

BEST PRACTICE
FAHRWEGINSTANDHALTUNG

Band 1

Infrastrukturmanagement

FLORIAN AUER



EDITION

Eurail
press

eBOOK
INSIDE



Band 1

Infrastrukturmanagement

FLORIAN AUER

MITWIRKENDE

Dipl.-Ing. Dr.techn. Günther Achs | FCP | Teilbereich Lärm

Dipl.-Ing. Bernhard Antony | Plasser & Theurer | Projektkoordination und Abfassung von Inhalten

Dr. Karl-Otto Endlicher | BMVIT | Teilbereich Einheitlicher Europäischer Eisenbahnraum

Silvia Freudmann | selbstständig | Grafikdesign

Peter Gaudek | selbstständig | Grafikdesign

Hermann Holzer-Söllner | CSI | Abfassung von Inhalten

Dipl.-Ing. Dr.techn. Jochen Holzfeind | SBB | Teilbereich Instandhaltungsplanung SBB-Infrastruktur

Dipl.-Ing. (FH) Silvio Klügel M.Sc. | GEPRO | Teilbereich Ökobilanzen

Ing. Alexander Kodym MAS | ÖBB | Teilbereich Assetmanagement

Dipl.-Ing. Vasco Paul Kolmorgen | railML | Teilbereich railML

Dipl.-Ing. Monika König | FCP | Abfassung von Inhalten + Recherche

Ing. Mag. Marko Koren | ÖBB | Teilbereich Volkswirtschaft

Julia Leitner | Plasser & Theurer | Projektassistenz

Dipl.-Ing. Dr.techn. Michael Mach | ÖBB | Teilbereich Life-Cycle-Management

Assoc.Prof. Dipl.-Ing.pl.-Ing. Dr.techn. Stefan Marschnig | TU Graz | Teilbereich Trassenpreise

Ing. Alexander Meierhoff | ÖBB | Teilbereich Schienennetznutzungsbedingungen

Dipl.-Ing. Roland Pavel | ÖBB | Teilbereich Zielnetz

Mag. Viktoria Putz | Plasser & Theurer | Projektassistenz

Dipl.-Ing. Andreas Sinning | Trimble | Teilbereich BIM

Dipl.-Ing. Wolfgang Steinhauser | STCE | Teilbereich Erschütterungen

Dipl.-Ing. Winfried Stix | ÖBB | Teilbereiche railML, BIM

Dipl.-Ing. Helmut Uttenthaler | ÖBB | Teilbereich Taktfahrplan

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Peter Veit | TU Graz | Teilbereiche LCC, Verkehrswirtschaft, generell

Dipl.-Ing. Dr.techn. Michael Walter | ÖBB | Teilbereich ERA, LCM

Dipl.-Ing. Stefan Weißmann | FCP | Teilbereiche Zielnetz, BIM

Ing. Alfred Wöhhart | ehem. ÖBB | Lektorat

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
Abbildungsverzeichnis	11
1 Nachhaltigkeitsziele der Infrastrukturbetreiber	15
1.1 Sichtweisen zur Nachhaltigkeit	15
1.2 Nachhaltigkeit in der Europäischen Union	16
1.3 Nachhaltigkeit am Beispiel Deutsche Bahn	19
1.4 Nachhaltigkeit am Beispiel Österreichische Bundesbahnen	22
1.5 Nachhaltigkeit am Beispiel Schweizerische Bundesbahnen	26
1.6 Zusammenfassung	29
2 Einheitlicher Europäischer Eisenbahnraum – SERA	33
2.1 Europäischer Binnenmarkt	33
2.1.1 Technische Harmonisierung	34
2.1.2 Rechtliche Harmonisierung	35
2.2 Transeuropäisches Verkehrsnetz TEN-V	36
2.2.1 Leitlinien für den Aufbau des TEN-V	39
2.2.2 Connecting Europe Facility – CEF	41
2.2.3 Grenzüberschreitende Güterverkehrskorridore	42
2.3 Konzept Einheitlicher Europäischer Eisenbahnraum – SERA	42
2.4 Grünbücher und Weißbücher für den Verkehr	44
2.5 Richtlinie SERA	51
2.5.1 Die vier Eisenbahnpakete	51
2.5.2 Schaffung eines Einheitlichen Europäischen Eisenbahnraums	53
2.5.3 Harmonisierung der Schienennetz-Nutzungsbedingungen	55
2.5.4 RailNetEurope – RNE	56

