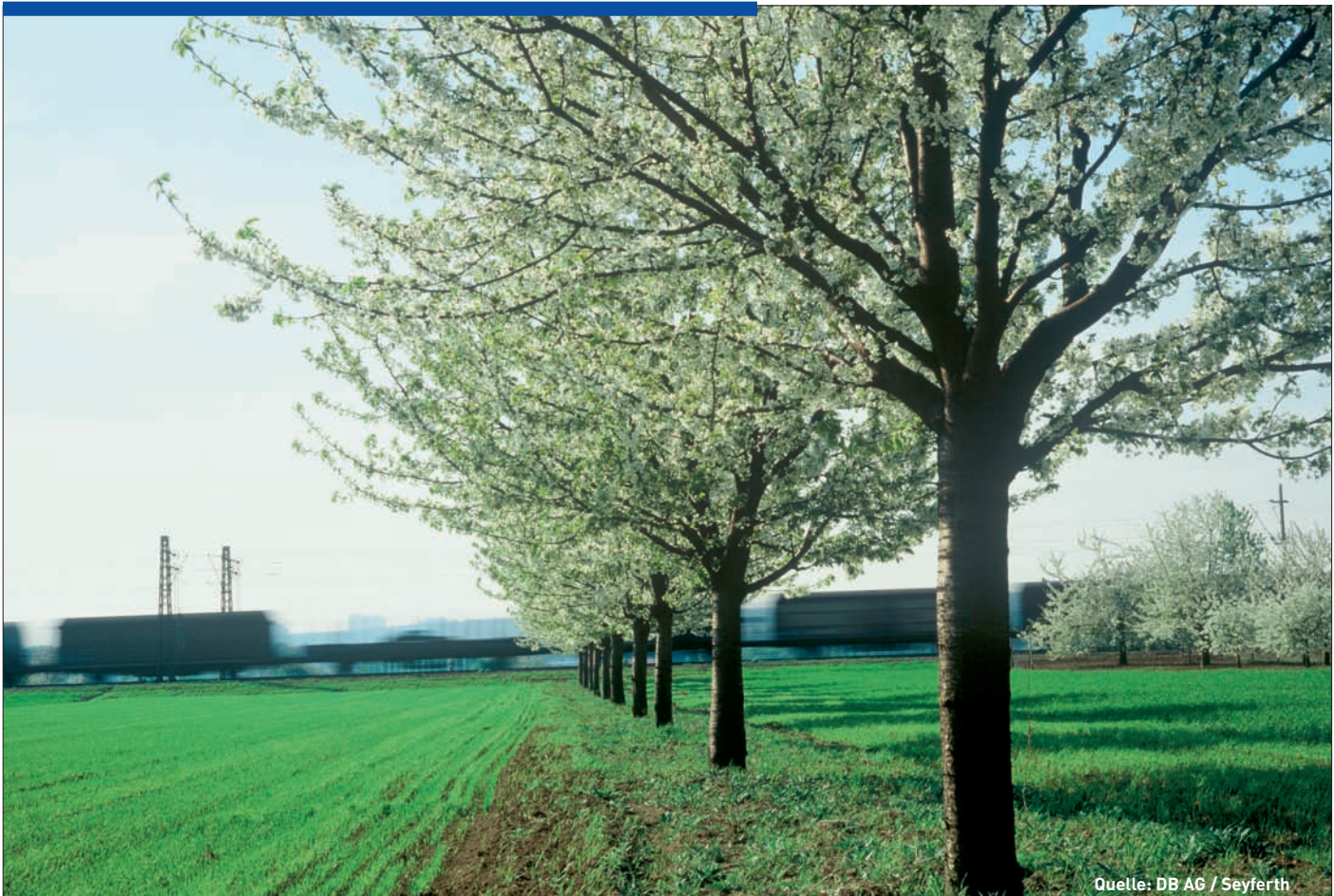


Ronald Pörner

Innovative Bahntechnik für nachhaltigen Klima- und Umweltschutz

Der Treibhauseffekt ist Garant für das Leben auf unserer Erde. Ohne ihn würde die Durchschnittstemperatur bei -18°C liegen. Durch die kontinuierliche Zunahme der Treibhausgase in unserer Atmosphäre führt der Treibhauseffekt jedoch zur globalen Erderwärmung. Dabei wirken die Treibhausgase wie eine Membran, die die kurzwellige Sonnenstrahlung passieren lässt und die von der Erdoberfläche reflektierte langwellige Strahlung zurückhält. Mit zunehmender Treibhausgaskonzentration verstärkt sich dieser Effekt und immer mehr langwellige Strahlung verbleibt in der Atmosphäre und beschleunigt damit die Erderwärmung.



