

Inhalt

	Vorworte	24	2.1.1	Die Aufgabe des ÖPNV	66
			2.1.2	Die Funktion der Stadtbahnen.....	66
1	Stadtbahnen – Kategorien, Anforderungen, Bürgerbeteiligung	28	2.1.3	Maßgeblicher Rechtsrahmen für Stadtbahnen	70
1.1	Kategorien der städtischen Bahnsysteme.....	30	2.1.4	Wesentliche Reformen: Bahnstrukturreform und Regionalisierung des Nahverkehrs, Föderalismusreform.....	70
1.1.1	Regionalbahnen	30	2.2	Europäische Regelungen	70
1.1.2	S-Bahn	30	2.2.1	Rechtsetzungskompetenz	70
1.1.3	U-Bahn.....	32	2.2.2	Verordnung über öffentliche Personen- verkehrsdienste auf Schiene und Straße.....	72
1.1.4	Straßenbahn (Tram)	32	2.2.3	Verordnung zur europäischen Normung.....	76
1.1.5	Stadtbahn	32	2.2.4	Richtlinie über die allgemeine Produktsicherheit	80
1.2	Anforderungen und Nutzen von Stadtbahnen	36	2.2.5	Richtlinie über Maschinen	82
1.2.1	Die Sicht der Kunden	36	2.2.6	Weitere Europäische Verordnungen und Richtlinien mit Bedeutung für Stadtbahn-Komponenten	86
1.2.2	Die Sicht der Aufgabenträger	42	2.2.7	Weitere Entwicklung im Rahmen des Mandats „Urban Rail“ (M/486).....	86
1.2.3	Die Sicht der Verkehrsunternehmen	46	2.2.8	Weitere Entwicklung bei Fahrgastrechten.....	92
1.2.4	Die Sicht der Industrie.....	48	2.2.9	Richtlinie über Luftqualität und EU-Strategie für nachhaltige Entwicklung	92
1.2.5	Fazit.....	50	2.3	Regelungen auf Bundesebene.....	94
1.3	Bürgerbeteiligung – ein Kommunikationsprozess	52	2.3.1	Personenbeförderungsgesetz (PBefG).....	94
1.3.1	Ausgangssituation.....	52	2.3.2	Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung (BOStrab)	106
1.3.2	Oberste Grundsätze.....	54	2.3.3	Technische Regeln zur BOStrab.....	124
1.3.3	Praktische Umsetzung.....	56	2.3.4	Verordnung über die Allgemeinen Beförderungsbedingungen für den Straßenbahnverkehr	128
1.3.4	Wichtige Erfolgsfaktoren und Kosten	60	2.3.5	Weitere Bundesvorschriften	128
1.3.5	Fahrzeuggestaltung als Bürgerprozess.....	60	2.4	Regelungen der Bundesländer	140
1.3.6	Fazit.....	62			
1.4	Literatur/Quellen	64			
2	Rechtliche Grundlagen	66			
2.1	Gesetzesrahmen für ÖPNV und Stadtbahnen	66			

Contents

	Forewords	25			
1	Light rail – categories, requirements, citizen involvement	29			
1.1	Categories of urban rail systems	31	2.1.1	Public transport tasks	67
1.1.1	Regional rail	31	2.1.2	Function of light rail	67
1.1.2	Suburban rail (S-Bahn)	31	2.1.3	Relevant legal framework for light rail	69
1.1.3	Metro	33	2.1.4	Essential reforms: rail structure reform and regionalisation of local public transport, federal system reform	71
1.1.4	Tramway	33	2.2	European rules	71
1.1.5	Light rail	33	2.2.1	Legislative competence	71
1.2	Requirements for and benefits of light rail systems	37	2.2.2	Regulation on public passenger transport services by rail and by road	73
1.2.1	Customers' view	37	2.2.3	Regulation on European Standardisation	75
1.2.2	Responsible authorities' view	43	2.2.4	Directive on general product safety	81
1.2.3	Transport companies' view	47	2.2.5	Machinery Directive	83
1.2.4	Industry's view	49	2.2.6	Further European Regulations and Directives relevant to urban rail components	87
1.2.5	Conclusion	51	2.2.7	Further development in connection with the Urban Rail Mandate (M/486)	87
1.3	Citizen involvement – a communication process	53	2.2.8	Further development of passenger rights	91
1.3.1	Background	53	2.2.9	Air quality directive and EU strategy for sustainable development	93
1.3.2	Key principles	55	2.3	Regulations at federal level	95
1.3.3	Practical implementation	57	2.3.1	Passenger Transport Act (PBefG)	95
1.3.4	Key factors for success and costs	61	2.3.2	Ordinance on the Construction and Operation of Tramways (BOStrab)	107
1.3.5	Vehicle design as a citizen-led process	61	2.3.3	Technical Rules under BOStrab	123
1.3.6	Conclusion	63	2.3.4	Ordinance on the General Terms of Carriage for Tramway Transport	125
1.4	Bibliography/Sources	64	2.3.5	Further federal regulations	127
2	Legal framework	67	2.4	Regulations in the Länder	139
2.1	Legal framework for public transport and light rail	67	2.4.1	Land local transport laws	139
			2.4.2	Other Länder regulations	139
			2.5	Occupational safety regulations	141

2.6	Other standards and rules of engineering practice	143
2.6.1	VDV publications	143
2.6.2	Other rules, practical recommendations and recognised good engineering practices	145
2.7	Bibliography/Sources	147