2.6	Eisenbahnagentur der Europäischen Union – ERA	56
2.6.1	Aufgaben der Eisenbahnagentur der Europäischen Union	57
2.6.2	Entwicklung der Zulassungsverfahren	59
2.6.3	Instandhaltung von Fahrzeugen	62
2.7	Interoperabilitätsrichtlinie	64
2.7.1	Untergliederung in Teilsysteme	67
2.7.2	„Grundlegende Anforderungen“ an die Interoperabilität des Eisenbahnsystems	69
2.8	Technische Spezifikationen für die Interoperabilität	71
2.8.1	Erstellung und Aufbau der TSI	72
2.8.2	Interoperabilitätskomponenten	74
2.8.3	TSI Infrastruktur – TSI INF	75
2.8.4	TSI Menschen mit eingeschränkter Mobilität	78
2.8.5	TSI Sicherheit in Eisenbahntunnels	79
2.8.6	TSI Energie	81
2.9	Konformitätsprüfverfahren	82
2.9.1	„EG-Prüfung“ von Teilsystemen	83
2.9.2	Konformitäts- und/oder Gebrauchstauglichkeitsbewertung von Interoperabilitätskomponenten	84
2.10	Sicherheitsrichtlinie	86
2.10.1	Allgemeine Bestimmungen	87
2.10.2	Harmonisierung des Inhalts der Sicherheitsvorschriften	88
2.10.3	Sicherheitsgenehmigung für Infrastrukturbetreiber	89
2.10.4	Einheitliche Sicherheitsbescheinigung für Eisenbahnunternehmen	91
2.10.5	Aufgaben und Funktionen der nationalen Sicherheitsbehörden	91
2.10.6	Aufgaben der Untersuchungsstelle	92

2.11	Register	93
2.11.1	Infrastrukturregister	93
2.11.2	Fahrzeugrelevante Register	95
2.12	Technische Normen	96
2.12.1	Grundsätze	96
2.12.2	Normen im Eisenbahnwesen	97
2.12.3	Europäische Normen – EN	98
2.12.4	Nationale Regelungen	101
2.12.5	Internationale Organisation	102
2.12.6	UIC-Merkblätter	102
3	Anlagendaten- und Informationsmanagement	119
3.1	Ganzheitliche Anlagenbeschreibung	119
3.2	Definition Fahrweg im Sinne dieser Buchreihe	120
3.3	Schaffung einer Geodateninfrastruktur – INSPIRE	121
3.4	Anlagendokumentation	123
3.4.1	Händische Aufzeichnungen	123
3.4.2	Tabellenkalkulationsblätter	124
3.4.3	Digitalisierung unter Zugrundelegung eines Netzmodells	126
3.5	Das Netzmodell	127
3.5.1	Unterschiedliche Sichtweisen auf das Eisenbahnnetz	127
3.5.2	Aufbau des Netzmodells	128
3.5.3	RailTopoModel der UIC	129
3.5.4	Schnittstelle railML®	131
3.5.5	Data Governance	132
3.6	Building Information Modeling	134
3.7	Die Zukunft – „Das Integrierte Online-Railway-Managementsystem“	136

4	Nachhaltiger Substanzerhalt des Bestandsnetzes	141
4.1	Produktionsanlage Fahrweg	141
4.2	Aufgaben der Infrastrukturbetreiber	142
4.2.1	Allgemeines	142
4.2.2	Markt-, Betriebs- und Anlagensicht	144
4.2.3	Stabile Planung der Infrastrukturmaßnahmen	145
4.3	Instandhaltungs- und Erneuerungsprozesse	148
4.3.1	Instandhaltungstätigkeiten	148
4.3.2	Investitionsmaßnahmen	150
4.3.3	Instandhaltungsarten	151
4.4	Systemische Optimierung der Infrastruktur	153
4.4.1	Stakeholdersicht	153
4.4.2	Anlagensicht	157
4.4.3	Qualitätssicht	158
4.4.4	Informationsbereitstellung	161
4.4.5	Prozesssicht	163
4.4.6	Kostensicht	164
4.4.7	Verursachungsgerechte Wegeentgelte	167
4.4.8	Anlagenaktivierung	171
4.4.9	Integrierte Investitions- und Instandhaltungsplanung	174
4.4.10	Effizienz und Effektivität	175
4.4.11	Systemadäquanz	176
4.4.12	Projekt DACH	177
4.4.13	Europäisches Netzwerk der Infrastrukturbetreiber	178
4.4.14	Benchmarking des europäischen Eisenbahnwesens	178
4.4.15	Möglichkeiten der Digitalisierung	181