Quelle: DB AG / Seyferth

Einleitung

Vor dem Hintergrund der weltweiten Zunahme von extremen Wetterlagen wie heftigen Niederschlägen und Dürreperioden hat die Klima- und Umweltschutzdiskussion in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen. Dabei sind es eben nicht mehr nur die Hurrikan-Saison in Amerika, die Monsun-Zeit in Südost-Asien oder die Dürreperioden auf dem afrikanischen Kontinent, auch hierzulande häufen sich die Nachrichten über starke Stürme und heftige Regenfälle. Weltweit sehen sich immer

mehr Menschen mit den direkten Folgen des Klimawandels konfrontiert.

Der Anfang 2007 erschienene vierte Bericht des Weltklimarates IPCC*) belegt nun, dass der globale Klimawandel ohne jeden Zweifel stattfindet. Lange Zeit wurde in

*) IPCC = Intergovernmental Panel on Climate Change. Das IPCC hat die Aufgabe, in regelmäßigen Abständen (etwa 5 Jahre) den Zustand des Klimasystems und seine Auswirkungen auf die Gesellschaftssysteme festzustellen und Möglichkeiten der politischen Gegensteuerung zu benennen. Das IPCC betreibt keine eigene Forschung, sondern bedient sich der veröffentlichten wissenschaftlichen Literatur. Seine Berichte werden im Wesentlichen durch Wissenschaftler erstellt, die im Weltklimafor-schungsprogramm (WCRP) tätig sind.

der Wissenschaft darüber gestritten, ob die zunehmende Erderwärmung tatsächlich auf externe, vom Menschen gemachte Einflüsse zurückzuführen ist. Darüber hinaus kommt der Bericht zu dem Schluss, dass sich der Klimawandel ohne eine nachhaltige Klimaschutzpolitik in den kommenden Jahren noch weiter verstärken wird.

In dem Bericht heißt es, dass die globale Oberflächentemperatur seit Beginn der Aufzeichnungen um $+0,74^{\circ}\text{C}$ gestiegen ist, und elf der letzten zwölf Jahre die wärmsten waren. Dabei hat sich die Arktis

doppelt so stark erwärmt wie im globalen Mittel. Als unmittelbare Folge davon zeigt sich in der Arktis ein Rückgang des Meereises im Jahresmittel um acht Prozent seit 1978. Die Eisschilde auf Grönland und der Antarktis verlieren gegenwärtig Masse durch Schmelzen und Gletscherabbrüche und tragen mit 0,4 mm pro Jahr zum Meeresspiegelanstieg bei. Dabei sind die Polargebiete für unser Klima ganz besonders wichtig, weil dort sehr viel Eis am Boden bzw. auf der Oberfläche des Meeres vorhanden ist. Dieses Eis beeinflusst maßgeblich den Strahlungshaushalt der Erde, also die Menge an Energie, die in unser Atmosphären-Ozean-System eingetragen wird. Wenn sich diese Flächen verändern, dann hat das einen ganz entscheidenden Einfluss auf das globale Klima.

Als wesentliche Ursache des Klimawandels nennt der Bericht die erhebliche Zunahme des Kohlendioxid-Gehalts der Luft. So stieg die Konzentration von Kohlendioxid (CO₂) seit 1750 bis heute um 35 Prozent. Im selben Zeitraum nahm auch die Konzentration anderer Treibhausgase wie Lachgas (N₂O) und Methan (CH₄) deutlich zu: Lachgas stieg um 18 Prozent, Methan sogar um 148 Prozent. Besonders in den letzten 50 Jahren legte die Konzentration dieser Treibhausgase in der Luft deutlich zu. Der heutige Wert ist der höchste der letzten 650 000 Jahre.

Es gilt inzwischen als wissenschaftlich nachgewiesen, dass die Zunahme der Treibhausgaskonzentration in unserer Atmosphäre durch den Menschen verursacht wird. Dabei geht die Zunahme der CO₂-Konzentration zu 78 Prozent auf die Nutzung bzw. Verbrennung von fossilen Brennstoffen wie Öl, Kohle oder Holz zurück. Die restlichen 22 Prozent gehen auf die geänderte Landnutzung und Waldrodungen.

Die internationalen und nationalen Bemühungen zum Klima- und Umweltschutz

Die klaren Ergebnisse des IPCC-Berichts bestimmten damit ganz wesentlich die Tagesordnung des UN-Weltklimagipfels, der im Dezember 2007 auf Bali stattfand. Vertreter aus über 160 Staaten waren zusammengekommen, um Vorschläge zur Entwicklung des internationalen Klimaschutzabkommens für die Zeit nach dem Auslaufen des Kyoto-Protokolls zu beraten. Darin hatten sich die Unterzeichnerstaaten verbindlich auf eine Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen um durchschnittlich 5,2% bis 2012 im Vergleich zu 1990 geeinigt. Obwohl dieses Ziel nicht besonders ehrgeizig ist, wird es von den meisten Staaten nicht sehr nachdrücklich verfolgt.

