

# HANDBUCH DES EISENBAHNBAUWESENS

Herausgegeben von  
o. Professor Dr.-Ing. Ewald Graßmann, Berlin  
unter Mitarbeit höherer Beamter der  
Deutschen Bundesbahn



CARL RÖHRIG VERLAG · DARMSTADT

# INHALTSVERZEICHNIS

## 1. Allgemeine Grundlagen des Eisenbahnbaus

1.01	Die gesetzlichen Grundlagen für die Beschaffenheit der Bahnanlagen der öffentlichen Eisenbahnen . . . . .	1
1.02	Linienführung . . . . .	4
1.02.1	Allgemeines . . . . .	4
1.02.2	Geologische und geographische Rücksichten . . . . .	5
1.02.3	Technische Grundlagen . . . . .	7
1.02.3.01	Einteilung der Eisenbahnen . . . . .	7
1.02.3.02	Fahrwiderstände der Eisenbahnfahrzeuge . . . . .	8
1.02.3.03	Die Neigungsverhältnisse . . . . .	10
1.02.3.04	Der Krümmungshalbmesser . . . . .	13
1.02.3.05	Die Gleisabstände . . . . .	14
1.02.3.06	Künstliche Längenentwicklungen . . . . .	14
1.02.3.07	Überschreitung der Wasserscheiden . . . . .	15
1.02.3.08	Aufstellung des Entwurfs für die allgemeinen Vorarbeiten . . . . .	15
1.02.3.09	Bauentwurf für die ausführlichen Vorarbeiten . . . . .	18
1.02.3.10	Linienverbesserungen bestehender Bahnen . . . . .	19
1.03	Bahnhofsanlagen . . . . .	21
1.03.01	Allgemeine Grundlagen . . . . .	21
1.03.02	Kleine und mittlere Bahnhöfe mit vereinigttem Dienst . . . . .	23
1.03.03	Personen-, Abstell- und Postbahnhöfe . . . . .	26
1.03.03.1	Personenbahnhöfe . . . . .	26
1.03.03.2	Abstellbahnhöfe . . . . .	31
1.03.03.3	Postverladestellen und Postbahnhöfe . . . . .	32
1.03.04	Güterbahnhöfe und Umladeeinrichtungen . . . . .	34
1.03.04.1	Die Ausgangslage einer modernen Entwicklung . . . . .	34
1.03.04.2	Stückgut- und Eilstückgutverkehr . . . . .	34
1.03.04.3	Expresgutverkehr . . . . .	42
1.03.04.4	Wagenladungsverkehr . . . . .	43
1.03.04.5	Ausblick . . . . .	46
1.03.05	Rangierbahnhöfe und Rangiertechnik . . . . .	47
1.03.05.01	Die betriebliche Aufgabe der Rangierbahnhöfe und der Umfang des Rangiergeschäfts . . . . .	47
1.03.05.02	Grundformen der Rangierbahnhöfe . . . . .	49
1.03.05.03	Der freie Ablauf und seine Widerstände . . . . .	55
1.03.05.04	Ablaufdynamische Gestaltungsgrundsätze und Berechnungen . . . . .	59
1.03.05.05	Mechanisierung und Automatisierung des Ablaufs . . . . .	70
1.03.05.06	Gleisbremsen . . . . .	76
1.03.05.07	Die Verständigungsmittel im Rangierbahnhof . . . . .	91
1.03.05.08	Wichtige Gleisverbindungen im Rangierbahnhof . . . . .	93