4.5	Managementprozesse	184
4.5.1	Fahrplangestaltung	184
4.5.2	Ganzheitlicher Prozessansatz	185
4.5.3	Assetmanagement	186
4.5.4	Life-Cycle-Management	187
4.5.5	Nachhaltigkeitsmanagement	196
4.5.6	Wissensmanagement	196
4.5.7	Technisches Sicherheitsmanagement	198
4.6	Umweltbelastungen	199
4.6.1	Energieverbrauch	199
4.6.2	Lärm	200
4.6.3	Erschütterungen	202
4.6.4	Ökobilanzen	203
4.7	Netzzustandsbericht	209
4.7.1	Deutsche Bahn AG	210
4.7.2	ÖBB-Infrastruktur AG	212
4.7.3	SBB Infrastruktur	213
4.7.4	Verkehrsbund Berlin-Brandenburg	214
4.8	Zusammenfassung	215
5	Nachhaltige Modernisierung des Eisenbahnnetzes	225
5.1	Systemische Vorgehensweise	225
5.2	Aufgaben der Verkehrspolitik	226
5.2.1	Umfeld	226
5.2.2	Leitlinien	227
5.2.3	Ziele der Verkehrspolitik	227
5.2.4	Analyse des Status quo	228

5.2.5	Volkswirtschaftliche Untersuchungen	235
5.2.6	Maßnahmen und Umsetzungsstrategien	236
5.2.7	Multimodaler Gesamtverkehrsplan	237
5.3	Ziele aus Sicht des Infrastrukturbetreibers	239
5.4	Strategische Netzplanung am Beispiel Zielnetz 2025+	241
5.4.1	Einleitung	241
5.4.2	Strategische Netzplanung	241
5.4.3	Prüfung der Systemadäquanz	245
5.4.4	Untersuchung der Streckenkapazität	246
5.4.5	Untersuchung der Fahrzeiten	248
5.4.6	Effizienzsteigerungspotenziale	249
5.4.7	Priorisierung der Projekte	250
5.4.8	Zielnetzwerk	251
5.5	Integrierter Taktfahrplan	252
5.5.1	Geschichte des Integrierten Taktfahrplans	253
5.5.2	Grundlagen des Integrierten Taktfahrplanes	253
5.5.3	Vorteile des Integrierten Taktfahrplans	255
5.5.4	Prozess zur Gestaltung des Integrierten Taktfahrplans	256
5.5.5	Vorgehensweise beim Infrastrukturausbau	257

Vorwort

Die Infrastrukturbewirtschaftung der Eisenbahn weist einen hohen Grad an Komplexität auf. Dabei kommen Verflechtungen wirtschaftlicher, rechtlicher, politischer und vor allem technischer Art zum Tragen. Ziel der Reihe „Best Practice Fahrweg-instandhaltung“ ist es, diese Zusammenhänge in strukturierter Art und Weise für alle Beteiligten zu beschreiben.

Band 1 „Infrastrukturmanagement“ beschreibt überblicksweise die Belange bzw. Aspekte des Infrastrukturmanagements unter besonderer Berücksichtigung des Fahrwegs. Die Eisenbahninfrastruktur ganzheitlich und nachhaltig zu bewirtschaften, erfordert eine strukturierte, methodische Vorgangsweise. Marktorientierung und Belange der Umwelt stellen keinen Gegensatz dar, wenn sie im System Bahn einer gemeinsamen Betrachtung unterzogen werden.

Das „Vierte Eisenbahnpaket“ der EU schafft klare Vorgaben für die künftige Ausrichtung und Harmonisierung der Aufgaben und Prozesse der Infrastrukturbetreiber. Ziel ist es, die historisch national entstandenen und vielfach unterschiedlichen Vorschriften und Richtlinien im Eisenbahnwesen prozessorientiert zu vereinheitlichen. Im vorliegenden Buch sollen die Zusammenhänge dargestellt werden, um das Verständnis aller Stakeholder für die Notwendigkeit des Einheitlichen Europäischen Eisenbahnraums zu fördern. Dies führt letztendlich zu einer gemeinsamen Gesprächsbasis aller Beteiligten.

