Kunstholz für den Gleisbau

Mit Kunstholz ist ein optimaler gesamtwirtschaftlicher Einsatz im Bereich von offenen Stahltragwerken, Weichen in Schotterfahrbahn und Fester Fahrbahn möglich.

Abb. 1: FFU Kunstholz im Stationsbereich Tokyo Station

Bilder 1, 2, 6-9: Sekisui

Günther Koller

Der japanische Kunststoffspezialist Sekisui entwickelte das Eslon Neo Lumber FFU (Fiber reinforced Foamed Urethane) Kunstholz mit der Vorgabe, Kunstholz für den Gleisbau anbieten zu können, das die gleichen positiven Materialeigenschaften für den Einsatz, die einfache Handhabung und Verarbeitung im Gleisbau wie Naturholz aufweist. (Abb. 1) Es sollte annähernd das gleiche spezifische Gewicht wie Naturholz haben, jedoch gegenüber diesem eine wesentlich höhere Lebensdauer und Witterungsbeständigkeit aufweisen. Hintergrund waren die statistischen Aufzeichnungen der Eisenbahnbetreiber Japans, die zeigten, dass ca. 70 % der Bahnschwellen aus Naturholz aufgrund von Verwitterung (Verfaulen, Zerfall) auszutauschen waren.

Im Jahre 1978 erhielt Sekisui für diese Produktentwicklung den Preis der Generaldirektion der Agentur für Forschung und Entwicklung Japans und den „Okochi Memorial Grand Technology Prize“ sowie den „Deming Prize“ für die umfangreiche und hochwertige Qualitätskontrolle des Unternehmens.

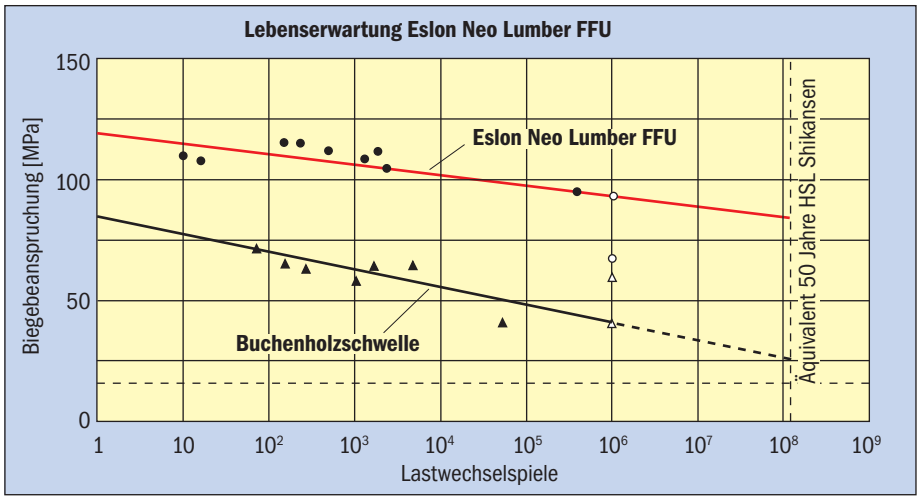

Abb. 2: Lebensdauer Eslon Neo Lumber FFU Kunstholz

Im Jahre 1980 wurden in Zusammenarbeit mit dem „Railway Technical Research Institute“ und der Japanischen Eisenbahn zwei Versuchsstrecken mit Eslon Neo Lumber FFU Kunstholz ausgerüstet. Im Kanmon-Tunnel der Sanyo-Hauptstrecke wurden im Bereich km 531 + 680 bis km 531 + 700 74 Stück Monoblock Schwellen aus Kunstholz in Fester Fahrbahn eingebaut. Auf der Brücke über den Miomote-Fluss der Uetsu-Strecke im Bereich km 61 + 294 bis km 61 + 316 kamen 18 Stück Brückenhölzer aus Kunstholz zur Verwendung.

Nach einer praktischen Versuchsdauer von fünf Jahren und ausgezeichneter Erfüllung sämtlicher Vorgaben und Anforderungen wird seit 1985 Eslon Neo Lumber FFU von der Japanischen Eisenbahn als Standardprodukt für den Einsatz im Bereich von Stahltragwerken, Weichen, Tunnel sowohl im Schotterbett als auch in der Festen Fahrbahn eingebaut.