1.03.05.09	Einordnung der Zusatzanlagen . . . . .	95
1.03.05.10	Die Beleuchtung der Rangierbahnhöfe . . . . .	99
1.03.06	Privatgleisanschlüsse und Industriebahnhöfe . . . . .	100
1.03.07	Grubenanschlußbahnen und Bergwerksbahnhöfe . . . . .	106
1.03.08	Hafenbahnhöfe . . . . .	108
1.03.09	Lokomotivbetriebswerke . . . . .	111
1.03.10	Bearbeitungsgrundlagen und Darstellung der Bahnhofsentwürfe	126
1.03.10.1	Der Betriebsplan . . . . .	126
1.03.10.2	Dauer der einzelnen Betriebsvorgänge . . . . .	128
1.03.10.3	Erläuterungsbericht und Kostenanschlag . . . . .	135
1.03.10.4	Allgemeine Darstellungsweise . . . . .	136
1.03.10.5	Darstellung und Bezeichnung der Gleise, Weichen, Signale und Stellwerke . . . . .	138
1.03.10.6	Darstellung sonstiger Anlagen . . . . .	156
Der Oberbau . . . . .		167
1.04.1	Allgemeines . . . . .	167
1.04.2	Gleisgeometrie . . . . .	167
1.04.2.1	Die Spurweite . . . . .	167
1.04.2.2	Die Gleislage . . . . .	167
1.04.2.3	Die Ausrundung der Neigungswechsel . . . . .	170
1.04.2.4	Zulässige Fahrgeschwindigkeiten . . . . .	170
1.04.3	Einzelheiten und Bestandteile des Gleises . . . . .	173
1.04.3.1	Einteilung der Gleise . . . . .	173
1.04.3.2	Schienen . . . . .	174
1.04.3.3	Schwellen . . . . .	176
1.04.3.4	Schienenbefestigungsmittel . . . . .	189
1.04.3.5	Die Bettung . . . . .	207
1.04.4	Reichsbahnweichen und Reichsbahnkreuzungen . . . . .	208
1.04.4.1	Allgemeines . . . . .	208
1.04.4.2	Weichengeometrie . . . . .	211
1.04.4.3	Einteilung der Weichen und Kreuzungen . . . . .	212
1.04.4.4	Geometrische Einzelheiten der Reichsbahnweichen und Kreuzungen . . . . .	215
1.04.4.5	Reichsbahnweichen in freier Lage, in Anschlüssen und bei Gleisverbindungen . . . . .	222
1.04.4.6	Die Unterschwellung des Gleisgestänges von Weichen und Kreuzungen . . . . .	235
1.04.4.7	Verwendung, Unterhaltung und Prüfung der Weichen und Kreuzungen . . . . .	241
1.04.4.8	Weichenstatistik . . . . .	245
1.04.4.9	Bauliche Durchbildung der Hauptteile von Reichs- bahnweichen und Kreuzungen . . . . .	245
1.04.5	Gleisunterhaltung und Gleiserneuerung . . . . .	270
1.04.5.1	Begriffsbestimmungen . . . . .	270

	1.04.5.2	Vorbereitung der Arbeiten . . . . .	271
	1.04.5.3	Ausführung der Arbeiten . . . . .	273
1.05		Der Eisenbahnhochbau . . . . .	287
	1.05.1	Allgemeines . . . . .	287
	1.05.2	Empfangsgebäude und Bahnhofsvorplätze . . . . .	288
	1.05.2.01	Allgemeines . . . . .	288
	1.05.2.02	Bahnhofsvorplätze . . . . .	288
	1.05.2.03	Raumprogramm für Empfangsgebäude . . . . .	292
	1.05.2.04	Lage des Empfangsgebäudes zum Bahnhof und die Raumanordnung . . . . .	293
	1.05.2.05	Die Schalterhalle . . . . .	299
	1.05.2.06	Die Fahrkartenausgabe . . . . .	299
	1.05.2.07	Die Gepäckabfertigung . . . . .	300
	1.05.2.08	Die Bahnsteigsperrung . . . . .	301
	1.05.2.09	Aborte . . . . .	301
	1.05.2.10	Wirtschafts- und Nebenbetriebe . . . . .	302
	1.05.2.11	Bahnsteige . . . . .	304
	1.05.2.12	Der Aufbau des Empfangsgebäudes . . . . .	308
	1.05.3	Güterabfertigungsgebäude . . . . .	308
	1.05.3.1	Allgemeines . . . . .	308
	1.05.3.2	Raumbedarf . . . . .	308
	1.05.3.3	Raumanordnung . . . . .	309
	1.05.3.4	Raumausstattung . . . . .	313
	1.05.4	Güterhallen . . . . .	313
	1.05.4.1	Zweck und Abmessungen . . . . .	313
	1.05.4.2	Ladebühnen . . . . .	316
	1.05.4.3	Dachkonstruktion . . . . .	317
	1.05.4.4	Belichtung der Güterhalle . . . . .	318
	1.05.4.5	Nebenanlagen . . . . .	318
	1.05.5	Verwaltungsgebäude . . . . .	319
	1.05.5.1	Allgemeines . . . . .	319
	1.05.5.2	Geschäftsgebäude einer Bundesbahndirektion . . . . .	319
	1.05.5.3	Sozialgebäude . . . . .	321
	1.05.5.4	Ämtergebäude . . . . .	321
	1.05.5.5	Bahnmeistereigebäude . . . . .	322
	1.05.5.6	Gebäude für Selbstwählfernsprechanlagen (Basa) . . . . .	323
	1.05.6	Stellwerksgebäude . . . . .	326
	1.05.6.1	Allgemeines . . . . .	326
	1.05.6.2	Lage der Stellwerke und betriebliche Anforderungen an die Stellwerksräume . . . . .	326
	1.05.6.3	Bauliche Einzelheiten . . . . .	334
	1.05.7	Hochbauten der Eisenbahn-Ausbesserungswerke . . . . .	340
	1.05.7.1	Aufgabe und Gliederung . . . . .	340
	1.05.7.2	Werkstattechnische Einzelheiten . . . . .	343
	1.05.7.3	Bautechnische Einzelheiten . . . . .	345