3 Light rail system tracks since 2000 and special structural characteristics 155

3.1	New light rail lines built in Germany since 2000	157
3.2	Special structural characteristics: underground and above-ground light rail tracks	167
3.2.1	Extensive protective measures and construction in a historical substrate – Cologne's north-south light rail line	169
3.2.2	Complex measures for building underneath existing structures – the Wehrhahn line in Düsseldorf	179
3.2.3	Infrastructure solutions for public transport and private motorised transport – Karlsruhe's combi-solution	187
3.2.4	Expanding and restructuring light rail networks due to the influence of major projects	195
3.2.5	Projekt Zehn Siebzehn – Expansion of light rail lines 10 and 17 in Hannover	201
3.2.6	Integrated urban development and sustainable rail system design – the St Emmeram tramway	203
3.2.7	Environmental protection and sustainability – Bremen's 'greenline 1'	207
3.3	Increasing the capacity of light rail networks	209
3.3.1	Bielefeld example	209

3.3.2	Rostock example	213
3.3.3	Bremen example	213
3.4	Bibliography/Sources	214

4 Light rail stops 219

4.1	Key design characteristics for light rail stops	219
4.1.1	Elevated stops and stops in cuttings	221
4.1.2	Underground stops	223
4.1.3	Street-level stops	225
4.2	Design principles for light rail stops	231
4.2.1	Stop size	231
4.2.2	Passenger comfort and freedom from barriers	237
4.2.3	Stop fittings	239
4.2.4	Social safety	241
4.2.5	Preventive fire protection	243
4.3	Environmental considerations for the operation of light rail stops	251
4.3.1	Energy-efficient lighting and use of photovoltaics	253
4.3.2	Using daylight in underground stops	257
4.3.3	Using near-surface geothermal energy for entrances and platforms	257
4.4	Interchanges – Planning principles and realisation	259
4.4.1	Facilities for transfer between light rail and bus	259
4.4.2	Facilities for transfer between light rail lines	267
4.4.3	Facilities for transfer between light rail and regional or main-line rail	267
4.4.4	Interchanges with other modes of transport	267
4.5	Examples of stops integrated into the urban area	279

4.5.1	Kassel – Straßenbahnhaltestellen auf historischem Stadtplatz	278
4.5.2	Oberhausen – Prägende Architektur der Haltestelle Neue Mitte	278
4.5.3	Köln – Stadtbahnhaltestelle mit besonderem Ortsbezug	280
4.5.4	München – Bahnsteighalle als städtebauliches Element	280
4.5.5	Stuttgart – Städtebauliche Integration von Hochbahnsteigen	280
4.5.6	Dresden – Neugestaltung eines zentralen Stadtplatzes und ÖPNV-Knotenpunkts.....	282
4.5.7	Frankfurt am Main – Ein besonderes Lichtkonzept	284
4.5.8	Projekt Busstops Hannover – Haltestellen als Kunst im öffentlichen Raum	284
4.5.9	Dortmund – Haltestellen als prägendes Element eines neugestalteten Ortsmittelpunkts	286
4.5.10	Bielefeld – Eine architektonische Landmarke	286
4.5.11	Bremen – Neugestaltung einer Umsteigeanlage im Zuge eines Stadtumbaus	288
4.6	Literatur/Quellen	290

5	Aktuelle Themen der Fahrweggestaltung	292
----------	--	------------

5.1	Streckenlagen und Oberbauformen.....	292
5.2	Verringerung von Schall- und Erschütterungsemissionen	296
5.2.1	Anhalts- und Grenzwerte	298
5.2.2	Emissionen und Immissionen	298
5.2.3	Streckenführung	300
5.2.4	Konstruktive Lösungen für einen emissionsarmen Fahrweg.....	304

5.2.5	Einflussmöglichkeiten der Verkehrsunternehmen	312
5.2.6	Bewertung der Maßnahmen	316
5.3	Grüne Gleise.....	320
5.3.1	Bauformen.....	320
5.3.2	Schall- und Erschütterungsemissionen	320
5.3.3	Stadtgestaltung und Ökologie.....	324
5.4	Nutzung der Erdwärme am Fahrweg	326
5.4.1	Energieeffiziente Weichenheizungen	326
5.4.2	Nutzung von unterirdischen Fahrwegen zur Energiegewinnung	328
5.5	Literatur/Quellen	332

6	Besondere Aspekte bei Stadtbahnfahrzeugen	334
----------	--	------------

6.1	Fahrzeugkonzepte.....	334
6.1.1	Einflussfaktoren und Anforderungen	334
6.1.2	Fahrzeugklassen.....	336
6.1.3	Realisierung niveaugleicher Einstiege.....	338
6.2	Drehgestelle und Fahrwerke.....	342
6.2.1	Für Übergangslösungen von der Hochflur- zur Niederflurtechnik	342
6.2.2	Für Niederflurfahrzeuge mit vollständigem Niederflurbereich	348
6.3	Fahrzeuggelenke	358
6.4	Stromrichter gespeiste Antriebe von Stadtbahnen.....	364
6.4.1	Definitionen / Symbole	364
6.4.2	Antriebskategorien.....	364
6.4.3	Prinzipielle Schaltungsaufbauten verschiedener Lösungsvarianten.....	368
6.4.4	Schaltungsaufbau Zweisystemfahrzeuge.....	370
6.5	Strukturauslegung moderner Multigelenkfahrzeuge	372