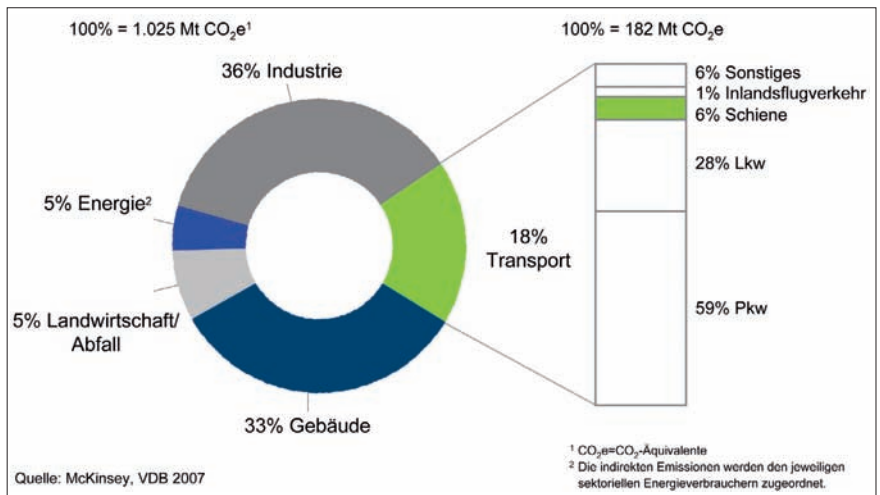


Bild 1a: Verteilung der CO₂-Emissionen nach Sektoren in Deutschland 2004

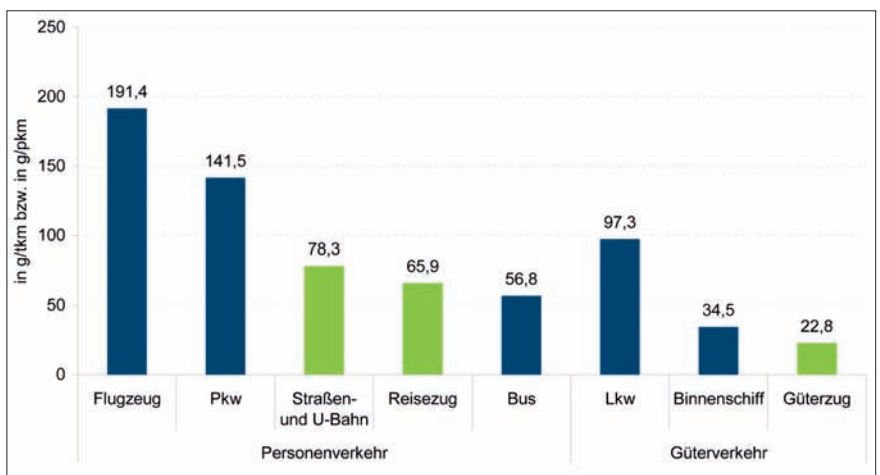


Bild 1b: Spezifischer CO₂-Ausstoß nach Fahrzeugkategorien 2006

Es zeichnet sich schon jetzt ab, dass viele Staaten die zugesagte Verringerung ihrer Treibhausgasemissionen bis 2012 nicht erreichen werden. Umso erstaunlicher ist es, dass sich die Teilnehmerstaaten auf Bali lediglich darin einig waren, dass der Klimawandel ein ernst zu nehmendes Problem ist. Über die Festschreibung konkreter Maßnahmen konnte jedoch keine Einigung erzielt werden. Nun soll im Jahr 2009 in Kopenhagen ein entsprechendes Klimaabkommen ratifiziert werden. Neben greifbaren Maßnahmen zur Senkung des weltweiten Kohlendioxidausstoßes muss es dann ebenso gelingen, die zwei größten CO₂-Emittenten in der Welt – die USA und China – zur Vereinbarung verbindlicher Senkungsziele zu bewegen, denn beide Staaten müssen sich für einen Anteil von mehr als 40 Prozent an den weltweiten CO₂-Emissionen verantworten. Während von den USA jegliche Zustimmung zum Kyoto-Protokoll fehlt, hat China das Protokoll wenigstens unterzeichnet. Allerdings sind bis heute keine konkreten Senkungsziele für das Land vereinbart worden. Direkt dahinter – auf Platz drei – folgt die Europäische Union als drittgrößter Emit-

tent von Kohlendioxid. Grund genug für die 27 Mitgliedstaaten ein eigenes, weitergehendes Klimaschutzprogramm aufzulegen. Demnach planen die Länder, den CO₂-Ausstoß bis zum Jahr 2020 um mindestens 20% unter das Niveau von 1990 zu senken. Sollte es zum Abschluss dieses Abkommens kommen, will sich Deutschland sogar zu einer Reduktion seiner Emissionen um 30% verpflichten.