1.05.8	Aufenthalts- und Übernachtungsgebäude . . . . .	349
1.05.8.1	Allgemeines . . . . .	349
1.05.8.2	Aufenthaltsgebäude . . . . .	349
1.05.8.3	Übernachtungsgebäude . . . . .	354
1.05.8.4	Aborte und Bäder . . . . .	356
1.05.8.5	Ledigenheime . . . . .	358
1.05.8.6	Erholungsheime, Heilstätten, Waisenhorte, Kinderheime . . . . .	359
1.05.9	Sonstige Betriebsdienstgebäude . . . . .	359
1.06	Die Umgrenzung des lichten Raumes . . . . .	367
1.06.1	Grundlagen . . . . .	367
1.06.2	Maste am Gleis, insbesondere Fahrleitungsmaste, Schrankenbäume u. ä. . . . .	373
1.06.3	Stromabnehmer und Fahrleitungen . . . . .	375
1.06.4	Tunnel . . . . .	378
1.06.5	Lokomotiv- und Wagenhallen . . . . .	380
1.06.6	Übergang zwischen verschiedenen Lichtraumbreiten . . . . .	380
1.06.7	Lichtraumerweiterung über Neigungswechseln mit kleinen Halbmessern . . . . .	382
1.06.8	Erleichterungen für Anschlußgleise . . . . .	383
1.06.9	Besondere Bestimmungen für Signalanlagen und Stellwerke . . . . .	385
1.07	Bahnübergänge in Schienenhöhe . . . . .	386
1.07.1	Allgemeines . . . . .	386
1.07.2	Die bauliche Behandlung des Bahnüberganges . . . . .	386
1.07.3	Die Sicherung des Verkehrs auf dem Bahnübergang . . . . .	391
1.07.3.1	Grundlagen der Sicherheit am Bahnübergang . . . . .	391
1.07.3.2	Technisch gesicherte Bahnübergänge . . . . .	393
1.07.3.3	Bahnübergänge ohne technische Sicherung . . . . .	396
1.07.3.4	Kennzeichnung der Bahnübergänge durch Warnkreuze . . . . .	397
1.07.3.5	Kennzeichnung der Bahnübergänge durch Warnzeichen . . . . .	398
1.07.3.6	Kennzeichnung des Bahnüberganges für den Lokomotivführer . . . . .	398
1.07.4	Die Bahnschranke und ihre technische Ausrüstung . . . . .	399
1.07.4.1	Die Schranke mit mechanischem Antrieb . . . . .	399
1.07.4.2	Die Schranke mit elektrischem Antrieb . . . . .	404
1.07.5	Die Blinklichtanlage . . . . .	408
1.07.5.1	Die Blinklichtanlage mit Überwachungssignal . . . . .	408
1.07.5.2	Die Blinklichtanlage mit Fernüberwachung . . . . .	413
1.08	Bahnkreuzungen . . . . .	418
1.09	Bauliche Auswirkungen der elektrischen Zugförderung . . . . .	421
1.10	Gleisabschlüsse und Richtwände . . . . .	424
1.10.1	Prellbockbauarten . . . . .	424
1.10.2	Betriebliche Grundlagen, Berechnung und Baugrundsätze . . . . .	429
1.10.3	Verschiebliche Richtwände . . . . .	433