Anhand von Best-Practice-Beispielen, insbesondere aus Mitteleuropa, werden Maßnahmen zur zielgerichteten Umrüstung und Verbesserung der Fahrweginstandhaltung des Bestandsnetzes dargestellt. Vielerorts stehen Infrastrukturbetreiber vor einem Generationenwechsel, welcher die Neuausrichtung der Prozessverläufe beschleunigt. Die moderne Informations- und Kommunikationstechnik bietet hier Möglichkeiten, das Erfassen und Darstellen der komplexen Zusammenhänge um ein Vielfaches zu vereinfachen. Geänderte Betrachtungsweisen des Assetmanagements und Life-Cycle-Managements ermöglichen die Umsetzung des „gläsernen Fahrweges“ bzw. der „Eisenbahn 4.0“.

Herzlichen Dank an meine Wissensvermittler und bisherigen Arbeitgeber: die Technische Universität Graz, die ÖBB-Infrastruktur AG und Plasser & Theurer.

Für die Entstehung des ersten Bands bedanke ich mich bei allen Mitwirkenden. Großer Dank gebührt zudem Johannes Max-Theurer, Johann Dumser, Rainer Wenty und Michael Zuzic sowie meinen Lehrmeistern Klaus Rießberger und Rudolf Schilder.

Monika König, Alfred Wönhart und Hermann Holzer-Söllner gebührt besonderer Dank für die Unterstützung bei der Abfassung der Inhalte. Ein ganz besonderer Dank gilt Bernhard Antony.

Ein herzliches Dankeschön an meine Familie für ihr Verständnis in den letzten Monaten.

Florian Auer
Wien, Mai 2017

2.2.2 Connecting Europe Facility – CEF

Mit der Verordnung (EU) 1316/2013 wird der Rahmen für „Connecting Europe“ geschaffen. Es werden darin die Bedingungen, Methoden und Verfahren zur Bereitstellung der finanziellen Unterstützung der Transeuropäischen Netze TEN durch die EU definiert. Unterstützt werden Vorhaben von gemeinsamem Interesse mit Schwerpunkt der Beseitigung von Verbindungslücken im Bereich Verkehr, um den Zugang zu Investitionen zu vereinfachen und zu beschleunigen. Damit hat CEF die Aufgabe, die Umsetzung der von der Kommission veröffentlichten Mitteilung „Binnenmarktakte – Zwölf Hebel zur Förderung von Wachstum und Vertrauen – Gemeinsam für neues Wachstum“ zu unterstützen. [35]

Die Finanzierungsätze für Eisenbahn- und Straßenverkehrsnetze wurden angehoben. Es ist nun möglich, für Maßnahmen grenzüberschreitender Abschnitte und zur Verstärkung der Interoperabilität im Eisenbahnverkehr bis zu 40 % an Förderleistungen zu erhalten. Schritte zur Beseitigung von Engpässen werden maximal zu 30 % gefördert, weitere Arbeiten zu 20 %. Das Investitionsprogramm „Connecting Europe“ ist damit ein wichtiges Bindeglied einer nachhaltigen europäischen Verkehrspolitik. [36]

