

10 Jahre DURFLEX-Schotteroberbau: ein Beitrag zur Systemverbesserung „Spurgeführter Verkehr“

Fahrwege allozieren 70 % der internen Bahngesamtkosten. Bahnkörper sollten daher bei der Weiterentwicklung des „Spurgeführten Verkehrs“ im Fokus stehen. Nur eine spartenübergreifende Betrachtung der Auswirkungen eines Oberbaus im Zuge der LCC-Rechnung und Berücksichtigung externer Effekte ermöglicht ausgewogene Infrastrukturentscheidungen. DURFLEX (DxSchO), auf Basis des Schotteroberbaus, unterstützt das Erreichen dieser Ziele. Hierfür wird elastischer PUR-Schaum im Lastabtragungsbe- reich des Fahrwegs injiziert.

AUSGANGSLAGE

Der Beitrag des Fahrwegs zu wirtschafts- und umweltpolitischen Zielen des Schienenverkehrs ist mannigfaltig, da jede Infrastruktur-entscheidung Auswirkungen auf Menschen und Umwelt hat. Oberbausysteme müssen daher umweltfreundliche, innovative Mobilität bieten. Über die gesamte Supply Chain, über alle Sparten sind daher umfassendere Investitionsaspekte unter dem Blickwinkel der Nutzenstiftung zu berücksichtigen, um einen optimalen, dem strategisch Gewünschten entsprechenden, Oberbau zu realisieren und die spezifischen Kosten von Eisenbahn- infrastrukturentscheidungen zu berechnen.

UMSETZUNG STRATEGISCHER UNTERNEHMENSZIELE DURCH INNOVATIVE OBERBAUFORMEN

Ein 04/ 2009 veröffentlichter ETR-Artikel legt nahe, Schotteroberbau in eine Feste Fahr- bahn zu verwandeln¹⁾. Basis des Gedankens

1) ETR 04, April 2009, S. 156 – 160, Mißler, Beck

ist durch Vermeidung von Kornumlagerungen eine Erhöhung der Qualität und Wirtschaftlichkeit des Oberbaus zu erreichen. Neben den bekannten Vorteilen Fester Fahr- bahnsysteme erläutert der Artikel jedoch auch, dass ein Umbau vom Schotteroberbau in eine Feste Fahrbahn aufgrund des hohen Investitionsaufwands nicht in Erwägung ge- zogen wird.

DURFLEX (DxSchO) vereint die als positiv beschriebenen Vorteile der Festen Fahrbahn mit den anerkannten Vorteilen eines hochmechanisierten, standardisier- ten Schotteroberbaus und gegenüber den Festen Fahrbahnen geringeren Investitions- kosten. Der Funktionsnachweis eines „ver- wandelten“, lagestabilen Schotteroberbaus, als Instandhaltungsarmer Fahrweg, ist nun mit DURFLEX seit 06/2007 erfolgreich ge- führt worden. Die funktionelle Eignung und Machbarkeit des Fahrbahnsystems DURFLEX unter Betriebsbedingungen und aus ober- bautechnischer Sicht wurde durch die DB Netz AG im September 2016 bestätigt,²⁾ so

2) Bericht DURFLEX, DB Netz AG, Technik- und Anlagenma- nagement Fahrweg, I.NPF 111G (Gleistechnik, Septem- ber 2016



MBA (Durham University, UK)
Jörg Frenzel
Geschäftsführer
Hyperion Verwaltung GmbH
j.frenzel@hyperion-ip.eu

dass der Antrag auf allgemeine Zulassung Fahrbahnsystem DURFLEX (Dx-SchO) beim Eisenbahn-Bundesamt konsequenter Weise gestellt wurde. Seit Anbeginn werden auf den Pilotstrecken durchgängig gute Gleis- lagequalitäten nachgewiesen. Der Instand- haltungsaufwand ist bisher als gering einzu- stufen.

Erstmals kann somit ein Instandhaltungs- armer Oberbau auf modifizierter Schotter- standardbasis, angeboten werden – ohne Luftschallmalus (3 db/A) und ohne potenzi- ell erschwerten Raumordnungs- bzw. Plan- rechtsverfahren. Damit liefert der DURFLEX Schotteroberbau die bei Entwicklung des Systems prognostizierten Grundvorausset-

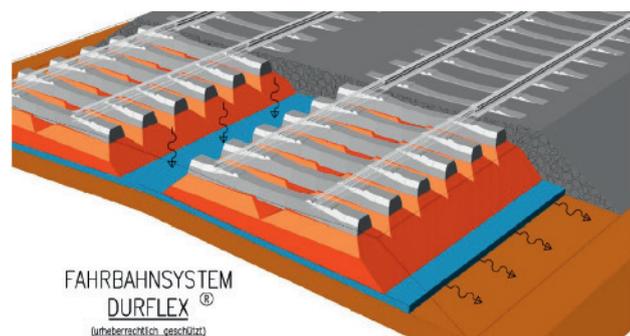


BILD 1:
DURFLEX Aufbau

BILD 2: DURFLEX PUR-verschäumter Schotter





BILD 3: Kostenblöcke nach WMP-Methodik³⁾ (rot: aktuell berücksichtigte Kostenblöcke bei der Betrachtung des Fahrwegs)

zungen, um als wirtschaftliche Alternative zum Schotteroberbau (SchO) bzw. zu Feste Fahrbahn Systemen (FF) als technisch mindestens gleichwertig anerkannt werden zu können.

