus FFU Kunstholz für verschiedene Lohnniveaus so berechnet werden, dass sich die Wirtschaftlichkeit bei einem (nach 15 Jahren) bzw. zwei (nach 30 Jahren) verhinderten Wechseln

Kabelschutztechnik der nächsten Generation

- 30 Jahre Erfahrung in Kabelschutz
- Weltweite Zulassungen
- Globale Präsenz

- Höchste internationale Qualitätsstandards
- Erfüllt alle Schutzarten bis IP69K – auch dynamisch
- Maximale Montage- und Betriebssicherheit

PMA Deutschland GmbH
Robert-Bosch-Straße 7
97437 Haßfurt
Tel. 0 95 21/9 57 71-0 · Fax 0 95 21/9 57 71-11
info@pma-de.com · www.pma-de.com

Abb. 4: Ostbahnbrücke ÖBB Wien, Überhöhung an Brückenhölzern ab Werk

Foto: G. Koller

konventioneller Brückenhölzer ergibt. Das hierbei berücksichtigte Preisniveau von FFU Kunstholz entspricht einer Bestellmenge von mehr als 20 m³. Das österreichische Lohnniveau wird in dieser Kalkulation mit 100 % festgelegt. Das Ergebnis wird in Tab. 4 abgebildet. Die Tabelle zeigt, dass der Einsatz von FFU Kunstholz für den verantwortlichen Instandhalter der Strecke um die mit + gekennzeichneten Werte wirtschaftlicher ist als der Einbau konventioneller Brückenhölzer.

Zusammenfassend stellte a. o. Univ.-Prof. Veit im Ergebnis der LCC-Analyse dar, dass

- beim Ansatz des kalkulatorischen Zinssatzes von 3 % real ein Einsatz als Standardlösung bei dem österreichischen Lohnniveau möglich wird,
- FFU Kunstholzbrückenhölzer bei technisch anspruchsvollen Randbedingungen der Flexibilität der Produktion zufolge Vorteile aufweisen, die eine wesentliche Reduktion des spezifischen Arbeitsbedarfs erwarten lassen, der sich wiederum positiv auf die Wirtschaftlichkeit auswirkt sowie
- FFU Kunstholzbrückenhölzer einen weiteren Schritt in Richtung eines nachhaltigen Oberbaus darstellen, eine Eigenschaft, die vor allem unter Berücksichtigung steigender Zugzahlen und damit reduzierter Instandhaltungszeiten in Zukunft noch wesentlich an Bedeutung gewinnen wird.

Bogen – 240 Brückenhölzer	Lohnniveau			
$i_{kalk,real}$ = 3 %	110 %	100 %	90 %	80 %
1 zu entfallender Wechsel	+29	+21	+13	+5
2 zu entfallende Wechsel	+85	+73	+61	+49

Tab. 4: LCC-Kritischer Materialpreis bei unterschiedlichen Lohnniveaus (+ Profit, – Verlust)

Erfahrungen, Vorteile und Nutzen

Gegenüber Holz liegt hier ein industriell gefertigtes Kunstholz vor, das entsprechend genauer Vorgaben angefertigt wird und mit wenigen Millimetern Fertigungstoleranz in der bestellten Form zur Auslieferung gelangt. FFU Kunstholz bleibt auch nach seinem Einbau „formstabil", es liegt satt, annähernd vollflächig auf den Gurten von Stahlträgern auf und bewahrt seine homogene Struktur. Die Formstabilität ermöglicht bei offenen Stahltragwerken den raschen und sofortigen Einbau der Kunstholzschwelle vor Ort. Im Bereich von Bögen ist der Einbau der im Werk maßgenau und eindeutig bezeichneten FFU Kunstholzschwellen sehr rasch und professionell gegeben. Das Gewicht – ähnlich

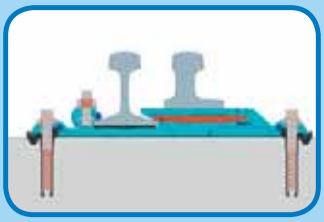
Abb. 5: Bohrung der Ausnehmung für den Nietenkopf (ÖBB Hainburg) Foto: G. Koller

Schwihag

Besuchen Sie uns auf der InnoTrans 2010, Halle 26, Stand 102.