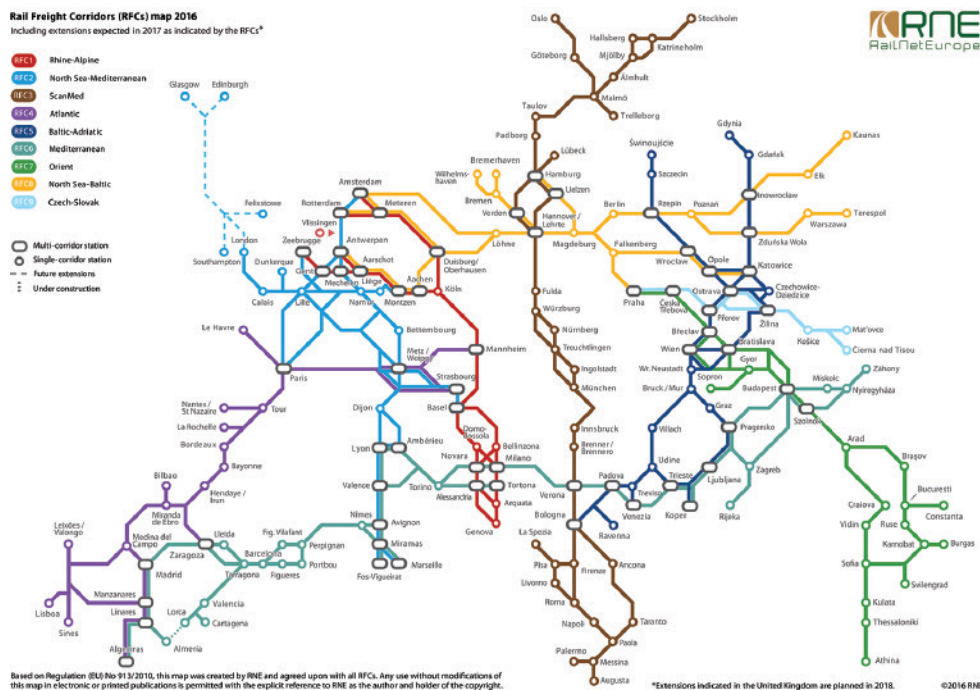


Abb. 2-3: EU-Güterverkehrskorridore gemäß Verordnung (EU) Nr. 913/2010 [38]

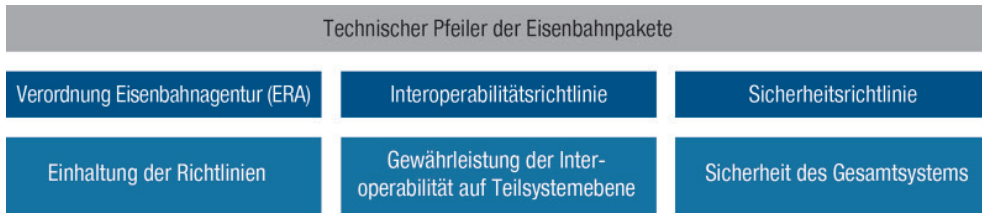


Abb. 2-5: Die ERA-Verordnung, die Interoperabilitätsrichtlinie und die Sicherheitsrichtlinie als gemeinsamer technischer Pfeiler der Eisenbahnpakete [40]

Dieses Verfahren wurde durch die angeführten EU-Initiativen in eine Top-Down-Strategie umgewandelt. Auf technischer Ebene bildet die Interoperabilitätsrichtlinie die übergeordnete Basis der technischen Regelungen (siehe Abb. 2-6). Euronormen haben vielfach den Rang von ehemaligen UIC-Merkblättern eingenommen. Nationale Vorschriften werden zunehmend zurückgenommen.

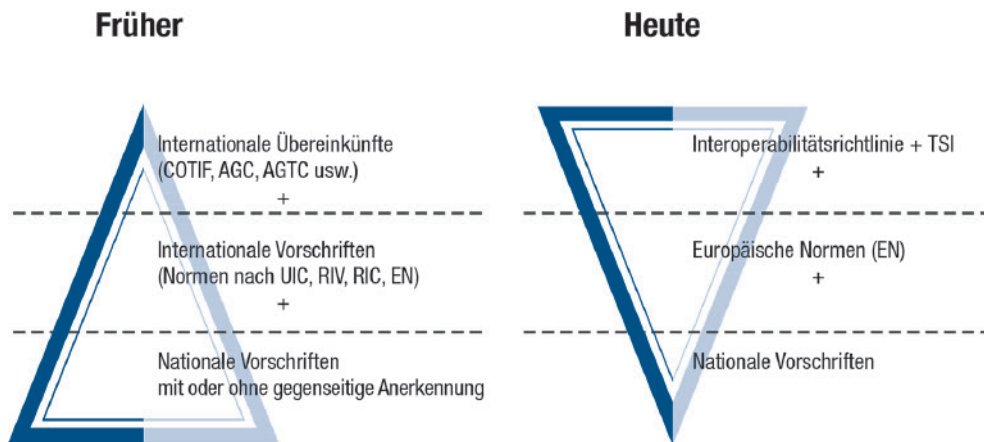


Abb. 2-6: Das Richtlinien-Verständnis der Eisenbahnen wurde durch die EU-Initiativen verändert [41]

Eine Veränderung, wie die dargestellte, benötigt einen entsprechend langen Vorlauf samt den notwendigen Übergangszeiten.