4.5.1	Kassel – Tramway stops on a historic city plaza	279
4.5.2	Oberhausen – standout stop architecture in the Neue Mitte	279
4.5.3	Cologne – a light rail stop with a special connection to its location	281
4.5.4	Munich – a platform shelter as an urban design feature	281
4.5.5	Stuttgart – integrating a high platform into its urban surroundings in a plaza	283
4.5.6	Dresden – redesigning a key urban square and public transport hub	285
4.5.7	Frankfurt am Main – a unique lighting design	285
4.5.8	Busstops project in Hannover – stops as art in a public space	287
4.5.9	Dortmund – stops as a defining component of a district's new focal point	287
4.5.10	Bielefeld – an architectural landmark	289
4.5.11	Bremen – redesigning an interchange point as part of an urban renovation project	289
4.6	Bibliography/Sources	290

5 Topical issues of track design 293

5.1	Track positions and track types	293
5.2	Reduction of noise and vibration emissions	295
5.2.1	Guide values and limit values	299
5.2.2	Emissions and immissions	299
5.2.3	Line layout	301
5.2.4	Structural solutions for a low-emission track	305
5.2.5	Ways transport companies can influence emissions	313
5.2.6	Evaluating measures	317

5.3	Green tracks	319
5.3.1	Types	319
5.3.2	Noise and vibration emissions	323
5.3.3	Urban design and the environment	325
5.4	Using geothermal energy for tracks	327
5.4.1	Energy-efficient switch-heating systems	327
5.4.2	Using underground tracks to recover energy	329
5.5	Bibliography/Sources	332

6 Special considerations regarding light rail vehicles 335

6.1	Vehicle designs	335
6.1.1	Influencing factors and requirements	335
6.1.2	Vehicle types	339
6.1.3	Step-free access	341
6.2	Running gear and bogies	343
6.2.1	From high-floor to low-floor technology: transitional solutions	343
6.2.2	100 % low-floor light rail vehicles	347
6.3	Articulation systems	359
6.4	Converter-fed light rail vehicle drives	365
6.4.1	Definitions/Symbols	365
6.4.2	Drive types	365
6.4.3	Switching systems	367
6.4.4	Dual-system vehicles	369
6.5	Structural design of modern multi-articulated vehicles	371
6.5.1	Limitations of the old calculation procedure for stress	373
6.5.2	Recommendations on load assumptions and strength tests	373
6.5.3	Impact on technical regulations	375

6.5.1	Grenzen der alten Berechnungsverfahren für Lastfälle.....	372
6.5.2	Empfehlungen für Lastannahmen und Festigkeitsnachweiskonzepte	376
6.5.3	Auswirkungen auf die technischen Regelwerke	376
6.5.4	Kategorien für Fahrzeuge, Fahrwerke und Kollisionssicherheit	376
6.5.5	Festigkeitsauslegung	376
6.5.6	Zusammenfassung	392
6.6	Anforderungen an leise Schienenfahrzeuge ...	392
6.6.1	Akustische Abnahme von (neuen) Schienenfahrzeugen.....	396
6.6.2	Maßnahmen zur Geräuschminderung der Fahrzeuge	400
6.6.3	Maßnahmeneinsatz in der Praxis	400
6.7	Anforderungen an Türen, Fahrzeuginnenraum und Brandschutz	420
6.7.1	Türen.....	420
6.7.2	Gestaltung des Fahrzeuginnenraums	422
6.7.3	Brandschutz.....	426
6.8	Literatur/Quellen.....	430

7	Grundhafte Sanierung von Stadtbahnfahrzeugen	434
----------	---	------------

7.1	Gründe für den Modernisierungsbedarf von Stadtbahnfahrzeugen	434
7.2	Alternativen bei der Modernisierung der Fahrzeugflotte	438
7.3	Voraussetzungen und Nutzen einer Generalüberholung	440
7.4	Durchführung der Generalüberholung	442
7.4.1	Vor-/Ablaufplanung.....	442
7.4.2	Probezerlegung.....	444
7.4.3	Mock-Ups und Prototypen.....	444

7.4.4	Materialbedarf	446
7.4.5	Materialbeschaffung	446
7.4.6	Qualitätssicherung	446
7.4.7	Abnahme nach BOStrab	448
7.5	Maßnahmen im Rahmen der Generalüberholung	448
7.5.1	Wagenkasten.....	448
7.5.2	Drehgestelle und Fahrwerke.....	450
7.5.3	Antrieb/Stromrichter	450
7.5.4	Leittechnik und Verkabelung.....	452
7.5.5	Bordnetz.....	454
7.5.6	Beleuchtung.....	454
7.5.7	Fahrerraum.....	454
7.5.8	Fahrgastraum	454
7.5.9	Fahrgasttüren	456
7.5.10	Klimaanlagen	458
7.5.11	Fahrgastinformation	458
7.5.12	Brandschutz.....	458
7.5.13	Barrierefreiheit.....	460
7.5.14	Fahrgastsicherheit	460
7.6	Erfahrungen verschiedener Verkehrsunternehmen	460
7.6.1	Stuttgarter Straßenbahnen AG	462
7.6.2	Stadtwerke Bonn (SWB)	464
7.6.3	Kölner Verkehrs-Betriebe AG	468
7.6.4	Hamburger Hochbahn.....	472
7.6.5	Berliner Verkehrsbetriebe.....	474
7.7	Fazit.....	476
7.8	Literatur/Quellen.....	478