Im Jahre 1996 wurden vom „Railway Technical Research Institute“ Kunsthölzer der ersten Versuchsstrecken ausgebaut und an diesen weitere Untersuchungen durchgeführt. Im Zuge dieser wurden Lastwechseluntersuchungen unternommen, die ergaben, dass die Haltbarkeit der Bahnschwellen aus Kunstholz größer 50 Jahre ist (Abb. 2).

Im Jahre 2004 wird FFU Kunstholz erstmals in Europa eingesetzt. Die Wiener Linien entscheiden sich aufgrund der technischen Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Komat GmbH für die Verwendung von Eslon Neo Lumber FFU als Brückenhölzer an einem offenen Stahltragwerk in Wien. Bis dato kommt FFU Kunstholz bei weiteren Brückenprojekten der Wiener Linien zum Einsatz (Abb. 3). Die Österreichischen Bundesbahnen ÖBB setzen Eslon Neo Lumber FFU Kunstholz seit 2005 an mehreren Projekten ihrer Schieneninfrastruktur ein.

Nach Maß angefertigte Kunsthölzer

Wie entsteht Eslon Neo Lumber FFU Kunstholz für den Gleisbau? Am Beginn der Fertigungsstraße werden einzelne Glasfaserstränge zu einem Paket aus richtungsorientierten Glasfasern zusammengeführt und durch eine „Rollenstrangpresse“ gezogen, in der sie unter hohem Druck mit Polyurethan vergossen werden. Nachdem aus der Produktionsanlage die porenfrei vergossenen Glasfaser-Polyurethan-Werk-

Abb. 3: FFU Kunstholz, Zollamtsbrücke der Wiener Linien

Bilder 3-5: koocoo-consulting

Abb. 4: 100 mm hohes FFU Kunstholz, Floridsdorferbrücke, Wien

stücke austreten, werden diese in Regellängen von 12 m geschnitten und für die Weiterverarbeitung gestapelt.
Eslon Neo Lumber FFU Kunstholz in seiner Rohform mit endlosen richtungsorientierten Glasfasern als Basis für die Produktion von formgenauem Kunstholz für den Gleisbau liegt nun vor. Entsprechend der Vorgaben des Auftraggebers produziert Sekisui Bahnschwellen und Brückenhölzer aus Kunstholz in Millimetergenauigkeit.
Welche Möglichkeiten der werksmäßigen Vorfertigung ergeben sich für den Kunden? Die Anfertigung der Kunsthölzer erfolgt grundsätzlich nach genehmigten Plänen, sofern nicht Standardabmessungen anzufertigen sind. Die Dimensionierung der Kunsthölzer kann auf Basis der abzuleitenden Kräfte und der am Einsatzort anzutreffenden geometrischen Randbedingungen maximal optimiert werden. So wurden bis dato Weichenschwellen aus FFU Kunstholz mit Längen bis zu 9,6 m ausgeliefert, Brückenhölzer aus FFU Kunstholz für offene Stahltragwerke mit einem Hauptträgerabstand von 2,5 m mit einem Querschnitt von 300/300/3500 mm dimensioniert, um die Einhaltung der zulässigen Verformungen im täglichen Bahnbetrieb sicherzustellen. Weiter wurden Sonderquerschnitte für die Wiener Linien mit einer auf 100 mm reduzierten Höhe eingebaut (Abb. 4).
Darüberhinaus besteht die Möglichkeit, FFU Kunstholz bereits ab Werk mit den geforderten Überhöhungen in Form von Aufdopplungen zu produzieren. (Abb. 5) Auf Wunsch kann die Vorbereitung für Details, wie Nietenköpfe, Verstärkungen von Obergurten, Einfräsungen von Schienenbefestigungen, Oberflächenbesandung, Oberflächengestaltungen, Aussparungen, Eintiefungen entsprechend genehmigter Pläne vorbereitet und angefertigt an den Einsatzort ausgeliefert werden (Abb. 6). Jedes Kunstholz wird entsprechend vorweg erstelltem Verlegeplan im Werk eindeutig