Mit dem vom Bundeskabinett beschlossenen „Integrierten Energie- und Klimaprogramm“ sollen in Deutschland die CO₂-Emissionen sogar um bis zu 40% unter das Niveau von 1990 reduziert werden. Absolut bedeutet das etwa 220 Millionen Tonnen weniger Kohlendioxid. Das im Verkehrssektor emittierte Kohlendioxid soll knapp 34 Millionen Tonnen unter dem Wert von 1990 liegen. Damit setzt die Bundesregierung die wohl ambitioniertesten Ziele in Sachen Klimaschutz weltweit.

Der Anteil des Verkehrs an den gesamten CO₂-Emissionen lag im Jahr 2004 in der EU bei etwa 26%, in Deutschland bei rund 18%. Damit gehört der Verkehr nach der Industrie und der Gebäudewirtschaft zu den größten Emittenten schädlicher Treib-

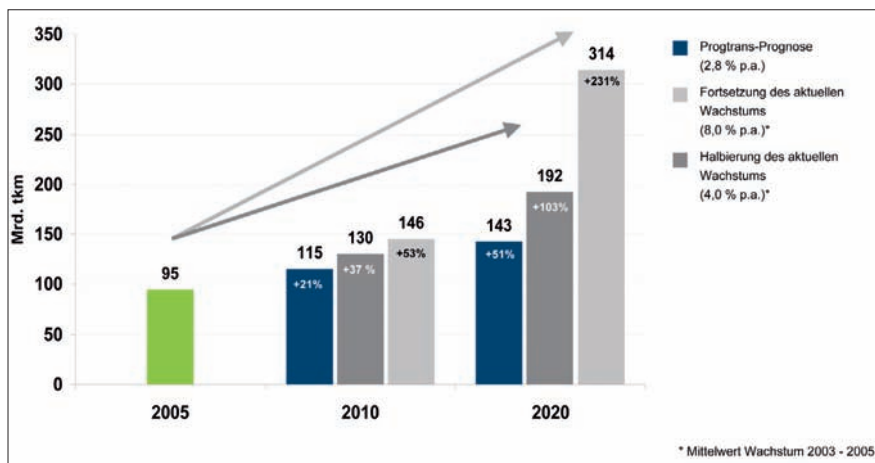


Bild 2: Prognosen zum Wachstum des Schienengüterverkehrs in Deutschland

haus- und Umweltgase. Gleichzeitig steckt in ihm aber auch großes Vermeidungspotenzial. Dem Verkehrssektor kommt also eine ganz zentrale Bedeutung zu, wenn es um nachhaltige Klima- und Umweltschutzpolitik geht.

Beiträge des Bahnsektors zum Klima- und Umweltschutz – Beispiel Schieneninfrastruktur

Die Globalisierung der Wirtschaft und die Liberalisierung und Deregulierung der Verkehrsmärkte in Europa stellen die Verkehrsbranche vor besonders große Herausforderungen. Das Verkehrsaufkommen wuchs in den vergangenen Jahren so stark wie nie zuvor. Nicht selten werden die Prognosen hinsichtlich des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistung deutlich übertroffen. Aufgrund der zentralen Lage Deutschlands in Europa und dem damit verbundenen Transitverkehr werden die Verkehre hierzulande künftig noch stärker ansteigen, was auch eine weitere Belastung der Schieneninfrastruktur nach sich zieht. Während 2007 das Gesamttransportaufkommen im Schienengüterverkehr um 4,3% anstieg, wuchsen der grenzüberschreitende Empfang mit 5,3% und der Durchgangsverkehr durch Deutschland um 10,5% überdurchschnittlich. Während die äußerst konservative Prognose der

Prograns AG ein Schienengüterverkehrswachstum von jährlich 2,8% voraussagt, gehen andere Experten von einem deutlich höheren Wachstum zwischen vier und acht Prozent pro Jahr aus.

Ein weiterer Beleg für die stetig steigende Belastung der Schieneninfrastruktur ist die Entwicklung des Güterumschlags in den deutschen Nordseehäfen, beispielhaft seien Bremen/Bremerhaven und Hamburg genannt. Dieser wirkt sich direkt auf den so genannten Seehafenhinterlandverkehr aus. Laut einer Prognose des Bremer Instituts für Seeverkehrswirtschaft und Logistik wird der Containerumschlag in Hamburg von 8,1 Millionen TEU (Twenty foot Equivalent Unit) im Jahr 2005 bis auf 18 Millionen TEU im Jahr 2015 ansteigen. Auch die Bremer Häfen weisen seit mehreren Jahren ein Wachstum von jährlich rund zehn Prozent aus. Aufgrund der begrenzten Wachstumsmöglichkeiten bei beiden Häfen wird derzeit mit dem Bau eines neuen „Jade-Weser-Ports“ in Wilhelmshaven begonnen, der im ersten Bauabschnitt etwa zwei Millionen TEU umschlagen kann. Im Modal Split des Container-Hinterlandverkehrs erreichte der Schienenverkehr 2005 einen Anteil von 30%. Bis 2015 wird eine Steigerung des Schienenanteils auf rund 46% prognostiziert. Damit wird sich die Zahl der Züge von und ins Hinterland bis zum Jahr 2015 mehr als verdoppeln. Die diesbezüglich zu nutzenden Trassen gel-

ten aber heute schon als im Wesentlichen ausgelastet.