2.4 Grünbücher und Weißbücher für den Verkehr

Bereits in den römischen Verträgen wurde erstmalig der Wille zu einer gemeinsamen Verkehrspolitik festgelegt. Seit den 1980er Jahren haben die EG bzw. später die EU mehrere verkehrsrelevante Grünbücher und Weißbücher veröffentlicht, die

Die Zuwachsraten im Eisenbahnsektor waren im untersuchten Vergleichszeitraum eher gering. Hier möchte die Europäische Gemeinschaft mit dem Weißbuch entgegenwirken. Gezielte Investitionen in das Transeuropäische Netz sind eine der Maßnahmen. Insbesondere möchte die Europäische Gemeinschaft den freien Wettbewerb zwischen den Eisenbahngesellschaften fördern. Die Liberalisierung des Eisenbahnwesens in Europa wird als Erfolgsschlüssel gesehen. Entsprechend beharrlich fördert und fordert die EU Maßnahmen zur Entbündelung zwischen Infrastrukturbetreiber und Eisenbahn(verkehrs-)unternehmen ein. Dies gilt sowohl für den Güterverkehr als auch für den internationalen Personenverkehr. Mehrmals werden Vergleiche mit dem Eisenbahnsektor in den USA gezogen, wo der Güterverkehrsanteil am Modal Split 40 % beträgt. Der hohe Wert ist laut Weißbuch auf die Öffnung der Märkte zurückzuführen. [52]

Die mit dem Verkehr verbundenen Nachteile anderer Verkehrsträger werden deutlich beschrieben. 40 000 Tote im europäischen Straßenverkehr jährlich bedeuten in etwa das Auslöschen einer Kleinstadt. Nachteilig werden auch der Lärm und die Luftverschmutzung gesehen, nicht nur was den CO₂-Ausstoß betrifft, sondern auch die Stickoxid-, Ozon- und Partikelemissionen (siehe Abb. 2-8). Die strengeren Schadstoff-Richtlinien schlagen sich jedoch bereits in einer deutlichen positiven Veränderung des Ausstoßes nieder, skizziert wird auch die weitere Entwicklung bis 2020. [53]

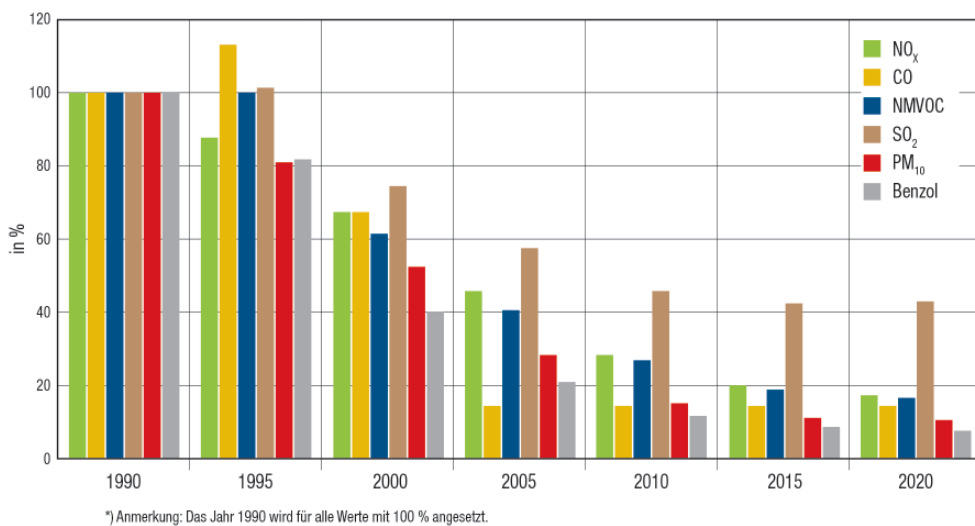


Abb. 2-8: Schadstoffentwicklung des Straßenverkehrs in Europa [54]