8	Bahnenergieversorgung	480
----------	------------------------------	------------

8.1	Aufgaben und Anforderungen.....	480
8.2	Speise- und Betriebskonzepte.....	482

6.5.4	Categories for vehicles, running gear and crashworthiness	375
6.5.5	Determining strength	377
6.5.6	Summary	393
6.6	Requirements for quiet light rail vehicles.....	393
6.6.1	Acoustic acceptance of (new) rail vehicles	397
6.6.2	Measures to reduce vehicle noise	401
6.6.3	Measures implemented in practice	401
6.7	Requirements for doors, vehicle interior design and fire protection.....	421
6.7.1	Doors	421
6.7.2	Vehicle interior design.....	421
6.7.3	Fire protection	427
6.8	Bibliography/Sources	430

7	Renovation of light rail vehicles	435
----------	--	------------

7.1	Why light rail vehicles need to be modernised	435
7.2	Options for vehicle fleet modernisation	439
7.3	Prerequisites for and benefits of a general overhaul.....	441
7.4	Steps to take ahead of a general overhaul	443
7.4.1	Advance planning and progression planning	443
7.4.2	Test dismantlement	445
7.4.3	Mock-ups and prototypes	445
7.4.4	Material needs	447
7.4.5	Material procurement.....	449
7.4.6	Quality assurance.....	449
7.4.7	BOStrab acceptance	449
7.5	Measures to be taken as part of a general overhaul	449

7.5.1	Coach body	451
7.5.2	Bogies and running gear	451
7.5.3	Drive/power converter.....	451
7.5.4	Control technology and cabling.....	453
7.5.5	On-board electronic systems.....	455
7.5.6	Lighting	455
7.5.7	Driver's cab	455
7.5.8	Passenger space.....	457
7.5.9	Passenger doors.....	457
7.5.10	Climate control.....	459
7.5.11	Passenger information	459
7.5.12	Fire protection	459
7.5.13	Freedom from barriers	461
7.5.14	Passenger safety	461
7.6	The experiences of various transport companies	461
7.6.1	Stuttgarter Straßenbahnen AG	461
7.6.2	Stadtwerke Bonn (SWB).....	465
7.6.3	Kölner Verkehrs-Betriebe AG.....	469
7.6.4	Hamburger Hochbahn	473
7.6.5	Berliner Verkehrsbetriebe	473
7.7	Conclusion	477
7.8	Bibliography/Sources	478

8	Railway energy supply	481
----------	------------------------------	------------

8.1	Tasks and requirements.....	481
8.2	Power supply and operation concepts	483
8.3	Rectifier sub-stations.....	485
8.3.1	Protection and control units.....	489
8.3.2	Station control technology	493
8.3.3	Buildings	495
8.4	Cable facilities	497
8.5	Catenary systems	499

8.3	Gleichrichterwerke	484
8.3.1	Schutz- und Steuereinrichtungen	488
8.3.2	Stationsleittechnik	492
8.3.3	Gebäude	494
8.4	Kabelanlagen	496
8.5	Oberleitungsanlagen	500
8.5.1	Oberleitungen und Quertrageinrichtungen	500
8.5.2	Maste und Gründungen	508
8.5.3	Städtebauliche Verträglichkeit	510
8.6	Schienenrückleitung und Streuströme	510
8.7	Schutzmaßnahmen an Strecken	514
8.8	Leitzentralen	518
8.9	Aktuelle Themen und Entwicklungen	520
8.9.1	Optimierung der Instandhaltung	520
8.9.2	Maßnahmen zum energieeffizienten Einsatz rückspeisefähiger Fahrzeuge	522
8.9.3	Stationäre Energiespeicher	526
8.9.4	Einsatz regenerativer Energien für das DC-Bahnnetz	530
8.9.5	Fahrdrahtlose Fahrstromversorgung	532
8.9.6	Energiespeicher auf Fahrzeugen	536
8.10	Literatur/Quellen	540

9	Mischbetrieb und Zweisystem-Technik	542
----------	--	------------

9.1	Schaffung der Zulassungsvoraussetzungen	544
9.2	Kategorisierung von Mischbetrieb und Zweisystem-Technik	546
9.3	Entwicklung, technische und betriebliche Auswirkungen	548
9.3.1	Entwicklung der Zweisystem-Technik	550
9.3.2	Technische und betriebliche Auswirkungen aus dem Mischbetrieb	554

9.3.3	Barrierefreier Zugang bei Mischbetrieb und Zweisystem-Technik	562
9.3.4	Fazit	566
9.4	Anwendungsbeispiele in Deutschland	568
9.4.1	Das Karlsruher Modell	568
9.4.2	Tram-Train-Umsetzungen in Kassel	576
9.4.3	Die Stadtbahn Saarbrücken	584
9.4.4	Das Chemnitzer Modell	588
9.4.5	Das Zwickauer Modell	594
9.4.6	Straßenbahn Nordhausen und Harzer Schmalspurbahn	598
9.5	Literatur/Quellen	602

10	Kundenbezogene Technik	606
-----------	-------------------------------	------------

10.1	ITCS	608
10.1.1	Bedeutung der Begrifflichkeiten RBL und ITCS	610
10.1.2	Telematik in den Fahrzeugen	612
10.1.3	Leitstelle	616
10.1.4	Telematik auf der Strecke	620
10.1.5	Umsetzung von RBL/ITCS im Stadtbahn-bereich	620
10.2	Fahrgastinformation und -entertainment	622
10.2.1	Technische Möglichkeiten und Rahmenbedingungen der visuellen Fahrgast-Information	624
10.2.2	Technische Möglichkeiten und Rahmenbedingungen der akustischen Fahrgast-Information	628
10.2.3	Stationäre Fahrgast-Information an den Haltestellen	632
10.2.4	Fahrgast-Information in den Fahrzeugen	636
10.2.5	Mobile Fahrgast-Information	638
10.2.6	Zunehmende Vernetzung der Fahrgast-Information/Datendrehscheiben	638