Aufgrund der technischen Entwicklungen der vergangenen Jahre ist der Schienenverkehr bereits heute besonders klima- und umweltfreundlich. Er trägt mit gerade einmal sechs Prozent zu dem im Verkehr ausgestoßenen Kohlendioxid in Deutschland bei. Lkw und Pkw haben zusammen einen Anteil von über 85%. Somit ließen sich über eine Verkehrsverlagerung von der Straße auf die Schiene unmittelbar große Mengen Kohlendioxid in der Luft vermeiden. Beispiel: Ein Güterzug, bespannt mit einer modernen Mehrsystemlokomotive, kann mit 1000 Tonnen Durchschnittsgut auf der Strecke Rotterdam – Genua die Transportleistung von 66 Lkw übernehmen und dabei den CO₂-Ausstoß um knapp 84% senken.

Der im Sommer 2008 dem Bundeskabinett zur Abstimmung vorgelegte Masterplan „Güterverkehr und Logistik“ spricht sich erstmals konkret für eine Verkehrsverlagerung von der Straße auf die Schiene aus. Ziel soll es sein, den Marktanteil der Schiene in Deutschland bis 2025 auf 20% zu erhöhen. Aktuell liegt der Anteil des Schienengüterverkehrs bei 17,3%. Eine Modellrechnung zeigt, dass sich dieses Ziel weitaus früher realisieren lässt – mit entsprechend positiven Beiträgen zum Klimaschutz bei heutigem Stand der Technik.

Modellrechnung Verkehrsverlagerung im Güterverkehr

Als Ausgangsdaten sollen die Verkehrsleistungen und der jeweilige spezifische CO₂-Ausstoß aus dem Jahr 2005 dienen. Die Güterverkehrsleistung betrug insgesamt 582 Milliarden Tonnenkilometer. Der Anteil der Schiene lag bei 16,4%, der des Lkw bei 67,5%. Die Verkehrsleistung des Lieferwagens, der im Übrigen eine deutlich schlechtere CO₂-Bilanz aufweist, wird aus sachlogischen Gründen nicht durch den Schienenverkehr substituiert.

Als Basis für die Verlagerungsrechnung wird ein jährliches Wachstum von jeweils 4,0% für beide Verkehrsträger angenommen. Tatsächlich ist die Schiene in den vergangenen Jahren deutlich stärker gewachsen als der Straßengüterverkehr. Das Verlagerungsvolumen soll lediglich zehn Prozent des jährlichen Wachstums des Lkw-Güterverkehrs betragen. Damit fiel das jährliche Wachstum des Lkw-Verkehrs um gerade einmal 0,4 Prozentpunkte geringer aus.

Mit einer derartigen Verlagerung des Güterverkehrs käme man dem Ziel von 20% Marktanteil für die Schiene schon zehn

	Lkw (40 t, EURO 4)	elektrifizierter Zug (mittellang)
Primärenergie	340.230 kWh	147.891 kWh
CO ₂ (Kohlendioxid)	81,5 t	13,0 t
NOx (Stickstoffoxid)	414,5 kg	23,8 kg
Rußpartikel	2,77 kg	0,00 kg
SO ₂ (Schwefeldioxid)	93,4 kg	40,9 kg

Tabelle 1: Umweltbelastung im grenzüberschreitenden Güterverkehr Strecke: Rotterdam – Genua (ca. 1150 km), 1000 t Durchschnittsgut

(Quelle: www.ecotransit)

Jahre früher sehr nahe und das, ohne dem Straßengüterverkehr ernsthaft Marktanteile streitig zu machen. Bei einer Gesamtverkehrsleistung im Güterverkehr von rund 826 Milliarden Tonnenkilometern im Jahr 2015 käme die Schiene dann auf 19,6%, und die Straße könnte weiterhin rund zwei Drittel der Verkehrsleistung auf sich vereinen. Gleichzeitig ließen sich die CO₂-Emissionen in diesen zehn Jahren um knapp 7,5 Millionen Tonnen reduzieren. Ein kleiner Beitrag zum Klimaschutz, der sich unmittelbar ohne nennenswerte Effizienzverbesserungen der Verkehrsträger realisieren ließe.

Eine solche Verlagerung erfordert aber auch eine höhere Effizienz des Schienennetzes, denn die Zugfrequenz auf den Hauptverkehrsrelationen stößt schon heute an ihre Grenzen. Ebenso stellen die innereuropäischen Grenzen nach wie vor Barrieren für den grenzüberschreitenden Schienenverkehr dar. Bild 3 zeigt, in welchem Maße sich auch die Belastung der Verkehrswege verändern würde, wenn wie im Beispiel verlagert werden würde.