## 2. Für den Eisenbahnbau wichtige bautechnische Einzelgebiete

2.01	Erdbau und Massenermittlung	435
2.01.1	Der Boden als Baustoff und Baugrund	435
2.01.2	Massenermittlung und Massenverteilung	438
2.01.2.1	Allgemeines	438
2.01.2.2	Bestimmung der Querschnittsinhalte aus den Unterlagen der allgemeinen Vorarbeiten	438
2.01.2.3	Ermittlung der Querschnittswerte aus den Inhaltsformeln	439
2.01.2.4	Bestimmung der Erdmassen und Massenverteilung	441
2.01.2.5	Ermittlung der Massen aus gezeichneten Profilen	442
2.01.3	Erdarbeiten	443
2.01.3.1	Bauvorbereitung	443
2.01.3.2	Gewinnung des Bodens	444
2.01.3.3	Förderung des Bodens	446
2.01.3.4	Dammbau	447
2.01.3.5	Sicherung der Böschungen	449
2.01.3.6	Erdrutschungen	450
2.02	Baugrundlehre	451
2.02.1	Bodenarten	451
2.02.2	Boden- und Baugrunduntersuchungen	452
2.02.2.1	Baugrunduntersuchungen auf der Baustelle	452
2.02.2.2	Untersuchungen von Bodenproben im Laboratorium	456
2.02.3	Zulässige Belastung von Flächen- und von Pfahlgründungen	458
2.02.3.1	Flächengründungen	458
2.02.3.2	Pfahlgründungen	458
2.02.4	Einige Anwendungsgebiete der Baugrundlehre	463
2.02.4.1	Verdichten und Verdichtungsgeräte bei Erdschüttungen	463
2.02.4.2	Standfestigkeit von Böschungen	464
2.02.4.3	Verbesserung des Bodens unter dem Schotterbett von Schienenbahnen	465
2.02.4.4	Setzungs- und Grundbruchberechnungen	465
2.02.4.5	Flächengründungen	467
2.02.4.6	Erddruck auf Stützmauern und Widerlager	467
2.03	Tunnelbau	468
2.03.1	Tunnelprüfung	468
2.03.2	Tunnelunterhaltung	470
2.03.3	Erneuerung der Tunnelauskleidung	475
2.03.4	Die Ausführung von Unterhaltungs- und Erneuerungsarbeiten	478
2.03.5	Tunnelneubau	480
2.03.6	Baustoffe im Tunnelbau	482
2.03.7	Entlüftung der Tunnel	483