8.5.1	Catenaries and cross-span elements	501	9.4.3	The Saarbrücken light rail system	585
8.5.2	Masts and foundations	511	9.4.4	The Chemnitz Model	589
8.5.3	Compatibility with the urban environment. ...	511	9.4.5	The Zwickau Model	595
8.6	Rail return and stray currents	513	9.4.6	Nordhausen tramway and Harzer Schmalspurbahn	599
8.7	Protective measures on sections	515	9.5	Bibliography/Sources	602
8.8	Control centres	519			
8.9	Topical issues and developments	519			
8.9.1	Maintenance optimisation	519			
8.9.2	Measures for energy- efficient use of regenerative vehicles.	521	10	Customer-oriented telematics	607
8.9.3	Stationary energy storage devices	527			
8.9.4	Use of recovered energy for the DC rail network	531	10.1	ITCS	609
8.9.5	Catenary-free traction current supply	531	10.1.1	Meaning of CAD/AVL and ITCS	609
8.9.6	Energy storage devices on vehicles	537	10.1.2	Telematics in vehicles	611
8.10	Bibliography/Sources	540	10.1.3	Control centre	615
			10.1.4	Telematics on the lines	619
			10.1.5	Implementation of CAD/AVL/ITCS in the light rail sector	621
9	Mixed operation and the dual-system approach	543	10.2	Passenger information and entertainment ...	623
			10.2.1	Technical possibilities and general conditions for visual passenger information	625
9.1	Creating the conditions for authorisation	545	10.2.2	Technical possibilities and general conditions for acoustic passenger information	629
9.2	Classification of mixed operation and dual-system solutions	547	10.2.3	Stationary passenger information at stops ...	633
9.3	Development, technical and operational effects	549	10.2.4	Passenger information in vehicles	637
9.3.1	The emergence of the dual-system approach	551	10.2.5	Mobile passenger information	637
9.3.2	Technical and operational effects of mixed operation	555	10.2.6	Increasing interconnection of passenger information/data platforms	639
9.3.3	Barrier-free access to mixed-operation and dual-system transport	563	10.3	Ticketing	643
9.3.4	Conclusion	567	10.3.1	Staff-operated systems	643
9.4	Practical examples from Germany	569	10.3.2	Customer-operated system	643
9.4.1	The Karlsruhe Model	569	10.3.3	Paperless ticketing systems	645
9.4.2	Tram-train solutions in Kassel	579	10.4	Video surveillance (vehicle/stops)	649
			10.4.1	Legal aspects	651
			10.4.2	Video surveillance systems at stops	651

10.3	Ticketing	642
10.3.1	Personalbediente Systeme.....	642
10.3.2	Kundenbediente Systeme.....	642
10.3.3	Papierlose Ticketing-Systeme.....	646
10.4	Videoüberwachung (Fahrzeug/Haltestellen)...	650
10.4.1	Rechtliche Aspekte	650
10.4.2	Videoüberwachungssysteme an Haltestellen.....	652
10.4.3	Videoüberwachungssysteme in Fahrzeugen	652
10.5	Automatische Fahrgastzählung	654
10.5.1	Infrarot-Technik	656
10.5.2	Laser-Technik.....	658
10.5.3	Video-Technik	658
10.5.4	Indirekte Verfahren	658
10.6	Auswirkungen von ITCS auf die Betriebsleitstellen	658
10.7	Kommunikationstechnologien/ Datenübertragung.....	660
10.7.1	Analogfunk.....	662
10.7.2	Digitalfunk	664
10.7.3	Öffentlicher digitaler Funk (Mobilfunk)	666
10.8	Literatur/Quellen	670

11 Betriebshöfe und Werkstätten 674

11.1	Gestaltung moderner Stadtbahn-Betriebshöfe.....	674
11.1.1	Planungsgrundsätze	674
11.1.2	Einsatz eines Betriebshofmanagementsystems	676
11.2	Fahrzeugabstellung.....	678
11.2.1	Freiabstellung	678
11.2.2	Überdachte Abstellung	680
11.2.3	Abstellhalle	680

11.3	Instandhaltung der Fahrzeuge.....	682
11.3.1	Auswirkungen der Fahrzeugtechnik auf die Werkstätten	684
11.3.2	Fahrfertigmachen und Wartung.....	688
11.4	Umwelt- und Klimaschutz auf Betriebshöfen.....	692
11.4.1	Verringerung der Flächenversiegelung	692
11.4.2	Schall- und Erschütterungsschutz.....	694
11.4.3	Nutzung regenerativer Energie.....	696
11.4.4	Energieeinsparung und Energieeffizienz	702
11.5	Literatur/Quellen	706