STRATEGISCHE UNTERNEHMENSZIELE DER EISENBAHNEN

Da anerkannt ist, dass beim konventionellen Schotteroberbau – wegen seiner sich unter Betriebseinwirkung einstellenden ungleichmäßigen Setzung und Umlagerung des Schotterkorns – in regelmäßigen Abständen mindestens Gleisdurcharbeitungen erforderlich sind, müssen Techniker und Kaufleute bei Investitionsentscheidungen und Technologieempfehlungen die strate-

gischen Unternehmensziele mit den Zielen der Oberbau- und Instandhaltungsstrategien abgleichen. Hierbei muss das jeweilige Oberbauprojekt die Qualitätsanforderungen bestmöglich umsetzen, d.h. die geforderte Anfangsqualität erreichen, die Verschlechterungsrate auf ein Minimum reduzieren und die LCC-Betrachtung für den gewählten Fahrweg sprechen. Somit muss zuerst die Frage beantwortet werden, welche Parameter in einer LCC-Rechnung, die den strategischen Unternehmenszielen Rechnung trägt, zu berücksichtigen sind. Eine erste Indikation liefert Bild 3.

Es ist zu erkennen, dass sich aktuell einfließende Kostenblöcke eng am Fahrweg orientieren. Geschäftsfeldübergreifende bzw. übergeordnete Zielvorgaben, wie z.B. Nachhaltigkeit, Qualität und Pünktlichkeit, finden bei diesen Kostenblöcken bisher nicht ausreichend Berücksichtigung. Be-

trieberschwerniskosten werden gar nicht mit in die Betrachtung einbezogen. Finden bei einer Fahrwegsystementscheidung jedoch die strategischen Unternehmensziele der Eisenbahnen, die direkten und indirekten Parameter Luftreinheit, Luftschall, Körperschall, Bodenbedarf, Bodenreinhaltung/Bodeneinträge, Ressourcensicherung und die Wirkungsverstärkung durch Effekte auf den Fuhrpark nicht ausreichend Einzug, wird eine Entscheidung auf Basis eines systemischen Ansatzes, der die Interaktionen zwischen den Subsystemen angemessen berücksichtigt, verwehrt. Eine umfassende Investitionsentscheidungsgrundlage „System Fahrweg“ ist somit nicht gegeben. Die vorangehende Übersicht erweiternd, werden nachfolgend weitere entscheidungsrelevante Parameter, die im Zuge einer Investitionsentscheidung auf ein Projekt einwirken können, exemplarisch benannt (Bild 4). »

3) Mobility Network Logistics; Kostenblockstruktur

Ökonomische und ökologische Parameter des Fahrwegs*		
Streckenbelastung, Geschwindigkeit, Radien Bauzeit Lebensdauer Regelbauweisen/Regelmaschinentechnologie Reparaturkonzept, Instandhaltungsaufwand Rückbau, Recycling Finanzierungsmöglichkeit Flächenbedarf Antizipation der Abschaffung des „Schienenbonus“ Gefährdungsreduzierung bei Arbeiten im Gleisbereich lärmarmes bzw. lärminderndes Bauverfahren Elastizitätseigenschaften in stoffeintragsgefährdeten Gebieten, z.B. Flugsande, Kohlenstäube Anbieterkreis/Wettbewerb Sonderbauweisen/Lieferketten	Sicherungskosten/ Bauüberwachung/Vermessung Materialbedarf über Lebenszyklus Materialverfügbarkeit über Lebenszyklus Setzungspotenzial Fahrruhe/ Gleislage/Schallabstrahlung Baugrundschrwingungen Arbeitsschutz Instandhaltungszeiten Planrecht bei Umbau Evolutions- und Innovationsmöglichkeit des Systems Anrainer-/ politische Akzeptanz Kostentransparenz Anfälligkeit ggü. Alkali, Salz Klima- und Lärm-Footprint über LC Querverschiebewiderstand	Vorkopfeinschotterungsbedarf Breite des Oberbaukörpers Planumsdruckspannung Spannung unter Schwelle Technologisierungsgrad Bettungsstärke/Tragschichtstärke Filterstabilität, Wasserleitfähigkeit Bettungsvermischungspotenzial/Verhärtung Hohlagenentwicklung Dammkronenbeschaffenheit Herbizideinsatz Migration vorhandener Technik Beanspruchungsempfindlichkeit Frost/Tauwechsel Energiebedarf Weichenheizung