Die technischen Lösungen zur Effizienzsteigerung der Schieneninfrastruktur heißen European Rail Traffic Management System (ERTMS) und European Train Control System (ETCS). Mit einer zügigen Einführung dieser Systeme auf den Hauptkorridoren in Europa und einer flächendeckenden Ausrüstung des Schienennetzes kann die Zugtaktung erheblich erhöht und folglich die Effizienz sowohl im nationalen als auch im innereuropäischen Verkehr um bis zu 40 % gesteigert werden. Die dadurch entstehenden Kapazitäten könnten für eine sinnvolle Verkehrsverlagerung auf die Schiene genutzt werden und damit zu einer spürbaren Entlastung von Klima und Umwelt führen. Aufgrund einer höheren Taktung ließen sich auch die Reisezeiten weiter durch kürzere Aufenthalte an den Umsteigepunkten verkürzen. Zugverspätungen aufgrund von Staus konnten durch das wesentlich dynamischere Trassenmanagement minimiert werden. Im intermodalen Wettbewerb des Personenverkehrs sind dies mögliche zusätzliche Anreize, auf das Auto oder Inlandsflüge zu verzichten.

Eine weitere infrastrukturelle Anstrengung zum Ausbau des Umweltvorteils der Schiene sollte darin bestehen, zusätzliche Trassen zu elektrifizieren. Obgleich der spezifische CO₂-Ausstoß der Diesel- und E-Traktion fast auf dem selbem niedrigen Niveau ist, wiegen doch die Unterschiede bei den Luftschadstoffen wie den Stickstoffoxiden (NO_x) und den Rußpartikeln (PM_{2.5}) deutlich schwerer. Um die Antriebsarten vergleichbar zu machen, werden im Folgenden die Emissionswerte inklusive des Primärenergieverbrauchs WTW (Well-

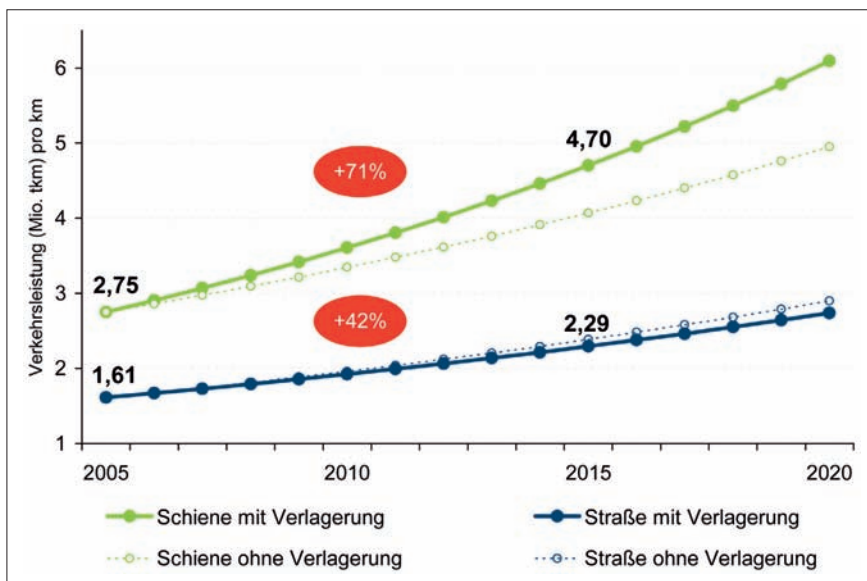


Bild 3: Verkehrsverlagerung und Effizienz der Verkehrsnetze

to-Wheel · Gesamte Energiekette von der Energiegewinnung bis zur Verbrennung im Fahrzeug) herangezogen. Ein Güterzug mit Elektrotraktion stößt 19 Mal weniger Stickoxide aus als ein Diesellok. Bei den Rußpartikeln (PM_{2.5}) werden vom E-Zug null Emissionen verursacht, während in der Dieseltraktion je Tonnenkilometer 0,01096 Gramm ausgestoßen werden. Mit anderen Worten: über acht Mal mehr als der gewogene Durchschnitt.

Ein Ausbau der Elektrifizierung fördert auch die Entwicklung der erneuerbaren Energien, die gegenwärtig noch staatlich gefördert werden. Eine fortschreitende Elektrifizierung zieht einen verstärkten Einsatz der E-Traktion nach sich und damit eine höhere Stromabnahme. Das ließe das Absatzpotenzial der Anbieter regenerativer Energien steigen. Das System Bahn würde also marktseitig einen Beitrag zur Förderung umweltverträglicher Energieerzeugung leisten.

Beispiel Rolling Stock

Auch im Bereich der Fahrzeugtechnik sind zahlreiche dem Klima- und Umweltschutz dienende Innovationen der Bahnindustrieunternehmen zu finden. Viele von ihnen zielen direkt oder indirekt auf die Senkung des Energieverbrauchs ab. Ein geringerer Energieverbrauch bedeutet gleichzeitig weniger Emissionen von Treibhausgasen und Luftschadstoffen.