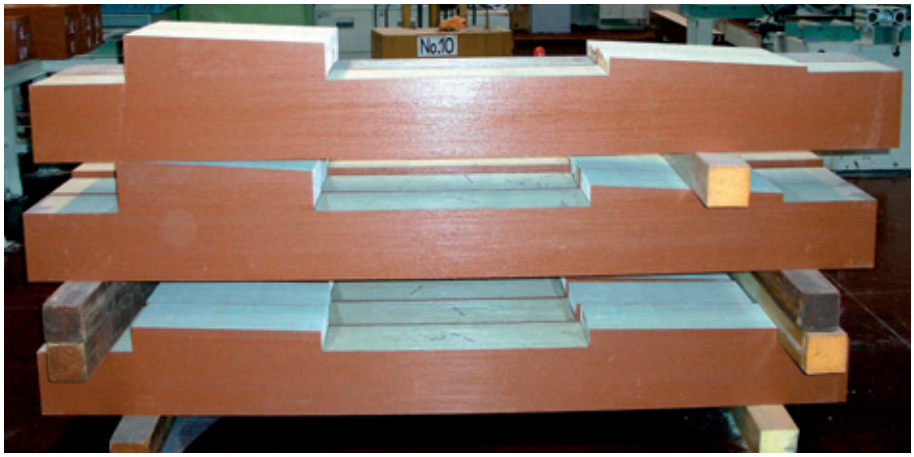

Abb. 5: FFU Kunstholz mit aufgedoppelter Überhöhung

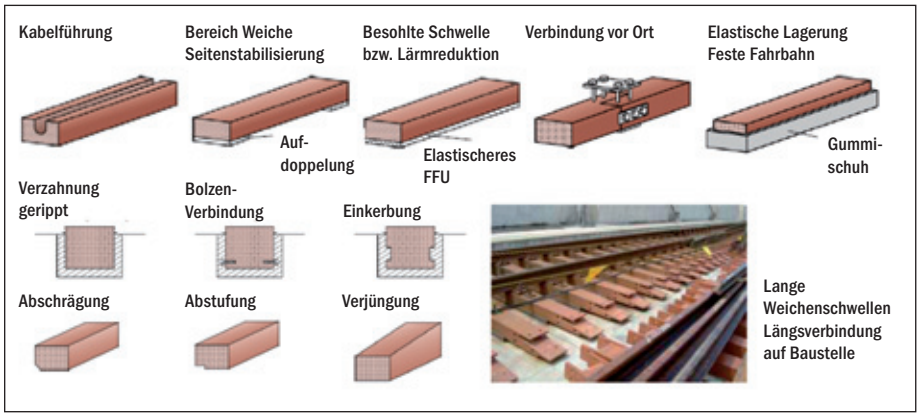

Abb. 6: Herstellung und Einsatzmöglichkeiten FFU Kunstholz für den Gleisbau

Quelle: Sekisui

bezeichnet und anschließend vor Ort am richtigen Platz eingebaut.
Eslon Neo Lumber FFU Kunstholz für den Gleisbau wurde einer Vielzahl von Laboruntersuchungen im Hause Sekisui und in unabhängigen Prüfanstalten unterzogen. Diese Untersuchungen zeigten für Kunstholz FFU74 ein spezifisches Gewicht von 740 kg/m^3, eine Biegefestigkeit von 142 MPa, ein Elastizitätsmodul von 8100 MPa, eine Druckfestigkeit von 58 MPa, einen Isolierwiderstand (trocken) von $1{,}6 \times 10^{13}\ \Omega$ und eine Ausziehkraft für Schwellenschrauben von 65 kN. Darüberhinaus wurden Versuche für Dauerstandfestigkeit, Brandverhalten, Temperaturverhalten sowie Situationen für spezielle Projekte auf Wunsch des Kunden 1:1 nachgestellt und Prüfungen in akkreditierten Prüfanstalten durchgeführt.
Wie steht es um die Verwendung von Eslon Neo Lumber FFU Kunstholz nach Ablauf

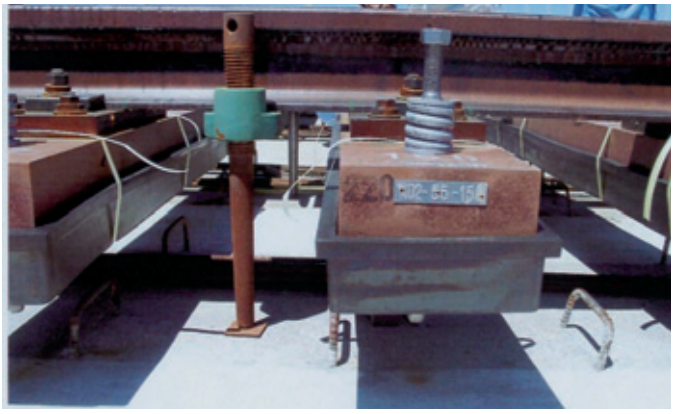

Abb. 7: Detail FFU Kunstholz in Gummischuh für Weiche auf Fester Fahrbahn, Japan

Abb. 8: FFU Kunstholz, Weiche auf Fester Fahrbahn, Japan

seiner Nutzungsdauer? Wenn das Kunstholz in mehr als 50 Jahren zum Austausch ansteht, so ist dieses zur Gänze wiederverwertbar. Das Kunstholz wird aufgearbeitet und für Produkte mit weniger hohen Beanspruchungen verwendet. Eslon Neo Lumber FFU Kunstholz bietet einen geschlossenen Stoffkreislauf und entspricht somit den aktuellen ökologischen und ökonomischen Anforderungen.