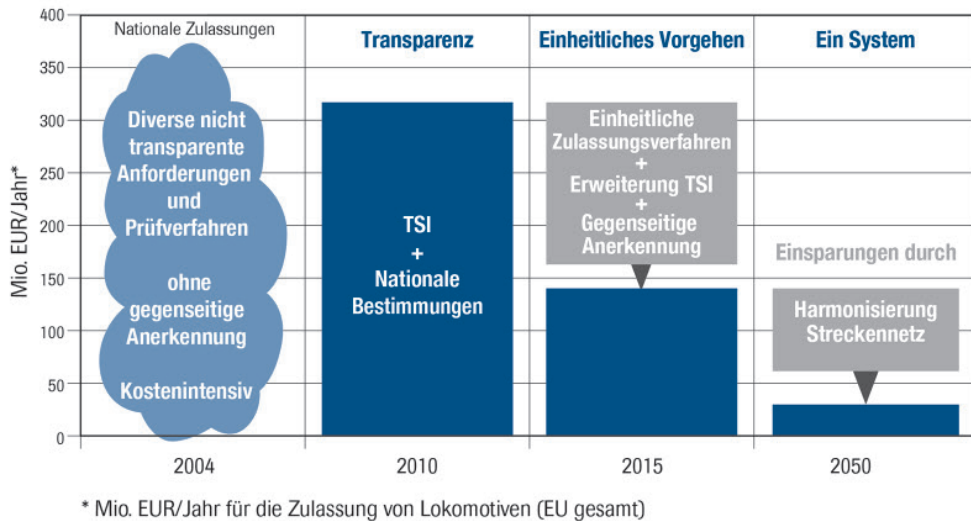


Abb. 2-11: Vorteile durch vereinfachte Zulassungs- und Inbetriebnahmeverfahren [87]

- **Transparenz:**

Die Nutzung der Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität hat die Transparenz des Zulassungsverfahrens verbessert. Eine Kostensenkung war noch nicht klar erkennbar.

- **Einheitliches Vorgehen:**

Ziele des einheitlichen Zulassungsverfahrens („Common approach“) waren die Kostenreduktion durch eine Erweiterung der TSI („Scope extension“) und die verbesserte gegenseitige Anerkennung („Cross acceptance“) der Zulassungsverfahren.

- **Ein System:**

Das Ziel des Einheitlichen Europäischen Eisenbahnraums ist es, von allen Beteiligten als ein System („One System“) wahrgenommen zu werden. Durch die Harmonisierung des Netzes werden weitere Kostenvorteile generiert. Das Inbetriebnahmeverfahren gestaltet sich dann wesentlich einfacher, bisherige Zulassungsprozesse entfallen.

Für die Umsetzung sind aufgrund der geltenden „notifizierten nationalen technischen Vorschriften“ (NNTV) bislang Zwischenschritte notwendig. Dazu wurde die **Empfehlung 2011/217/EU „zur Genehmigung der Inbetriebnahme von strukturellen Teilsystemen und Fahrzeugen gemäß der Richtlinie 2008/57/EG des Europäischen Parlaments und des Rates“** im Amtsblatt der EU veröffentlicht. Im Punkt 4.2.2. heißt es:

„Bei nationalen Vorschriften wendet die von den Mitgliedstaaten benannte beauftragte Stelle (BBS) ein dem EG-Prüfverfahren ähnliches Verfahren an, indem sie eine Prüfbescheinigung ausstellt und ein technisches Dossier abfasst (Artikel 17, Absatz 3). Der Antragsteller seinerseits stellt eine Erklärung der Konformität mit den nationalen Vorschriften aus“. [89]

Die „benannten beauftragten Stellen“ sind auch durch ihre englische Bezeichnung „Designated Bodies“ (DeBOs) geläufig. Sie prüfen die Konformität der „notifizierten nationalen technischen Vorschriften“. Abb. 2-12 zeigt das Verfahren zur Inbetriebnahmegenehmigung unter Beziehung der „benannten beauftragten Stelle“.