12 Personaleinsatz und Personalausbildung 708

12.1	Fahren.....	708
12.1.1	Aufgaben und Anforderungen.....	708
12.1.2	Personalauswahl, Aus- und Weiterbildung....	710
12.1.3	FIF – Fachkraft im Fahrbetrieb	724
12.1.4	Personalbedarf und Einsatzplanung im Fahrdienst.....	724
12.1.5	Fahrerbetreuungsmodelle	728
12.1.6	Betreuung des Fahrpersonals nach schweren Unfällen und Übergriffen	728
12.2	Steuern	730
12.2.1	Aufgaben und Ziele.....	730
12.2.2	Personalauswahl, Aus- und Weiterbildung....	736
12.2.3	Information im Störfall	740
12.3	Prüfen	742
12.3.1	Aufgaben und Ziele.....	742
12.3.2	Personalauswahl, Aus- und Weiterbildung....	742
12.3.3	Durchführung von Fahrausweisprüfungen....	746
12.3.4	Ausstattung des Prüfdienstes.....	748
12.3.5	Flankierende Aufgaben und Maßnahmen	750
12.4	Sicherheit	750

10.4.3	Video surveillance systems in vehicles.....	653	11.5	Bibliography/Sources	706
10.5	Automatic passenger counting	653			
10.5.1	Infrared technology	657	12	Staff deployment and training	709
10.5.2	Laser technology	657			
10.5.3	Video technology	659	12.1	Driving	709
10.5.4	Indirect methods	659	12.1.1	Tasks and requirements	709
10.6	Effects of ITCS on control centres	659	12.1.2	Staff hiring, training and further training	711
10.7	Communication technologies/data transmission	661	12.1.3	Vehicle Operation Experts (FIFs)	723
10.7.1	Analogue radio	663	12.1.4	Staffing requirements and staff scheduling at Driving departments	725
10.7.2	Digital radio	665	12.1.5	Driver support models	727
10.7.3	Public digital radio (mobile radio)	667	12.1.6	Support for drivers further to serious accidents and assault	729
10.8	Bibliography/Sources	670	12.2	Operational Control	731
11	Depots and workshops	675	12.2.1	Tasks and goals	731
11.1	Design of modern light rail depots	675	12.2.2	Staff hiring, training and further training	735
11.1.1	Planning principles	675	12.2.3	Supply of information in the event of a disruption	739
11.1.2	Deployment of a depot management system	677	12.3	Inspection	743
11.2	Vehicle parking	679	12.3.1	Tasks and goals	743
11.2.1	Outdoor parking	679	12.3.2	Staff hiring, training and further training	743
11.2.2	Covered parking	681	12.3.3	Ticket inspection	745
11.2.3	Parking shed	681	12.3.4	Support systems and equipment	747
11.3	Vehicle maintenance	683	12.3.5	Associated tasks and measures	749
11.3.1	Effects of vehicle technology on the workshops	685	12.4	Safety and security	749
11.3.2	Preparation for operation, servicing	689	12.4.1	Tasks and goals	749
11.4	Environmental and climate protection at depots	693	12.4.2	Staff hiring, training and further training	753
11.4.1	Reduction of surface sealing	693	12.4.3	Communication technology and CCTV	755
11.4.2	Protection from noise and vibrations	693	12.4.4	Security partnerships	757
11.4.3	Use of renewable energy	699	12.5	Customer Service	759
11.4.4	Energy conservation and energy efficiency	703	12.5.1	Tasks and goals	759
			12.5.2	Staff hiring, training and further training	759
			12.6	Preventive measures to protect staff	759

12.4.1	Aufgaben und Ziele	750	13.2.5	Regelungen / Dienstanweisungen	784
12.4.2	Personalauswahl, Aus- und Weiterbildung.....	754	13.2.6	Technische und betriebliche Vorsorge.....	786
12.4.3	Kommunikationstechnik und Videoüberwachung.....	756	13.2.7	Aus- und Fortbildung / Übungen.....	786
12.4.4	Einrichtung von Ordnungs- und Sicherheitspartnerschaften	758	13.2.8	Meldepflicht.....	788
12.5	Kundendienst	760	13.3	Organisation des Störfallmanagements	788
12.5.1	Aufgaben und Ziele	760	13.3.1	Störfallentgegennahme	788
12.5.2	Personalauswahl, Aus- und Fortbildung.....	760	13.3.2	Benachrichtigungs- und Meldeketten.....	790
12.6	Präventionsmaßnahmen zu Schutz der Beschäftigten	760	13.3.3	Grundsätzliche Bearbeitung von Regelstörungen	792
12.6.1	Technische Maßnahmen	762	13.3.4	Bewältigung von außergewöhnlichen Vorfällen.....	792
12.6.2	Organisatorische Maßnahmen	762	13.3.5	Nachbereitung.....	796
12.6.3	Personenbezogene Maßnahmen.....	764	13.4	Ausgewählte Fallbeispiele	798
12.7	Mischarbeit und Gesundheitsmanagement....	766	13.4.1	Störungen im Fahrbetrieb	798
12.7.1	Mischarbeit – Definition	766	13.4.2	Störungen in oder an Betriebsanlagen	800
12.7.2	Ziele der Mischarbeit im Fahrdienst.....	766	13.4.3	Brand in unterirdischen Anlagen.....	802
12.7.3	Modelle für Mischarbeit.....	768	13.4.4	Telefonische Bedrohungen	806
12.7.4	Mischarbeit im Zentralen Servicedienst.....	768	13.4.5	Geiselnahme.....	808
12.7.5	Betriebliches Gesundheitsmanagement	770	13.4.6	Terroristische Anschläge	808
12.8	Literatur/Quellen	771	13.4.7	Großveranstaltungen und Großdemonstrationen.....	810
			13.4.8	Pandemie.....	814
13	Störfallmanagement	774	13.4.9	Längerer Stromausfall	816
			13.4.10	Naturereignisse	820
13.1	Grundlegende Begriffe und Vorgaben.....	776	13.5	Literatur/Quellen.....	824
13.1.1	Rechtliche Vorgaben.....	776			
13.1.2	Sicherheit – Safety und Security	776	14	Lebenszykluskosten (LCC) von Stadtbahnssystemen und deren Ermittlung	826
13.1.3	Klassifizierung von Ereignissen	780			
13.1.4	Schutzziele	780	14.1	Bedeutung der Ermittlung von LCC	828
13.2	Planung eines Sicherheitsmanagements.....	780	14.1.1	Gründe für die Anwendung von LCC.....	828
13.2.1	Schutz-/Sicherheitskonzept	780	14.1.2	LIFE CYCLE COSTING (LCC) gemäß DIN EN 60300-3-3	830
13.2.2	Ziele des Managements.....	782	14.1.3	LCC im Schienengebundenen Verkehr.....	834
13.2.3	Zusammensetzung des Managements	782			
13.2.4	Raumkonzept.....	784			