BILD 4: Ökonomische und ökologische Parameter des Fahrwegs (*Auszug)

AUSWIRKUNGEN KONSTRUKTIVER UNTERSCHIEDE DER OBERBAUARTEN

Um diese Parameter bei Investitionsentscheidungen ggfs. mit berücksichtigen zu können, sind zuerst konstruktive Unterschiede zu beleuchten: Einerseits Schotteroberbau, SchO, z.B. entsprechend der DB Netz Richtlinie RiL 820. Andererseits eine FF-Oberbaukonstruktion, bei der die lastabtragende Funktion des Gleisschotters durch gebundene Materialien eliminiert und durch feste Betonfahrwegbauten substituiert wird. Mittendrin der DURFLEX-Schotteroberbau, DxSchO, bei dem der Schotter weiterhin die volle Funktion der Lastabtragung erfüllt. Durch die Ausschäumung des Schotters wird der Lastausbreitungswinkel von i. d. R. 15° auf 30° vergrößert. Hierdurch werden die Pressungen (stat. und dyn.) im Schotter und vor allem auf dem Planum und im Untergrund wesentlich verringert. Die in der verdichteten Schotterbettung durch Kornform und Sieblinie bedingt verbleibenden Hohlräume im Lastabtragungsbereich unterhalb der Schwelle werden hierbei zusätzlich mit dauerhaft elastischem Polyurethanschaum durch Injektion ummantelt. Ein Gebilde mit unendlich vielen „Porenstoßdämpfern“ entsteht. Eingetragene Energie kann dauerhaft absorbiert werden und elastisch auf Druck oder Lasteinträge durch Zugverkehre reagieren. Damit sind die im Fahrwegbau bekannten technischen Parameter des Schotteroberbaus im Zusammenhang mit dem Einbau und der Verwendung von Schotter weiterhin gültig und für den DxSchO lediglich punktuell modifiziert. Somit ist die Standardisierung wesentlicher Schotteroberbaukomponenten weiterhin gegeben.

BILD 5: Freistehender Schotterkegel System DURFLEX



Alle Oberbau-/Fahrwegsysteme müssen die Zuverlässigkeit durch stabile Gleislage über einen langen Zeitraum, auch unter Verkehrslast, gewährleisten. Dies soll natürlich auch für höhere Geschwindigkeiten, Achslasten und hohe Zugzahlen gelten. Unter Lasten- und Witterungseinfluss verschlechtert sich jedoch die Tragfähigkeit eines Schotteroberbaus durch Kornumlagerung, die Gleislage wird instabil, der Abnutzungsvorrat an Gebrauchstauglichkeit nimmt ab. Instandhaltungseingriffe (sprich nachträgliches Stopfen, Richten und Reinigen) dienen deshalb dazu, die Verschlechterungsrate über dem Zeitstrahl bis zum endgültigen Ersatz aufzuhalten und den Gleiszustand und die Tragfähigkeit wieder auf ein höheres Niveau zu heben, den Abnutzungsvorrat somit wieder herzustellen.

Instandhaltungsarme Oberbauarten – DURFLEX und Feste Fahrbahn – machen Instandhaltungsarbeiten während der Nutzung nahezu überflüssig. Der bisherige Instandhaltungsbedarf beim DxSchO bei allen bisher im Netz der DB AG (und weiterer Bahnen im In- und Ausland) eingebauten Betriebserprobungsabschnitten zeigt sich unauffällig, so auch auf dem Pilotabschnitt Strecke Lehrte – Cuxhaven, 1720-2 von km 101,580 – bis km 101,120, zul v = 200 km/h; Belastung = 112.000 Lt/d. Dennoch unterscheiden sich DxSchO und FF durch ihre Konstruktionsweisen hinsichtlich Bau und Instandhaltung. Die Betonfahrbahn ist ein starr-steifes FF-Betontragwerk. Festigkeit und Elastizität sind hingegen in dem verschäumten DxSchO-Oberbau durch einen elastischen und dämpfenden (unendlichen) Längsträger von vornherein integriert. Damit werden Schwingungen größtenteils abgedämpft, ein Teil der Schwingungsenergie wird verzehrt. Die Festigkeit des SchO im Anfangs-/Abnahmestand bleibt – auch ohne hochelastische Schienenbefestigungen – über die Zeit erhalten. Kräfte nimmt der injizierte PUR-Schaum wunschgemäß nicht auf, sorgt aber dafür, dass diese unverändert über die Kraftpfade des optimalen Abnahmestands weitergeleitet und dabei durch den weiterreichenden Verbund der

BILD 6: DURFLEX PUR-Schaumeinbringung



Bettungsschottersteine miteinander auch gleichmäßig verteilt werden. Am Ende könnte man sagen, der Betonfahrweg erträgt die Last, DURFLEX fängt und dämpft sie und schützt den Schotter. Beanspruchungen aus dieser Sicht werden daher im Grundsatz besser aufgenommen und „verarbeitet“ – die Fahrwegverfügbarkeit verlängert.