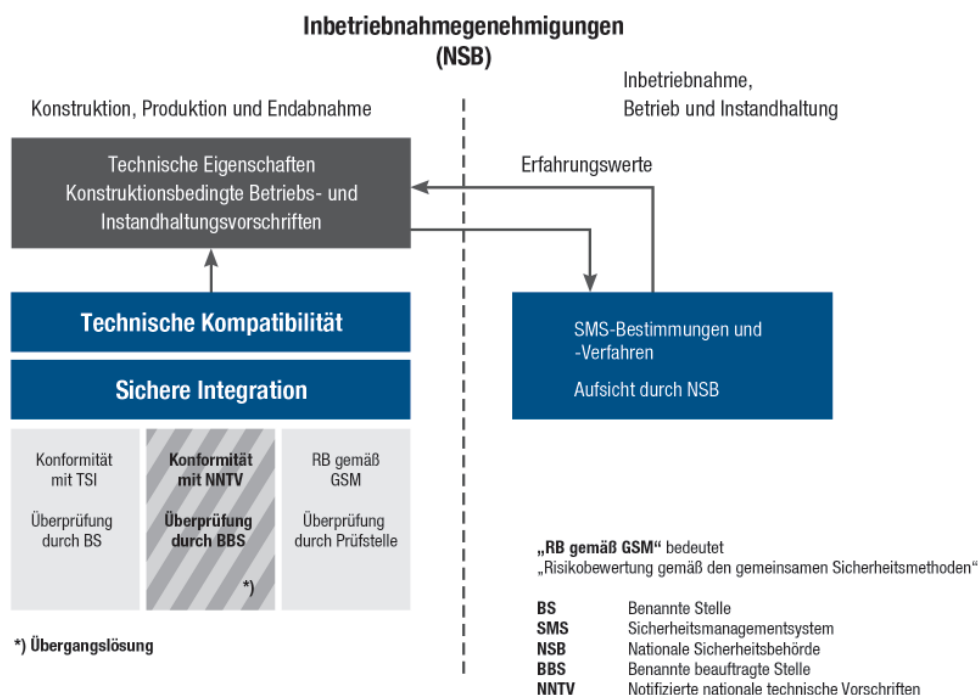


Abb. 2-12: Verlauf der Prüfungen für die Inbetriebnahme gemäß der Empfehlung 2011/217/EU [90]

Für die Fahrzeugzulassung in Deutschland wurde als Zwischenlösung ein „Memorandum of Understanding“ (MoU) unterzeichnet. Seit dem 26.6.2013 erfolgt demgemäß das Inbetriebnahmegenehmigungsverfahren für Schienenfahrzeuge unter Einbindung von DeBos. [91]

Siehe auch http://www.eba.bund.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Fahrzeuge/Inbetriebnahme/MoU/MoU_Visualisierung.pdf?__blob=publicationFile&v=3

Die Infrastrukturbewirtschaftung der Eisenbahn weist einen hohen Komplexitätsgrad auf. Dabei kommen Verflechtungen wirtschaftlicher, rechtlicher, politischer und vor allem technischer Art zum Tragen. Ziel der Reihe **Best Practice Fahrwegstandhaltung** ist es, diese Zusammenhänge in strukturierter Art und Weise für alle Beteiligten zu beschreiben. Das Thema Nachhaltigkeit nimmt dabei einen besonderen Stellenwert ein.

Band 1 Infrastrukturmanagement beschreibt überblicksweise die Aspekte des Infrastrukturmanagements unter besonderer Berücksichtigung des Einheitlichen Europäischen Eisenbahnraums. Anhand von Best-Practice-Beispielen aus Mitteleuropa werden Maßnahmen zur zielgerichteten Umrüstung und Verbesserung der Fahrwegstandhaltung des Bestandsnetzes dargestellt. Vielerorts stehen Infrastrukturbetreiber vor einem Generationenwechsel, der die Neuausrichtung der Prozessverläufe beschleunigt. Die moderne Informations- und Kommunikationstechnik kann hier das Erfassen und Darstellen der komplexen Zusammenhänge um ein Vielfaches vereinfachen. Geänderte Betrachtungsweisen des Assetmanagements und Life-Cycle-Managements ermöglichen die Umsetzung des „gläsernen Fahrweges“ bzw. der „Eisenbahn 4.0“.

Dank des enthaltenen **E-Book** stehen Nutzern eines Endgerätes mit pdf-Reader (PC, Tablet, Smartphone) alle Begriffe und deren Verweise auch elektronisch und mit Suchfunktion zur Verfügung.

ISBN 978-3-87154-606-8



9 783871 546068