2.04	Baukonstruktionen und deren Berechnungsgrundlagen . . . . .	484
2.04.1	Holzbau . . . . .	484
2.04.2	Steinbau . . . . .	486
2.04.3	Unbewehrter Beton . . . . .	487
2.04.4	Stahlbeton . . . . .	488
2.04.5	Spannbeton . . . . .	489
2.04.6	Verbundträger . . . . .	491
2.04.7	Stahlbau . . . . .	492
2.05	Brückenbau . . . . .	497
2.05.01	Allgemeines . . . . .	497
2.05.02	Entwurfsgrundlagen . . . . .	500
2.05.03	Baustoffe . . . . .	502
2.05.04	Übliche Brückenbauarten („-systeme“) . . . . .	503
2.05.05	Sonderformen und Sonderbauarten . . . . .	507
2.05.06	Überbauquerschnitte . . . . .	508
2.05.07	Einzelheiten stählerner Überbauten . . . . .	511
2.05.08	Gleise und Zusatzeinrichtungen . . . . .	516
2.05.09	Stützungen . . . . .	517
2.05.10	Herstellung . . . . .	519
2.05.11	Erhaltung, Unterhaltung, Erneuerung . . . . .	520
2.06	Baustoffkunde, Baustoffbedarf, zulässige Beanspruchungen . . . . .	521
2.06.1	Allgemeines . . . . .	521
2.06.2	Mörtel und Beton . . . . .	521
2.06.3	Mauerwerk . . . . .	531
2.06.4	Stahlbeton . . . . .	538
2.06.5	Baustähle . . . . .	538
2.06.6	Isolier- und Schutzanstrichstoffe . . . . .	541
2.07	Schutzanlagen . . . . .	545
2.08	Bewässerungsanlagen . . . . .	548
2.09	Entwässerung, Kanalisation . . . . .	555
2.10	Allgemeine Bauvorschriften, gesetzliche Baubestimmungen, Baunormung . . . . .	561

### 3. Verfahrensfragen im Eisenbahnbau

3.01	Die Planfeststellung von Bundesbahnanlagen . . . . .	564
3.02	Der Grunderwerb . . . . .	567
3.03	Aufstellung von Entwurfsheften . . . . .	570
3.04	Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen . . . . .	575
3.04.1	Der Inhalt der Wirtschaftlichkeit . . . . .	575
3.04.2	Betriebswirtschaftliche Kennzahlen . . . . .	579
3.04.3	Die Verfahren der Kostenermittlung . . . . .	580



3.04.4	Kriterien der Wirtschaftlichkeit und besondere Kostenbestandteile . . . . .	590
3.05	Vergabe und Abwicklung von Bauarbeiten bei der Deutschen Bundesbahn . . . . .	592
3.06	Die Verantwortung bei der Durchführung von Bauarbeiten . . . . .	596
3.07	Die finanziellen Grundlagen des Baudienstes der Deutschen Bundesbahn . . . . .	600
3.08	Tagewerkswirtschaft und Arbeitspläne bei der Deutschen Bundesbahn . . . . .	608
3.09	Baustoffwirtschaft bei der Deutschen Bundesbahn . . . . .	611
3.10	Leistungen der Deutschen Bundesbahn für Dritte . . . . .	613
3.11	Dienstgutverkehr bei der Deutschen Bundesbahn . . . . .	614
3.12	Das Planwesen bei der Deutschen Bundesbahn . . . . .	615
3.13	Aus der Baustatistik der Deutschen Bundesbahn . . . . .	617

#### 4. Signaltechnik

4.1	Allgemeine Übersicht und Einteilung . . . . .	619
4.2	Außenanlagen . . . . .	625
4.2.1	Signalbilder . . . . .	625
4.2.2	Die technische Durchbildung der Signale . . . . .	633
4.2.2.1	Die Formhauptsignale . . . . .	633
4.2.2.2	Die Formvorsignale . . . . .	638
4.2.2.3	Die Lichtsignale und deren Optik . . . . .	640
4.2.3	Stellen und Sichern der Weichen . . . . .	646
4.2.3.1	Der mechanische Weichenantrieb . . . . .	646
4.2.3.2	Der mechanische Riegel . . . . .	648
4.2.3.3	Der mechanische Zungenprüfer . . . . .	654
4.2.3.4	Der elektrische Weichenantrieb . . . . .	656
4.2.3.5	Die Handverschlüsse . . . . .	657
4.2.4	Die Leitungen . . . . .	660
4.2.4.1	Die mechanischen Leitungen . . . . .	660
4.2.4.2	Die Kabel . . . . .	663
4.3	Die Innenanlagen der Stellwerke . . . . .	663
4.3.1	Das mechanische Stellwerk . . . . .	663
4.3.2	Die Blockanlagen . . . . .	668
4.3.3	Das elektromechanische Stellwerk . . . . .	673
4.3.4	Dr-Stellwerke . . . . .	679
4.3.4.1	Grundaufbau . . . . .	679
4.3.4.2	Stromversorgung . . . . .	681
4.3.4.3	Baukastenaufbau . . . . .	682