WIRTSCHAFTLICHKEIT EINES DURFLEX-OBERBAUS

DB Netz AG (I.NPF 13) stellte im Abschlussbericht DURFLEX im Mai 2016 bei den LCC-Szenarien mit hoher Belastung und zugrundeliegender Annahmen fest⁴⁾, dass DURFLEX schon heute ohne zusätzliche Oberbauinvestition empfohlen werden kann. Bei Szenarien mit mittlerer Belastung – mit Ansatz von Betriebserschwerniskosten – ergibt sich ein offensichtlicher Vorteil für die DURFLEX-Varianten gegenüber dem Schotteroberbau. Überträgt man diese Kostenvergleichsfeststellungen muss DURFLEX auch keinen Wirtschaftlichkeitsvergleich mit den Feste Fahrbahnssystemen scheuen, bestehen doch darüber hinaus weitere Vorteile gegenüber diesen. Miterfüllte, konzernübergreifende Qualitäts- und Effizienzsteigerungen durch den Einsatz des DxSchO fanden bisher (wertmäßig) in den LCC-Betrachtungen keine Berücksichtigung, so dass hier bei entsprechendem Ansatz weitere Vorteile gegenüber dem Regelschotteroberbau bzw. den FF-Systemen bestehen, insbesondere bei Verfolgung eines Zieles „Umwelt-Vorreiterschaft“⁵⁾, Konzernfinanzmittel hierfür demnach aufgebracht werden (wenn auch an anderer Stelle).

UMWELTBEZOGENE QUALITÄTSPARAMETER

EMISSIONEN

Emissionsreduzierende Effekte eines instandhaltungsarmen, betriebsfesten Gleises

4) Aus: Abschlussbericht DURFLEX, DB Netz AG, Technik- und Anlagenmanagement Fahrweg, I.NPF 111 (G) Gleistechnik, Mai 2016: „Die DB Netz AG (I.NPF 13) führte eine LCC Betrachtung durch. Unter den Voraussetzungen der angenommenen Kosten und Zyklen für den Schotteroberbau und der für das System Durflex prognostizierten Kosten, Lebensdauern, IH-/IS-Zyklen und Aktivitäten für DURFLEX können folgende Aussagen getroffen werden: Bei den Szenarien mit hoher Belastung (Gruppen-Szenarien 1 und 3) kann DURFLEX ohne zusätzliche Oberbauinvestition empfohlen werden. Mit Ansatz von Betriebserschwerniskosten (BEK), wie von der Fa. Bayer angenommen (Gr.-Sz. 5), ergibt sich ein offensichtlicher Vorteil für die Durflex-Varianten, der Break-Even erfolgt vor dem 10. Betriebsjahr, die Differenz im Barwert ist signifikant.“

5) Die Deutsche Bahn auf dem Weg zum Umwelt-Vorreiter, März 2017, Seite 5, DB AG DB Umwelt

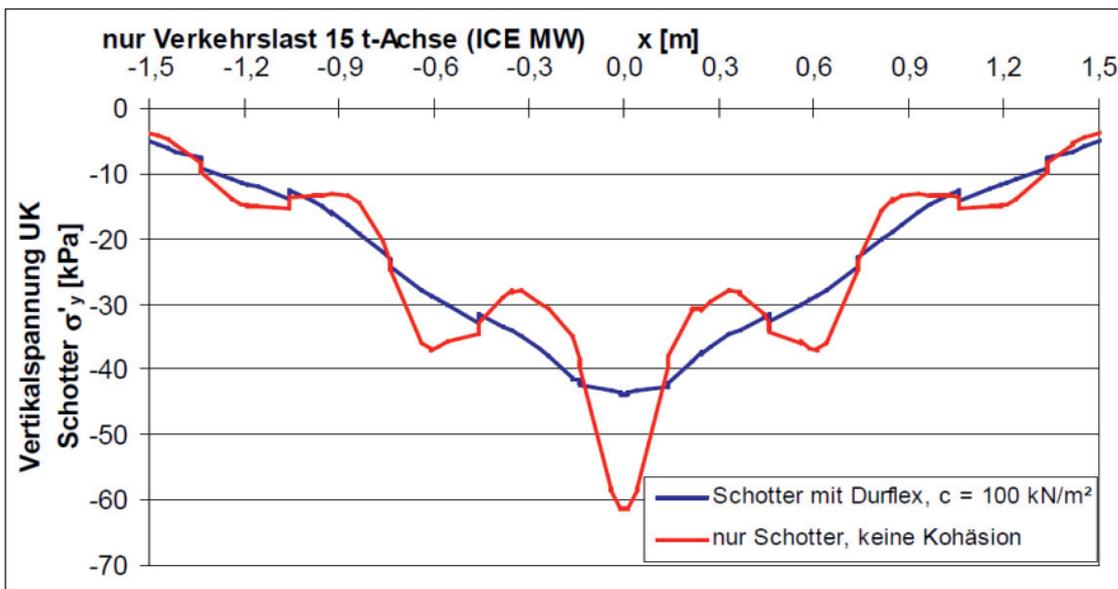


BILD 7: Spannungsverteilung infolge eines ICE Rades in der Ebene UK Schotter mit und ohne DURFLEX⁷⁾