12.6.1	Technical measures	761
12.6.2	Organisational measures	761
12.6.3	Staff-related measures	761
12.7	Multiple skills and health management	765
12.7.1	Multiple skills – Definition	765
12.7.2	The purpose of multi-skilled activity at Driving	765
12.7.3	Multi-skilled work models	765
12.7.4	Multi-skilled activity at the Central Service Department	767
12.7.5	Corporate health management	767
12.8	Bibliography/Sources	771

13	Management of incidents	775
-----------	--------------------------------	------------

13.1	Key terms and requirements	777
13.1.1	Legal requirements	777
13.1.2	Safety and security	777
13.1.3	Incident classification	781
13.1.4	Goals of protection	781
13.2	Planning safety management	781
13.2.1	Protection/safety concept	781
13.2.2	Management goals	781
13.2.3	Composition of the management structure	783
13.2.4	Room design	785
13.2.5	Regulations/staff instructions	785
13.2.6	Technical and operational preparation	787
13.2.7	Initial and further training/drills	787
13.2.8	Obligation to report	789
13.3	Organising incident management	789
13.3.1	Receiving notice of incidents	789
13.3.2	Notification and reporting chain	791

13.3.3	Basic handling of routine disruptions	791
13.3.4	Managing extreme incidents	791
13.3.5	Follow-up	797
13.4	Examples of specific incidents	799
13.4.1	Service disruptions	799
13.4.2	Disruptions involving operating facilities	801
13.4.3	Fires in underground facilities	801
13.4.4	Threats over the telephone	807
13.4.5	Hostage situation	809
13.4.6	Terrorist attacks	809
13.4.7	Large events and major demonstrations	811
13.4.8	Pandemic	813
13.4.9	Major power cut	817
13.4.10	Natural phenomena	819
13.5	Bibliography/Sources	824

14	Life-cycle costs (LCC) of light rail systems and their calculation	827
-----------	---	------------

14.1	The importance of calculating LCC	829
14.1.1	Reasons for life-cycle costing	829
14.1.2	LIFE-CYCLE COSTING as per DIN EN 60300-3-3	831
14.1.3	LCC for rail-bound transport	835
14.1.4	LCC and other cost considerations	837
14.1.5	Factors to bear in mind when calculating LCC for rail-bound transport	839
14.2	RAM(S) analyses	841
14.2.1	Reliability	843
14.2.2	Availability	845
14.2.3	Maintainability	847
14.2.4	Safety	849

14.1.4	LCC und andere Kostenbetrachtungen.....	836
14.1.5	Zu beachtende Faktoren bei LCC im schienengebundenen Verkehr.....	838
14.2	RAM(S)-Analysen.....	842
14.2.1	Reliability – Zuverlässigkeit.....	842
14.2.2	Availability – Verfügbarkeit.....	844
14.2.3	Maintainability – Instandhaltbarkeit.....	846
14.2.4	Safety – Sicherheit.....	846
14.2.5	Von der RAM(S)-Analyse zur LCC-Berechnung.....	848
14.2.6	Besondere Gesichtspunkte bezüglich RAMS-Analysen für Stadtbahnssysteme.....	848
14.3	LCC bei Fahrzeugen.....	850
14.3.1	Ertüchtigung von alten Stadtbahnfahrzeugen.....	850
14.3.2	Modulare Baukonzepte für Fahrzeuge.....	854
14.3.3	Wirtschaftlichkeitsaspekte bei der Instandhaltung von Stadtbahnen.....	856
14.3.4	Qualitätsmanagement.....	858
14.4	LCC bei der Infrastruktur.....	860
14.4.1	EU-Forschung „Urban Track“.....	860
14.4.2	Modulare Baukonzepte.....	864
14.4.3	Wirtschaftlichkeitsaspekte bei der Instandhaltung der Fahrwege.....	866
14.4.4	Wiederverwendung von Oberbaustoffen.....	868
14.4.5	Qualitätsmanagement.....	870
14.4.6	EDV-unterstützte Schienenfahrweginstandhaltung.....	872
14.5	LCC in der Ausschreibung.....	874
14.5.1	Fahrzeuge.....	874
14.5.2	Infrastruktur.....	880
14.6	Fazit und Ausblick.....	882
14.7	Literatur/Quellen.....	886