4.3.4.4	Der Stellisch und seine Bedienungsweise . . . . .	682
4.3.4.5	Schaltungen der Dr-Stellwerke . . . . .	687
4.3.4.6	Bahnhofsblockung . . . . .	689
4.3.4.7	Streckenblockung . . . . .	690
4.3.5	Der Selbstblock . . . . .	690
4.3.5.1	Grundaufbau . . . . .	690
4.3.5.2	Die Gleisströme . . . . .	691
4.3.5.3	Die Meldeschleife . . . . .	693
4.3.5.4	Die Verbindung zwischen dem Selbstblock und den Bahnhöfen . . . . .	694
4.3.5.5	Signalteilung bei Selbstblock . . . . .	695
4.3.6	Die Fernsteuerung . . . . .	698
4.3.7	Die Zugnummernmeldung . . . . .	702
4.3.8	Registriergeräte . . . . .	704
4.3.9	Weitere Möglichkeiten der Automatisierung . . . . .	706
4.4	Die induktive Zugbeeinflussung . . . . .	708
4.5	Die Planung von Signalanlagen . . . . .	711
4.5.1	Das Planungsprogramm . . . . .	712
4.5.2	Vorarbeiten und Rahmenplan . . . . .	713
4.5.3	Wahl der Stellwerksbauart . . . . .	714
4.5.4	Planung mechanischer und elektromechanischer Stellwerke . . . . .	715
4.5.5	Planung von Gleisbildstellwerken . . . . .	716
4.5.5.1	Umfang der Planung und Entwurfsbearbeitung . . . . .	716
4.5.5.2	Anordnung der Gleisbildstellwerke . . . . .	717
4.5.5.3	Arbeitsteilung in großen Gleisbildstellwerken . . . . .	721
4.5.5.4	Zugstraßen . . . . .	723
4.5.5.5	Rangierstraßen . . . . .	724
4.5.6	Knotenstellwerke . . . . .	726
4.6	Bauausführung, Prüfung und Unterhaltung der Signalanlagen . . . . .	728
4.6.1	Vorbereitung und Ausführung der Bauarbeiten . . . . .	728
4.6.2	Abnahmeprüfung . . . . .	730
4.6.3	Regelprüfung . . . . .	731
4.6.4	Unterhaltung . . . . .	732
4.6.5	Organisation des Signaldienstes . . . . .	733

## 5. Fernmeldewesen

5.01	Freileitungen . . . . .	736
5.01.1	Allgemeines . . . . .	736
5.01.2	Bauarten und Belegung der Gestänge . . . . .	736
5.01.3	Freileitungsbaumaterial . . . . .	737
5.01.4	Baurichtlinien . . . . .	739