rühren aus verschiedenen Quellen. So ergeben sich beim DURFLEX offensichtliche (CO₂) Einsparungen direkt aus der Baustellenvermeidung, der Schotterbedarfsreduzierung und dem Abbau instandhaltungsbedingter Mehrverkehre und der Erhöhung der Gleiskapazitäten. Entlang der Lieferkette ergeben sich weitere positive Effekte; diese reichen von der Reduzierung (dieselbetriebener) Baumaschineneinsätze, des Schotterbedarfs, von Überführungs- und Transportfahrten, begleitender Dienstleistungsbedarfe und Büros und Fahrzeugen auf Auftraggeber-, Auftragnehmer und Zuliefer- und Behördenseite. Aber auch weitere Emissionen, etwa NO₂, NO_x und Feinstaubentwicklung entwickeln sich vorteilhaft. In verschiedenen europäischen Studien zum Feinstaub PM10 werden zwischen 3–5% der entstehenden Gesamtmenge dem Schienenverkehr zugeordnet, sowohl aus dem Fahrweg als auch aus dem Schüttgutumschlag, da auch Schottersteinbrüche, Sand- und Kiesgruben zu lokalen Stauberzeugern gehören, u. a. resultierend aus Bedarfen des Schotteroberbaus. Wenn nun durch einen instandhaltungsarmen DxSchO weniger Schotter gebrochen, geladen, transportiert und geschüttet werden muss, trägt dieses zu einer Reduktion bei.

Gleisbau und Fahrwegunterhaltung nebst dazugehöriger Lieferketten verursachen Lärm. Hierzu zählen z.B. die Produktion, An- und Abtransporte des Materials, der Maschineneinsatz (z.B. Stopfmaschinen, automatische Sicherungsanlagen, elektrische Warnhörner, baustellenbedingte Verkehrsbewegungen und Leistungen). Somit trägt ein instandhaltungsarmer Fahrweg automatisch zu einer Lärmreduktion durch Vermeidung bei. Bei Luftschall aus dem Fahrweg steht ein eher schallreflektierender

und wenig absorbierender Beton dem gegenüber dem Schotteroberbau mindestens nicht lauterer DxSchO gegenüber; Schwingungen werden beim DURFLEX aufgenommen und ein wesentlicher Anteil in den PUR-Porenstoßdämpfern verzehrt. Buchmann geht sogar davon aus, dass die schallharte Betontragplatte eine geringe Schallabsorption und eine höhere Schallwirkung gegenüber dem klassischen SchO (und somit auch ggü. DxSchO) von +5 dB(A) eintritt. Wollen FF-Systeme den Vorsprung des DURFLEX egalisieren, so ist das nur durch Zusatzmaßnahmen zu lösen, z.B. hochelastische Schienenbefestigungen und sonstige Lärmschutzmaßnahmen. Mit gekauft wird durch Lärmschutzwände eventuell eine Sichtachsenbrechung, unangenehm für Fahrgäste wie Anwohner und nachfolgende Instandhaltungsnotwendigkeiten auslösend. Erkauft wird das aber vor allem durch enorme Zusatzkosten. („ein weiteres Gleis steht nochmals senkrecht zur Fahrbahn“). Der

Umwelt-Aspekt Lärm ergänzt sich noch um das Thema Vibration, Erschütterungsschutz und Sekundärschall. Auch hier wurde messtechnisch eine erhebliche Absenkung des Maßes an Vibration im Gleisbetrieb durch DURFLEX nachgewiesen⁶⁾ mit Senkungswerten bis zu 40% gegenüber dem konventionellen Schotteroberbau. In nachfolgendem Bild ist deutlich zu sehen, dass das Fahrbahnsystem DURFLEX eine Reduzierung maxima-

ler Bodenspannungen und eine Vergleichmäßigung der Spannungen ermöglicht.

Dass auch Gleisbaustellen Vibrationen verursachen, ist ebenfalls zu berücksichtigen. So resultieren diese aus dem Schütten, Verteilen, Planieren und Stopfen des Schotter. Zumindest tendenziell gehört diese Aussage also auf eine Positivliste der LC-Wirkungen eines unterhaltsarmen Fahrwegs. Jeder Fahrweg, der eine mindernde Wirkung auf durch Bahnverkehre bedingte Emissionen aufweist, ist daher vorteilhaft. Die mindernde Wirkung des durch Verschäumung „beruhigten“ DURFLEX-Schotterbettes ist bezüglich Luftschall und der sogenannten TDR (track decay rate) im Betrieb festgestellt worden.