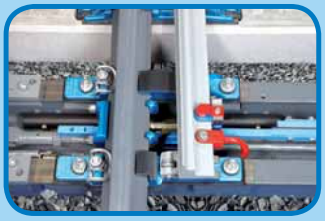
Zungenrollvorrichtung ZRV

IFAV-Radlenkerplatte mit Spannbügel SSb 2 und geklemmtem Radlenker



IBAV-Gleitstuhlplatte mit Spannbügel SSb 2 und W-Befestigung

Kabelschachtschwelle



Verschlussschwelle SVS mit Klinkenverschluss SKV

Spannklemme Skl 14 auf Betonschwelle (W-Oberbau)

Spannklemme Skl 12 auf elastisch gelagerter Rippenplatte als Einzelstützpunkt für Feste Fahrbahn

INNOVATIVE GLEIS- UND WEICHENTECHNIK

SCHWIHAG, Ihr Partner in Gleis und Weiche, bietet Ihnen ein Produkt- und Dienstleistungsprogramm, das sich durch Zuverlässigkeit, Langlebigkeit und herausragende Qualität auszeichnet.

Weichentechnik und Schienenbefestigungen von SCHWIHAG werden weltweit sowohl von Eisenbahnen mit Hochgeschwindigkeits- und Schwerlastverkehr als auch von U-Bahnen, Metrosystemen und Straßenbahnen eingesetzt. SCHWIHAG-Produkte sind einfach zu installieren, inspektionsfreundlich, wartungsfrei und umweltfreundlich.

DB-LIEFERANT DES JAHRES 2008

Schwihag AG
Gleis- und Weichentechnik
Lebernstrasse 3, CH-8274 Tägerwilen
Telefon ++41(0)71 666 88 00
Telefax ++41(0)71 666 88 01
info@schwihag.com www.schwihag.com

wie Holz (FFU 74 = 740 kg/m³) – gewährt einen einfachen Transport auf der Baustelle und bietet vor allem bei sich seit vielen Jahrzehnten bewährten Stahltragwerken oftmals statische Vorteile. Der Verlauf der lastableitenden Struktur (Glasfaserbündelung) ist eindeutig und homogen vorhanden. Das Material ist „porenfrei" und nimmt somit keine Flüssigkeiten auf. Das Material ist auch frei von jedweder Art von Insektiziden. Ebenso verändert es sich nicht bei Berührung mit bei den Bahnen verwendeten Fetten und Chemikalien. Es besteht einfach nur aus Polyurethan und endlosen Glasfasern.

Im Bereich von Schotterfahrbahnen kommt es zu einer Verzahnung an der Unterseite der FFU Schwellen analog wie bei Holzschwellen. Die einfache Reparatur sowie die Verwendung von herkömmlichen Schneide- und Bohrwerkzeugen gehen einher mit den handwerklichen Erfahrungen von Holzarbeiten. Die gute Lastableitung sowie der gute langfristige Verbund zwischen Schwellenschrauben und Kunstholz, der hohe Verwitterungswiderstand und die immer geschlossene Struktur zeigten in der Praxis, dass sich der Aufwand für Unterhaltsarbeiten und der damit verbundene Kostenaufwand der Bahnbetreiber für die Erhaltung wesentlich minimieren.

Die Erstinvestition für die Erstellung des Oberbaus mit FFU Kunstholz bei Brückenprojekten bewegt sich basierend auf der LCC-Analyse der TU Graz in einem Bereich des 1,35- bis 1,55-fachen jener Investition, die beim Einsatz von Naturholz erforderlich wäre. Die Lebenserwartung von FFU liegt im Vergleich hierzu hingegen beim drei- bis fünffachen der heute üblich eingesetzten Brückenhölzer aus Naturholz.

Sollte es nach mehr als 50 Jahren zu einem Austausch der Hölzer kommen, so werden diese einer vollkommenen Wiederverwertung im Werk zugeführt

Abb. 6: Ausstemmen des Auflagerbereichs, Brücke über die Save (Belgrad) Foto: G. Koller

Abb. 7: Sägen am Projekt, Brücke über die Save (Belgrad) Foto: G.Koller

Abb. 8: Weiche auf FFU Kunstholz in Fester Fahrbahn (Japan) Quelle: Sekisui

LITERATUR

[1] Life Cycle Cost-Analyse, TU Graz, a. o. Univ.-Prof. Peter Veit & Dr. Marschnig, 2008

Dipl.-Ing. Dr. techn. Günther Koller

koocoo technology & consulting GmbH, Wien
office@koocoo.eu

Summary

FFU synthetic wood for Hamburger Hochbahn and MVV

Late in May 2010, public transport operator Hamburger Hochbahn installed the first points laid on FFU synthetic wood. Its Munich counterpart MVV is using FFU synthetic wood, which is a very good electrical insulator, in conjunction with the Rheinfeder elastic grooved rail system on five sets of points. A LCC analysis by the Graz University of Technology indicates that with an imputed real rate of interest of 3 %, its use as a standard solution is feasible at Austrian wage levels. FFU synthetic wood bridge timbers are a further strep towards railtrack sustainability, a factor that is bound to gain still further in importance in future in light of increasing rail traffic and this reduced maintenance times. FFU synthetic wood is 100% recyclable and free from any insecticide.