15	Finanzierung des ÖPNV in Gegenwart und Zukunft	888
15.1	Ausgangssituation.....	890
15.1.1	Die drei Säulen der ÖPNV-Finanzierung.....	890
15.1.2	Derzeitige Finanzaufwendungen für den ÖPNV.....	900
15.1.3	Nachholbedarf bei Erneuerungsinvestitionen.....	902
15.1.4	Mittel- und langfristige Entwicklung des investiven Finanzierungsbedarfs.....	904
15.1.5	Mittel- und langfristige Entwicklung des konsumtiven Finanzierungsbedarfs.....	906
15.2	Grundlagen der bisherigen und der künftigen Finanzierung.....	908
15.2.1	Verfassungsrechtliche Grundlagen und Föderalismusreform.....	908
15.2.2	Finanzhilfen nach dem Gemeindeverkehrs- finanzierungsgesetz (GVFG) – Bundesprogramm.....	912
15.2.3	Auswirkungen des Entflechtungs- gesetzes (EntflechtG 2006/2013).....	920
15.2.4	Finanzbeträge nach dem Regionalisierungsgesetz (RegG).....	920
15.2.5	Finanzierung durch die Bundesländer.....	926
15.2.6	Sonderprogramme (Konjunktur-, Kfw-, Lärmsanierungs-Programme, Aufbauhilfefonds, EFRE).....	930
15.2.7	Private Ko-Finanzierung: Verlängerung der Stadtbahnlinie 5 in Köln.....	932
15.3	Alternativen einer künftigen ÖPNV-/Stadtbahn-Finanzierung.....	934
15.3.1	Vorhandene Optionen und unkonventionelle Finanzierungsalternativen.....	936
15.3.2	Verstärkte Berücksichtigung umwelt- und klimarelevanter Maßnahmen bei der Förderung.....	944

14.2.5	From RAM(S) analysis to life-cycle costing	849	15.1.4	Medium- and long-term development of financial requirements for investments	905
14.2.6	Special considerations when conducting RAMS analyses on light rail systems	849	15.1.5	Medium- and long-term development of consumption-related financial requirements	907
14.3	LCC for vehicles.....	851	15.2	The bases for current and future financing	909
14.3.1	Upgrading old light rail vehicles.....	851	15.2.1	Constitutional bases – The reform of the federal system	909
14.3.2	Modular vehicle designs	855	15.2.2	Financial assistance under the Municipal Transport Financing Act (GVFG) – Federal programme	915
14.3.3	Cost-effectiveness considerations in light-rail vehicle maintenance	855	15.2.3	Effects of the Unbundling Act (EntflechtG 2006/2013).....	921
14.3.4	Quality management.....	859	15.2.4	Funding under the Regionalisation Act (RegG).....	921
14.4	LCC for infrastructure.....	859	15.2.5	Financing by the Länder	927
14.4.1	The EU research project Urban Track	859	15.2.6	Special programmes (Economic Recovery Programme, KfW subsidy scheme, noise abatement programmes, reconstruction assistance fund, ERDF)	931
14.4.2	Track modules	865	15.2.7	Private cofinancing: the extension of light rail line 5 in Cologne.....	933
14.4.3	Cost-effectiveness considerations in track maintenance.....	867	15.3	Alternatives for future public transport/light rail financing.....	937
14.4.4	Re-using superstructure materials.....	871	15.3.1	Existing options and unconventional financing alternatives.....	937
14.4.5	Quality management.....	873	15.3.2	Financing increasingly linked to environmentally- and climate-friendly measures.....	947
14.4.6	Software-based rail track maintenance	873	15.3.3	The report on The Future of Transport Infrastructure Financing (Daehre Commission)	947
14.5	LCC in tendering	875	15.3.4	Concluding Report of the North Rhine-Westphalia Commission on the Future of Public Transport	949
14.5.1	Vehicles.....	875	15.3.5	Position of the BMVI Advisory Council	959
14.5.2	Infrastructure	881			
14.6	Conclusion and outlook	883			
14.7	Bibliography/Sources	886			
15	The financing of public transport now and in the future	889			
15.1	Initial situation	891			
15.1.1	The three pillars of public transport financing	891			
15.1.2	Current expenditure on public transport	903			
15.1.3	Shortfall in investment for renovation	903			

15.3.3	Kommissionsbericht „Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung“ (Daehre-Kommission)	946
15.3.4	Abschlussbericht der „ÖPNV-Zukunftskommission NRW“	948
15.3.5	Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats beim BMVI	956
15.3.6	Empfehlungen der Kommission „Nachhaltige Verkehrsinfrastruktur- finanzierung“ (Bodewig-Kommission)	960

15.3.7	Beschluss der Sonder-Verkehrsminister- konferenz „Nachhaltige Verkehrsinfra- strukturfinanzierung“	964
15.3.8	Koalitionsvertrag für die 18. Legislaturperiode und Regierungserklärung vom 29.01.2014	968
15.3.9	Fazit: Handlungsbedarf für eine nachhaltige Finanzierung	978
15.4	Literatur/Quellen	982
	Mitgliedsunternehmen des VDV Industrieforum e.V.	988

15.3.6	Recommendations of the Commission on Sustainable Transport Infrastructure Financing (Bodewig Commission).....	961	15.3.9	Conclusion: a need for action to ensure sustainable financing.....	979
15.3.7	Conclusions by the Special Conference of Transport Ministers (VMK) on Sustainable Transport Infrastructure Financing.....	965	15.4	Bibliography/Sources	982
15.3.8	The Coalition Agreement for the 18th legislature and the policy statement of 29 January 2014.....	969		Members of the VDV Industry forum.....	989