Die konsequente Leichtbauweise durch den Einsatz von Aluminium beispielsweise bei Metrozügen und neuer Verbundwerkstoffe kann das Gewicht von Schienenfahrzeugen um bis zu 30 % verringern. Neuartige Bremsysteme sind in der Lage, die Bremsenergie noch effizienter als bisher zurück ins Netz zu speisen. Gerade im schienengebundenen Nahverkehr findet man nahezu optimale Bedingungen für deren Einsatz vor. Zwischen den Haltepunkten liegt eine vergleichsweise kurze

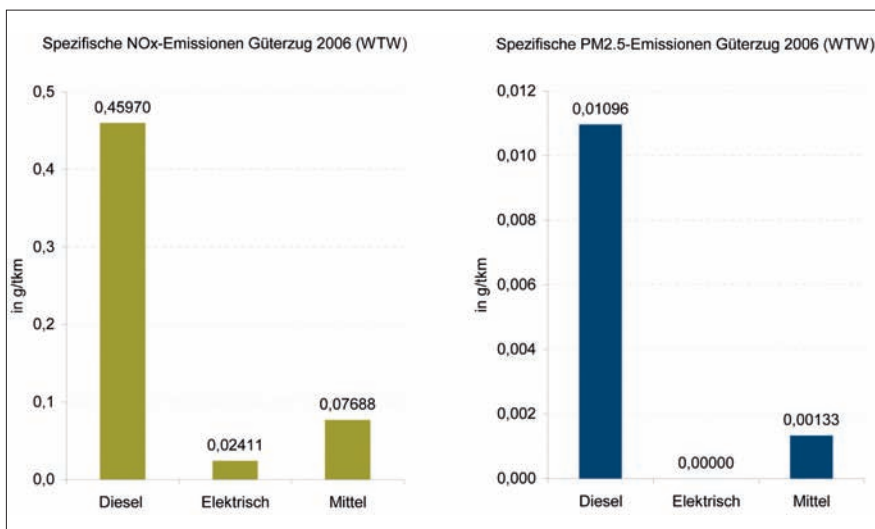


Bild 4: Spezifische NO_x- und PM_{2.5}-Emissionen des Schienengüterverkehrs 2006

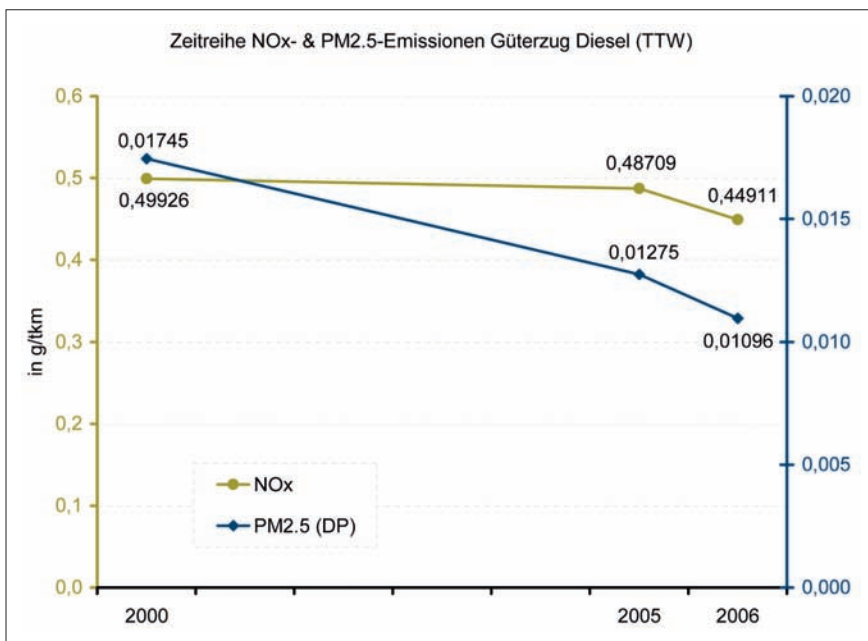


Bild 5: Entwicklung der spezifischen NOx- und PM2.5-Emissionen der Dieseltraktion im Güterverkehr

Wegstrecke und so muss sehr viel häufiger gebremst werden als im Fernverkehr. Im Vergleich zu Vorgängermodellen lassen sich mit dem Einsatz solcher Bremssysteme bis zu 50 % des Energieverbrauchs einsparen.