Bearbeitung der Kunstholzschwelle vor Ort

Die Herstellung von Bohrlöchern für die Verankerung der Schienenbefestigung mittels Schwellenschrauben erfolgt mit handelsüblichen Bohrwerkzeugen. Ebenso erfolgen das Einschneiden, das Abschneiden, das Aus-/Abfräsen und das Stemmen analog zum Holzwerkstoff. Aufgrund des hohen Anteils an Glasfaser hat sich die Verwendung von Werkzeugen (Bohrer, Sägeblätter) in hochwertiger Qualität erfolgreich bewehrt. Selbstverständlich sind wie bei der Bearbeitung von Naturholz sämtliche gültigen Arbeitsvorschriften einzuhalten.

Nachdem es Sekisui bei der Entwicklung von Kunstholz gelungen ist, die Fibrinstruktur des Holzes technisch nachzubilden, weist Eslon Neo Lumber FFU gegenüber Naturholz „keine Poren" auf, wodurch kein Wasser aufgenommen wird und ein sehr homogener, technisch hochwertiger Werkstoff vorliegt. Diese porenfreie Homogenität erfordert beim Vorbohren der Bohrlöcher, für z. B. Schwellenschrauben, den richtigen Bohrdurchmesser einzuhalten.

Sollte es im Zuge der Arbeiten vor Ort oder durch Veränderung der tatsächlichen Situation gegenüber der geplanten Situation vorkommen, dass Bohrungen falsch erstellt wurden oder soll das Kunstholz später anderweitig eingesetzt werden, so gibt es zwei unterschiedliche und sehr einfache Reparaturmethoden. Bei der Methode für die rasche Lösung wird in das falsche Bohrloch Urethanharz eingebracht und anschließend ein Dübel aus Eslon Neo Lumber FFU Kunstholz eingeschlagen. Bereits nach 20 Minuten kann das neue Bohrloch, z. B. wenige Millimeter versetzt in der nun richtigen Position, in das reparierte Bohrloch gebohrt werden. Bei der zweiten Methode wird das falsche Bohrloch mit Epoxyharz vergossen. Nach einer Aushärtezeit von vier Stunden kann die neue Bohrung in das reparierte Bohrloch an seinem richtigen Ort erstellt werden. Die Schienenbefestigung wird platziert und die Schwellenschrauben mit definiertem Drehmoment eingeschraubt.

Realisierte Projekte mit Eslon Neo Lumber FFU

Wie viele Kilometer Gleis sind seit 1985 mit Eslon Neo Lumber FFU Kunstholz errichtet worden? Die Aufsummierung der Brücken-, Weichen- und Tunnelprojekte, an denen seit 1985 Kunstholz Verwendung findet, ergibt eine Gleislänge von mehr als 870 km. Dies bedeutet, dass in den letzten 20 Jahren durchschnittlich mehr als 40 km Gleis je Jahr mit Eslon Neo Lumber FFU Kunstholz errichtet wurden. Der Einsatz von Kunstholz erfolgt sowohl für LRT-Systeme mit niedrigen Achslasten als auch für Achslasten größer 30 t.

Die überwiegende Verwendung von Eslon Neo Lumber FFU Kunstholz erfolgt in Japan am Hochgeschwindigkeitsnetz des Shinkansen wie auch bei den Regionalen Eisenbahnen und Metros (Abb. 7, 8). In Taiwan, China und Österreich setzen wirtschaftlich verantwortlich handelnde Betreiber und Erhalter der Schieneninfrastruktur immer mehr auf Kunstholz und dessen langfristigen Nutzen und Vorteile. Hier gelangt es vor allem im Bereich offener Stahltragwerke und hochbeanspruchter Weichen zum Einsatz (Abb. 9).