Mit der Wahl der Fahrwegausführung wird also auch der Umweltbeitrag über den Lebenszyklus festgelegt. Hier kann ich schon

Wir brauchen eine leistungsfähige, umweltfreundliche Verkehrsinfrastruktur – und hier steht die Schiene an erster Stelle⁸⁾

an die oben eingeführte Aussage anknüpfen, dass alles, was am Ende bewirkt, dass weniger Baustellen einzurichten sind,

diese umweltbezogenen Qualitätsparameter für sich positiv verbuchen kann.

Mindestens die Aufnahme der CO₂- und durch Instandhaltungsbedarf über die Lebensdauer ausgelöste Lärmaspekte in die Investitionsentscheidung des Fahrwegs und beim Planrechtsverfahren sind daher erforderlich (1 Stopfgang mit einer 4 Schwellenstopfmaschine entspricht heute einer Lärmbelastung von rd. 1000 Güterzügen).

6) Durch die Ausschäumung des Schotter wird der Lastausbreitungswinkel von in der Regel 15° auf 30° vergrößert. Hierdurch werden die Pressungen (stat. und dyn.) im Schotter und vor allem auf dem Planum und im Untergrund wesentlich verringert. Berechnung: Ing.-Büro Dr. Ing. Müller-Borutttau, 22.03.2006, Anlage Nr. 6.

7) Anmerkung: Rechenergebnisse beruhen auf der empirischen Annahme der bodenmechanischen Kennwerte.

8) Gerald Hörster (Präsident des Eisenbahn-Bundesamtes), in ETR 06/2016, S. 3

Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche

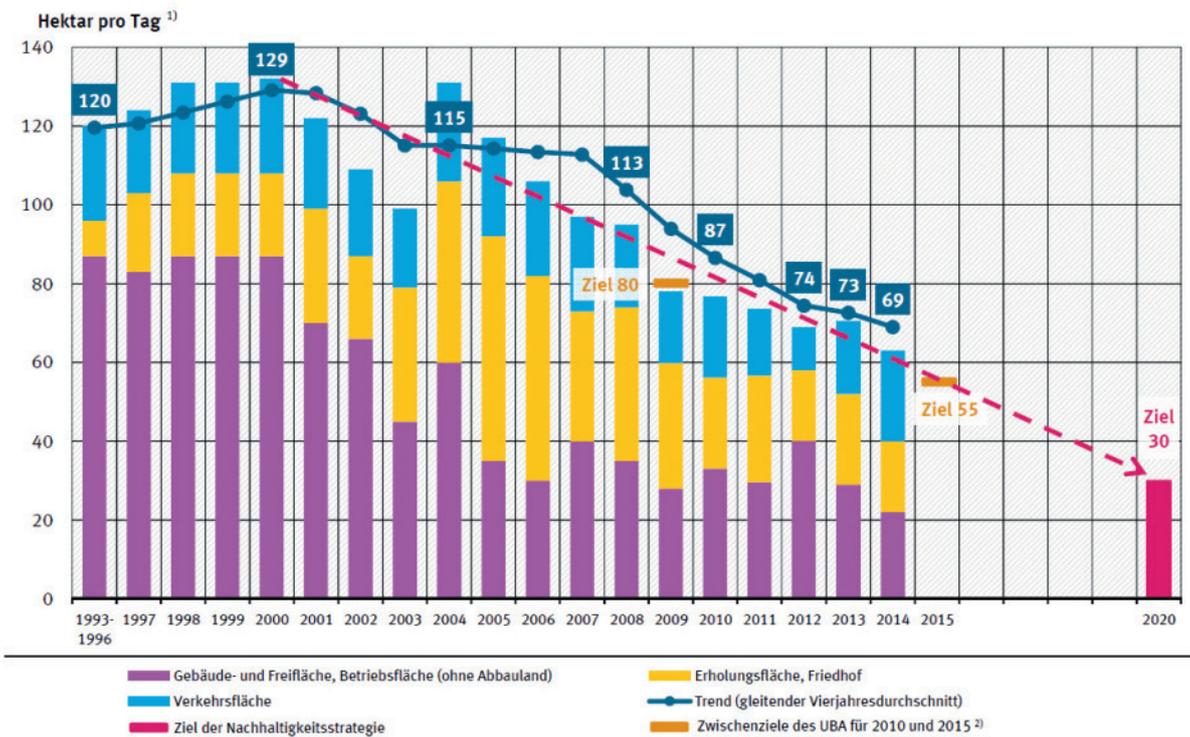


BILD 8: Nutzung von Fläche und Raum-Siedlungs- und Verkehrsfläche in Deutschland⁹⁾

¹⁾ Die Flächenerhebung beruht auf der Auswertung der Liegenschaftskataster der Länder. Aufgrund von Umstellungsarbeiten in den amtlichen Katastern (Umchlüsselung der Nutzungsarten im Zuge der Digitalisierung) ist die Darstellung der Flächenzunahme ab den Jahr 2004 verzerrt.
²⁾ Das UBA hat Zwischenziele für das Ziel der Bundesregierung für das Jahr 2020 (30 ha/Tag) vorgeschlagen: 80 ha/Tag im Jahr 2010 und 55 ha/Tag im Jahr 2015.
 Quelle: Statistisches Bundesamt 2015, Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatoren zu Umwelt und Ökonomie (Stand 11/2015)

BODENVERBRAUCH

In Deutschland sind 6% der Fläche durch Verkehrsanlagen belegt und sonstiger freier Nutzung entzogen, in innerstädtischen Bereichen sind es 47%.