Auch bei den Bemühungen, den Ausstoß von Schwefeldioxid und Rußpartikeln zu senken, konnte die Bahnindustrie in den letzten Jahren gute Ergebnisse erzielen. Hybride Antriebssysteme in modernen Triebfahrzeugen führen bei gleicher Leistung zu wesentlich weniger Emissionen. Die zusätzliche Abgasnachbehandlung sowie der Einsatz von Rußpartikelfiltern sorgen für eine weitere Senkung der Luftschadstoffe. Um die strengen Abgasnormen für Partikelemissionen von Lokomotiven > 560 kW (Stufe III A und III B) erfüllen zu können, entwickelt die Bahnindustrie neue Techniken, die zu einer effizienteren Verbrennung des Dieselmotors führen.

Die künftige Motorengeneration der Dieseltraktion wird diesen Verbrennungsprozess noch weiter verbessern. Es ist dann möglich, den Prozess an alle denkbaren Lastzustände flexibel anzupassen. Die Abgasrückführung und ein kombiniertes Brennverfahren stellen hierbei die zentralen Elemente dar. Damit kann bereits innermotorisch besonders schadstoffarm gearbeitet werden.

Im Bereich der Lärmemissionen soll ein im Jahr 2007 gestartetes Forschungsprojekt innerhalb von drei Jahren wirtschaftlich nutzbare Lösungen liefern, die sich leicht in das Bahnsystem integrieren lassen, mit dem Ziel, bis 2020 den Schienenlärm um 50 % zu mindern. An dem vom Bundesmi-

nisterium für Wirtschaft und Technologie geförderten Projekt „Leiser Zug auf realem Gleis“ (LZarG) nehmen die DB AG, namhafte Forschungseinrichtungen sowie mittelständische Unternehmen und Systemhäuser der deutschen Bahnindustrie teil. Das zentrale Interesse gilt der Eindämmung von Geräuschen direkt an der Quelle ihrer Entstehung. Die Untersuchungen umfassen den Rad-Schiene-Kontakt, Radschwingungen, die Abstrahlung des Schalls ebenso wie die akustische Optimierung des Gleises.

Fazit

Die vorgestellten Beispiele stellen lediglich eine Auswahl zahlreicher technischer Innovationen der Bahnindustrie aus den Bereichen der Infrastruktur und der Fahrzeugtechnik dar. Aber auch gezielte ordnungspolitische Eingriffe könnten einen positiven Beitrag zum Schutz unserer Umwelt leisten, ohne dabei auf die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit des Verkehrssektors verzichten zu müssen. Insgesamt ist der Bahnsektor bezüglich Klima- und Umweltschutz sehr gut aufgestellt, wobei der Ausbau bzw. die Modernisierung der Infrastruktur etwas hinterherhinkt. Zahlreiche Innovationen haben ihren Einsatz in die Praxis bereits gefunden, andere werden zeitnah die Marktreife erlangen. Damit wird die Schiene dank moderner Bahntechnik auch in Zukunft leistungsfähig bleiben und das als einer der klima- und umweltfreundlichsten Verkehrsträger. Die Problembereiche beispielsweise bei den Lärmemissionen sind erkannt und werden mit neuen For-

schungsprojekten intensiv angepackt, um auch hier umweltfreundliche Lösungen schnell umsetzen zu können. Dennoch sind die Herausforderungen so komplex, dass ein ganzheitlicher Ansatz für den Verkehrsbereich gefunden werden muss. So sollten die Stärken der einzelnen Verkehrsträger ausgeschöpft und gefördert werden, um sie möglicherweise in verkehrsträgerübergreifende Mobilitätskonzepte zu übertragen. Der kombinierte Verkehr ist seit Jahren dafür ein erfolgreiches Beispiel.

Literatur

- Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI): Zusammenfassung des 4. Berichts des Weltklimarates (IPCC), <URL: http://www.awi.de/de/aktuelles_und_presse/ausgewaehlte_themen/klimawandel/ipcc_bericht_2007/zusammenfassung/>
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung, Dezember 2007
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Schlaglichter der Wirtschaft, Monatsbericht April 2008
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung: Verkehr in Zahlen 2007/2008
- INFRAS: Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland – Aufdatierung 2005, März 2007
- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU Heidelberg), im Auftrag von Allianz pro Schiene e.V., Verband der Bahnindustrie in Deutschland (VDB) e.V. und Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) e.V.: Datenbank Umwelt & Verkehr, 2008
- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU Heidelberg), DB AG: EcoTransIT - Umweltverkehrsträgervergleich Güterverkehr, 2006
- Institut für Seeverkehrsforschung und Logistik (ISL): Entwicklungstendenzen der deutschen Nordseehäfen bis 2015, Bremen 2000
- Statistisches Bundesamt – destatis: Pressemitteilung Nr. 078 vom 27. Februar 2008
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC): Kyoto Protocol – Status of Ratification, Stand: 13.05.2008
- Verband der Bahnindustrie in Deutschland (VDB) e. V.: Schienenverkehr und Umwelt, Berlin 2008

Der Autor



Prof. Dr. Ronald Pörner
Hauptgeschäftsführer des
Verbandes der Bahnindustrie in
Deutschland (VDB) e. V., Berlin

poerner@bahnindustrie.info