Abb. 9: FFU Kunstholz als Brückenholz auf offenem Stahltragwerk, Japan Bilder: 7–9: Sekisui

Erfahrungen, Vorteile und Nutzen

Gegenüber Naturholz liegt hier ein industriell gefertigtes Kunstholz vor, das entsprechend genehmigter Pläne angefertigt wird und mit wenigen Millimetern Fertigungstoleranz in der bestellten Form zur Auslieferung gelangt. Eslon Neo Lumber FFU bleibt auch nach seinem Einbau „formstabil", es liegt satt und vollflächig auf den Gurten von Stahlträgern auf und bewahrt seine homogene Struktur. Im Bereich von Schotterfahrbahnen kommt es zu einer Verzahnung an der Unterseite der Bahnschwellen in der Art wie bei Naturholz. Für die Ableitung der horizontalen Seitenkräfte im Bereich Weiche können an der Unterseite Besohlungen

vorgenommen, FFU Kunstholzleisten angebracht oder seitliche Stahlbleche montiert werden. Die Überhöhungen, Ausnehmungen und erforderlichen Formanpassungen werden im Werk auf Wunsch vorgefertigt. Die Formstabilität ermöglicht bei offenen Stahltragwerken und Weichen den raschen und sofortigen Einbau des Kunstholzes vor Ort. Das Gewicht ähnlich wie Holz gewährt einen einfachen Transport auf der Baustelle und bietet vor allem bei vorhandenen Stahltragwerken Vorteile. Der Verlauf der lastableitenden Struktur (richtungsorientierte Glasfaserbündel) ist eindeutig und homogen vorhanden. Im Falle einer Erneuerung des Oberbaus lässt sich in Bereichen, wo die Schienenoberkante nicht absolut festgeschrieben ist, der Querschnitt des Kunstholzes aufgrund sehr guter Materialkennwerte den Anforderungen entsprechend minimieren. Das Material ist porenfrei und zeigt somit keine Aufnahme von Flüssigkeiten. Ebenso ist es frei von Veränderung bei Berührung mit im täglichen Einsatz der Bahnen verwendeten Fetten und Chemikalien. Die einfache Reparatur und die Verwendung von herkömmlichen Schneide- und Bohrwerkzeugen gehen einher mit den handwerklichen Erfahrungen bei der Holzbearbeitung. Die gute Lastableitung sowie der gute Verbund zwischen Schwellenschrauben und Kunstholz, der hohe Verwitterungswiderstand und die immer geschlossene Struktur zeigten in der Praxis, dass der Aufwand für Unterhaltsarbeiten und der damit verbundene Kostenaufwand für die Erhaltung minimal sind. Sollte es nach mehr als 50 Jahren zu einem Austausch von Kunstholz kommen, so wird dieses einer vollkommenen Wiederverwertung im Werk zugeführt. Die Erstinvestition für die Erstellung des Oberbaus bei Verwendung von Eslon Neo Lumber FFU Kunstholz liegt gegenüber der herkömmlichen Verwendung von Naturholz etwas höher. Die Haltbarkeit von FFU Kunstholz in den angesprochenen Bereichen ist gegenüber Holz um ein Vielfaches länger. Die sich daraus ergebende Life Cycle Cost Betrachtung hat die Entscheidung der Bahnbetreiber für den Einsatz von Kunstholz in aufgezeigten Bereichen zusätzlich zu dessen technischer Hochwertigkeit unterstützt. Die aus 20 Jahren Erfahrung nachweislich hohe Verfügbarkeit des Gleises und Reduktion der Erhaltungskosten auf Grund des Einsatzes der Kunstholztechnologie wissen die Eslon Neo Lumber FFU Kunstholz einsetzenden Bahngesellschaften ökonomisch zu schätzen.

Dipl.-Ing. Dr. techn. Günther Koller

koocoo consulting, Wien (A)
guenther.koller@koocoo.eu

Summary

Composite material for railway sleepers

Eslon Neo Lumber FFU (standing for fibre-reinforced foamed urethane), an artificial wood for railway sleepers developed in 1978, has been in use as a standard product since 1985 chiefly in Japan's railway infrastructure, where it is utilised both on the Shinkansen high-speed lines and for regional rail and urban metro systems. Its main areas of application are turnouts, open steel girder structures and tunnels. FFU "polyurethane wood" is used both on ballast bed and on slab track. The first European project implemented using FFU was by the Vienna transport operator Wiener Linien in 2004. The composite material is made of long, aligned bundles of glass fibre in non-porous polyurethane, giving a product that looks and can be worked like wood. The homogeneous structure of the material makes for an extended operational life of over 50 years in extreme conditions such as e.g. open steel girder structures. To date, FFU has been used for over 870 km of track.