Böden sind nicht vermehrbar. In mehreren Bundesgesetzen ist die Notwendigkeit, mit Grund und Boden sparsam und schonend umzugehen, verankert. Jeder Beitrag des Fahrweges, der eine Reduzierung des Flächenbedarfs durch effizientere Nutzung möglich macht, gehört somit in die umweltbezogenen Qualitätsparameter mit aufgenommen. Durch Erhöhung des Querverschubwiderstands eines DURFLEX-Gleises verringert sich der Vorkopfschotterbedarf der Schwellen und damit die Bettungsschulterabmaße, Dammkronen könnten bei entsprechender Empfehlung ohne Dammverbreiterung saniert werden. Somit säne nicht nur der primäre Verkehrsflächenverbrauch, sondern auch durch Schotterbedarfsreduzierungen der sekundäre Verbrauch an Produktionsflächenbedarfe für Schotterwerke, hin- und abführenden Verkehrsstrecken, etc.

FAZIT

Feste Fahrbahn (FF) und DURFLEX (DxSchO) sind zunächst zwei gleichwertige Alternativen zum Schotteroberbau (SchO), misst man sie an ihren Zielen und erwarteten Effekten und Einsparungen. Geht man aber näher ins Detail zeigen sich strukturbedingte Unterschiede und deren Auswirkungen auf umweltbezogene Qualitätsparameter, die in eine gesamthafte Wirtschaftlichkeitsrechnung und beim Erreichen strategisch formulierter Ziele unbedingt berücksichtigt werden müssen. Durch die Wahl der Oberbauart, dem Rückgrat des Fahrweges, werden somit spannende Investitionsentscheidungen ausgelöst, die komplexe Auswirkungen auf das System Spurgeführter Verkehr und dessen Interaktion mit der Umwelt haben. Als Konsequenz ergibt sich die Notwendigkeit, Betriebserschwerungskosten (BEK), Umweltvorteile und Strategieziele zu bepreisen und als Malus/Bonus in eine LCC-Rechnung zu integrieren. Somit stellt ein dauerhaft flexibler, unterhaltsarmer DURFLEX Schotteroberbau eine Möglichkeit dar, den Beitrag des Fahr-

wegs fortzuentwickeln. Betriebswirtschaftlich sinnvolle, umweltfreundliche, innovative Mobilität ist daher nur anzubieten, wenn strategische Unternehmensziele, regulatorische Vorgaben, am Horizont aufziehende Systembedrohungen, Partikularinteressen und Betriebserschwerungskosten transparent definiert, verbindlich kommuniziert und in die Investitions- und Instandhaltungsstrategien und Wirtschaftlichkeitsberechnungen systemisch mit aufgenommen werden. Mit DURFLEX, können bei entsprechendem Ansatz-Kosten über den Lebenszeitraum günstiger gestaltet, wirtschaftliche Potenziale gehoben, Umwelt geschützt und der Arbeitsschutz (durch Baustellenreduzierungen) gefördert werden. Es entsteht ein Investor- und Nutzervorteil und somit eine Finanzierungssicherheit zukünftiger Mobilität.

Die umweltfreundlichste, sicherste und wirtschaftlichste Bahnbaustelle ist die, die wegen Langlebigkeit und systembedingter Wartungsfreiheit nicht ausgeführt werden muss!

Eine transparente Historie der Netz-Investitions- und Instandhaltungsentwicklung, geschlüsselt nach verschiedenen Oberbausystemen und durchgeführten Arbeiten, eine offene Kommunikation ist begleitend wichtig, um substantielle Vergleiche zu führen, sich auf die Parameter zu verständigen

9) Roy/König UBA: Daten aufbereitet nach: Statistisches Bundesamt 2014

und weitere (potenzielle) Entwicklungsziele aufzuzeigen. Eines ist sicher: Netzbetreiber können schon heute mittels DURFLEX einen qualitäts- und sicherheitsgerechten, instandhaltungsarmen Schotteroberbau auf Basis der RiL 820 inkl. dazugehöriger Gleisbaumaschinenteknologi durch jedes im Schotteroberbau erfahrene Gleisbauunternehmen erstellen lassen. Die DURFLEXISIERUNG, d.h. die DURFLEX-Verschäumungstechnologie ist der Gleisbaustelle lediglich ergänzend beizustellen. ◀