5.01.5	Induktionsschutz . . . . .	741
5.01.6	Freiluftkabel . . . . .	742
5.02	Kabel . . . . .	742
5.02.1	Allgemeines . . . . .	742
5.02.2	Arten und Typen . . . . .	742
5.02.3	Elektrische Werte, Pupinisierung . . . . .	745
5.02.4	Einführungsarten von Streckenfernmeldekabeln . . . . .	749
5.02.5	Kabel von elektrifizierten Strecken . . . . .	750
5.02.6	Verlegung von Kabeln . . . . .	750
5.02.7	Koaxialkabel . . . . .	752
5.03	Richtfunkanlagen . . . . .	752
5.03.1	Allgemeines . . . . .	752
5.03.2	UKW-Richtfunkanlagen . . . . .	754
5.03.3	Sender . . . . .	756
5.03.4	Empfänger . . . . .	756
5.03.5	Weichen . . . . .	756
5.03.6	Richtantennen . . . . .	756
5.03.7	Planung . . . . .	757
5.04	Trägerfrequenzeinrichtungen . . . . .	758
5.04.1	Allgemeines . . . . .	758
5.04.2	Typen und Frequenzschema der bei der DB eingesetzten Trägerfrequenzsysteme . . . . .	759
5.04.3	Das Trägerfrequenzsystem Z 12 . . . . .	760
5.04.4	Planungswerte . . . . .	760
5.04.5	Das Trägerfrequenzsystem V 300 für Zwergkoaxialleiter . . . . .	760
5.05	Fernsprecheinrichtungen für Ortsbatterie- (OB) und Zentralbatteriebetrieb (ZB) . . . . .	760
5.05.1	Allgemeines . . . . .	760
5.05.2	Arten der OB-Verbindungen . . . . .	761
5.05.3	Fernsprecher und Zusatzeinrichtungen . . . . .	763
5.05.4	Fernsprechbuden und -kästen . . . . .	763
5.05.5	Rufausscheider und Ruferneuerung . . . . .	764
5.05.6	OB-Bezirksverbindungen mit Wahlzusatz . . . . .	765
5.05.7	OB-Befehls- und Vermittlungseinrichtungen . . . . .	765
5.06	Lautsprecheranlagen . . . . .	765
5.06.1	Aufgaben . . . . .	765
5.06.2	Grundsätzlicher Aufbau . . . . .	766
5.06.3	Wechselgerichtete Lautsprecher-Anlagen (WL-Anlagen) . . . . .	768
5.06.4	Einfachgerichtete Lautsprecher-Anlagen (EL-Anlagen) . . . . .	772
5.06.5	Einfachgerichtete Lautsprecher-Anlagen mit Rücksprechmöglichkeit (ELR-Anlagen) . . . . .	776

5.07	Drahtlose Fernsprechanlagen für Betrieb, Bau und Unterhaltung . . .	776
5.07.1	Allgemeines . . . . .	776
5.07.2	Wichtige Begriffe und technische Daten . . . . .	777
5.07.3	Sender und Empfänger . . . . .	779
5.07.4	Antenne . . . . .	779
5.07.5	Zusatzeinrichtungen zum tragbaren Funkfernsprecher . . . .	780
5.07.6	Anwendungen . . . . .	780
5.08	Selbstwählfernsprechanlagen (Basa) . . . . .	793
5.08.1	Allgemeines . . . . .	793
5.08.2	Wähler . . . . .	795
5.08.3	Basa-Bauarten . . . . .	799
5.08.4	Netzgruppenbildung . . . . .	800
5.08.5	Fernwähleinrichtungen . . . . .	802
5.08.6	Sondereinrichtungen . . . . .	803
5.09	Sonstige Selbstwählfernsprecheinrichtungen . . . . .	805
5.09.1	Wahl-Bezirksverbindungen . . . . .	805
5.09.2	Wahl-Befehlsverbindungen . . . . .	805
5.09.3	Mehrfach-Fernsprecheinrichtungen . . . . .	807
5.10	Fernschreibanlagen . . . . .	808
5.10.1	Blattschreiber . . . . .	808
5.10.2	Arten der Fernschreibübertragung . . . . .	811
5.10.3	Aufbau des Fernschreibnetzes . . . . .	813
5.10.4	Fernschreibwählanlagen und Sammelschaltungen . . . . .	814
5.10.5	Fernschreibhandvermittlungen . . . . .	814
5.10.6	Sonderfernschreibeinrichtungen . . . . .	815
5.10.7	Hellschreiber . . . . .	816
5.10.8	Hellschreiberverbindungen . . . . .	816
5.11	Meldeanlagen . . . . .	817
5.11.1	Notrufanlagen . . . . .	817
5.11.2	Alarmanlagen . . . . .	818
5.11.3	Luftwarndienstanlagen . . . . .	818
5.11.4	Zuglaufanzeiger . . . . .	820
5.11.5	Zugvormeldeanlagen . . . . .	823
5.11.6	Rottenwarnanlagen . . . . .	823
5.12	Zeitdienstanlagen . . . . .	827
5.12.1	Prinzip der elektrischen Uhrenanlagen . . . . .	827
5.12.2	Hauptuhren . . . . .	828
5.12.3	Gleichlaufhaltung von Hauptuhren . . . . .	829
5.12.4	Nebenuhren . . . . .	831
5.12.5	Fernsteuerung von Nebenuhren . . . . .	833
5.12.6	Uhren mit Aufzug . . . . .	835