- ETR 04, April 2009, S. 156 – 160, Mißler, Beck
- Bericht DURFLEX, DB Netz AG, Technik- und Anlagenmanagement Fahrweg, I.NPF 111G (Gleistechnik), September 2016
- Mobility Network Logistics; Kostenblockstruktur
- Abschlussbericht DURFLEX, DB Netz AG, Technik- und Anlagenmanagement Fahrweg, I.NPF 111 (G) Gleistechnik, Mai 2016: „Die DB Netz AG (I.NPF 13) führte eine LCC Betrachtung durch. Unter den Voraussetzungen der angenommenen Kosten und Zyklen für den Schotteroberbau und der für das System Durflex prognostizierten Kosten, Lebensdauern, IH-/IS-Zyklen und Aktivitäten für DURFLEX können folgende Aussagen getroffen werden: Bei den Szenarien mit hoher Belastung (Gruppen-Szenarien 1 und 3) kann DURFLEX ohne zusätzliche Oberbauinvestition empfohlen werden. Mit Ansatz von Betriebserschwerungskosten (BEK), wie von der Fa. Bayer angenommen (Gr.-Sz. 5), ergibt sich ein

offensichtlicher Vorteil für die Durflex-Varianten, der Break-Even erfolgt vor dem 10. Betriebsjahr, die Differenz im Barwert ist signifikant.“

- Die Deutsche Bahn auf dem Weg zum Umwelt-Vorreiter, März 2017, Seite 5, DB AG DB Umwelt
- Rechnerische Untersuchungen zum Vorteil des Fahrbahnsystems DURFLEX mit einem klassischen Schotteroberbau- Zwischenbericht; Prof. Dr.-Ing. Klaus Lieberenz, Dipl.-Ing. Dirk Wegener; 02.11.2010
- Gerald Hörster (Präsident des Eisenbahn-Bundesamtes), in ETR 06, 2016, S. 3
- www.umweltbundesamt.de: „Es ist das Ziel der Bundesregierung, den Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsflächen auf 30 ha pro Tag zu verringern. In den Jahren 1997 bis 2000 lag der tägliche Anstieg noch bei 129 ha, in den Jahren 2011 bis 2014 hatte sich der Wert auf 69 ha fast halbiert. Das Umweltbundesamt hat als Zwischenziel für das Jahr 2015 55 ha ausgegeben!

Literatur und Quellen

- Neues Gleisoberbausystem DURFLEX®, Jürgen Frenzel, Jörg Frenzel, El-Eisenbahningenieur, März 2008, Seite 13 ff.
- Prof. Siegmann /TU Braunschweig, Oktober 2005; http://www.dlr.de/ts/PortalData/16/Resources/dokumente/vk/Vortrag_Siegmann_051006.pdf
- Viacta GmbH, Schadstelle Dallgow; http://www.viacta.de/anwendungsbeispiele/feste-fahrbahn/hgv-strecke-db-vertikalrisse
- Ch. Kessler-Kramer „Bruchmechanische Kennwerte für Feste Fahrbahn-Konstruktionen“ El-Eisenbahningenieur (57) 2/2006, S.39
- Müller-Borruttau, „Schotteroberbau DURFLEX® -Erkenntnisse aus den messtechnischen Untersuchungen 2007 – 2008“; Vortragsmaterial, 2008, S.19
- Buchmann TU Karlsruhe „Feste Fahrbahn und Lärm - Gibt es hier Lösungen?“, chart 7, chart 29
- H.Schandl " Materialfluß Österreich – Die materielle Basis der Österreichischen Gesellschaft 1960 – 1995" Seite 4/5; Sonderdruck Wien 1998, ISSN 1726 – 3816

► SUMMARY

**Ten years of DURFLEX ballasted track
A contribution to improving the system of rail-guided transport**

Even with new, low-maintenance technologies, a railway track can only achieve all its specific effects if the necessary parameters are fed into costing the investment. In September 2016, DB Netz produced a report on track systems (I.NPF 111 (G)), which confirmed the functional suitability of the DURFLEX track system under operational conditions and considered from the perspective of permanent-way engineering. Since June 2007, over a period now totalling ten years, it has been documented that the track has consistently good positional qualities on pilot lines in both Germany and abroad. The outlay on maintenance to date is to be rated as minor – and that without losing the air-borne noise advantage of ballasted track relative to slab track. It is thus the first time that a track system that is virtually maintenance-free has been on offer for normal ballasted superstructures.

DURSYS®

eine innovative Patentfamilie

- DURFLEX PUR-Schotteroberbau
- DURFRÜPS aufgeständerter Kabelkanal
- DURCRET Bi-Block Flügelschwelle
- DURSTICK Schienenverklebung
- DURSMART IoT-Fahrwegtechnologie
- DURSCREW Schienenbefestigung

www.hyperion-ip.eu