5.13	Stromversorgungsanlagen . . . . .	835
5.13.1	Nennspannungen . . . . .	835
5.13.2	Arten der Stromversorgung . . . . .	836
5.13.3	Trockenelemente . . . . .	837
5.13.4	Akkumulatoren . . . . .	838
5.13.5	Gleichrichtergeräte . . . . .	840
5.13.6	Netzersatzanlagen . . . . .	841
5.14	Datenverarbeitende Anlagen . . . . .	842

## 6. Hilfswissenschaften

6.1	Hinweise zur Statik, zur Festigkeitslehre und zum Erddruck . . . . .	847
6.1.1	Statik . . . . .	847
6.1.2	Festigkeitslehre . . . . .	852
6.1.3	Erddruck auf Wände . . . . .	854
6.1.4	Zeichen für Festigkeitsberechnungen . . . . .	856
6.2	Lastannahmen für Bauten . . . . .	858
6.2.1	Bau- und Lagerstoffe . . . . .	858
6.2.2	Bodenarten und Schüttgüter . . . . .	861
6.2.3	Eigengewichte von Bauteilen . . . . .	865
6.2.4	Verkehrslasten . . . . .	868
6.2.5	Windlast . . . . .	872
6.2.6	Schneelast . . . . .	878
6.3	Mathematik und Geometrie . . . . .	879
6.3.01	Zahlentafeln . . . . .	879
6.3.01.1	Potenzen, Wurzeln, natürliche Logarithmen, reziproke Werte, Kreisumfänge und Kreisflächen . . . . .	879
6.3.01.2	Kreisfunktionen (Goniometrische Tafeln) . . . . .	899
6.3.01.3	Bogenlängen, Bogenhöhen, Sehnenlängen und Kreisabschnitte für den Halbmesser 1 . . . . .	903
6.3.01.4	Wichtige Zahlenwerte . . . . .	907
6.3.02	Potenzen, Wurzeln und Logarithmen . . . . .	907
6.3.03	Gleichungen . . . . .	908
6.3.04	Kreisfunktionen . . . . .	909
6.3.05	Ebene Dreiecke . . . . .	911
6.3.06	Analytische Geometrie der Ebene . . . . .	913
6.3.07	Konstruktion von Ellipse und Parabel . . . . .	915
6.3.08	Der Rechenschieber . . . . .	917
6.3.09	Inhalte von ebenen Flächen und von Körpern . . . . .	922
6.3.10	Schwerpunktlagen . . . . .	932
6.3.11	Mathematische Zeichen . . . . .	935
6.4	Technisch bemerkenswerte Angaben . . . . .	936
6.4.01	Technische Grundgrößen und Maßeinheiten . . . . .	936



6.4.02	Spezifische Gewichte fester Körper . . . . .	941
6.4.03	Spezifische Gewichte von Flüssigkeiten . . . . .	942
6.4.04	Raumeinheitengewichte und Schüttvolumen fester Körper . . .	943
6.4.05	Wärmeleitahlen . . . . .	945
6.4.06	Thermische Längenausdehnung fester Körper . . . . .	947
6.4.07	Raumausdehnungszahl einiger Flüssigkeiten . . . . .	948
6.4.08	Heizwerte von Brennstoffen . . . . .	948
6.4.09	Zeichenblattgrößen und Maßstäbe . . . . .	950
6.4.10	Faltung von Zeichnungen . . . . .	951
6.4.11	Griechisches Alphabet und römische Ziffern . . . . .	952
6.4.12	Verwandlung von engl. Fuß und Zoll in Millimeter . . . . .	952
6.4.13	Verwandlung von engl. 16tel Zoll in Millimeter . . . . .	953
6.4.14	Einheiten (Kurzzeichen) . . . . .	955
6.4.15	Übersicht der wichtigsten Bundesbahn-Güterwagen . . . . .	956
6.4.16	Bemerkenswerte Zahlen von der Deutschen Bundesbahn . . .	958
	Verzeichnis der Abkürzungen . . . . .	960
	Sachverzeichnis . . . . .	961