

# GRUNDKURS MECHANIKER FÜR DIE INSTANDHALTUNG VON SCHIENENFAHRZEUGEN



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



**High-Speed TrainING**

**Juni 2024**

## Inhalt

1.1	Historische Entwicklung der Eisenbahnsysteme in der Welt .....	9
1.2	Organisationen, die bei der Eisenbahn in der Welt führend sind .....	9
1.2.1	Agentur der Europäischen Union für die Eisenbahnen (ERA) .....	9
1.2.2	NB-Schiene .....	10
1.2.3	OTIF.....	10
1.2.4	UIC .....	11
1.2.5	CER.....	11
1.2.6	UNIFE .....	11
1.2.7	IRIS.....	11
2.	Arbeitssicherheit bei den Eisenbahnen.....	12
2.1	Pflichten und Verantwortlichkeiten im Bereich OHS (Occupational Health and Safety) .....	12
2.1.1	Sichtbare (direkte) Schäden: .....	14
2.1.2	Unsichtbare (indirekte) Schäden:.....	15
3.	Sicherheitskultur im Eisenbahnwesen .....	15
3.1	Geschichte des Sicherheitskonzepts .....	15
3.2	Sicherheitskonzept im Eisenbahnwesen .....	15
3.3	Annäherungen an Unfälle.....	16
3.3.1	Domino-Theorie .....	16
3.3.2	Heinrichs Unfallpyramide .....	17
3.3.3	Modell der mehrfachen Verursachung .....	18
3.3.4	Theorie der menschlichen Faktoren.....	18
3.4	Sicherheitsmanagementsystem (SMS).....	18
3.4.1	Zweck des Sicherheitsmanagementsystems .....	19
3.4.2	Entwicklung von Sicherheitsmanagementsystemen.....	20
3.4.3	Sicherheitsmanagementsystem im Eisenbahnwesen .....	20
3.4.4	IMS-Anwendungen .....	20
3.4.5	IMS und Prozessansatz .....	22
3.5	SICHERHEITSKULTUR IM EISENBAHNVERKEHR .....	22
3.5.1	Sicherheitskultur.....	22
3.5.2	Unterschiede zwischen Sicherheitsklima und Sicherheitskultur.....	23
3.6	Das Modell der Sicherheitskultur von Reason .....	24
3.6.1	Gerechte Kultur .....	25
3.6.2	Kultur der Berichterstattung .....	26
3.6.3	Lernkultur .....	26
3.6.4	Flexible Kultur.....	27

3.7	ERA-Modell der Sicherheitskultur .....	27
3.7.1	Bausteine und Komponenten des europäischen Modells der Sicherheitskultur im Eisenbahnverkehr.....	28
3.7.2	Hauptschema des europäischen Modells der Sicherheitskultur im Eisenbahnverkehr	29
4.	GESCHICHTE DER SCHIENENFAHRZEUGE .....	31
5.	DEFINITIONEN VON FAHRZEUGEN DES EISENBAHNSYSTEMS .....	31
6.	ZÜGE.....	32
6.1	PERSONENZÜGE .....	32
6.2	GÜTERZÜGE.....	33
6.3	KARMA-ZÜGE.....	34
6.4	ANDERE ZÜGE.....	34
7.	ZUGMASCHINEN.....	34
7.1	LOCOMOTIVES.....	34
7.1.1	PERSONENZUGLOKOMOTIVEN .....	35
7.1.2	UNIVERSALLOKOMOTIVEN.....	36
7.1.3	GÜTERZUGLOKOMOTIVEN .....	36
7.1.4	NAHVERKEHRS- UND RANGIERLOKOMOTIVEN.....	36
7.1.5	MANÖVRIEREN VON LOKOMOTIVEN .....	36
8.	KLASSIFIZIERUNG VON ZUGFAHRZEUGEN .....	37
8.1	KLASSIFIZIERUNG NACH ENERGIEARTEN .....	37
8.1.1	DAMPFLOKOMOTIVEN .....	37
8.1.2	DIESELLOKOMOTIVEN .....	38
8.1.3	MIT ELEKTRISCHER ENERGIE BETRIEBENE LOKOMOTIVEN .....	39
8.2	KLASSIFIZIERUNG NACH ANTRIEBSSTRANG .....	42
8.3	KLASSIFIZIERUNG NACH DER ANORDNUNG DER RÄDER .....	43
8.3.1	DEFINITION DES ABSCHLEPPENS VON FAHRZEUGEN AUF RÄDERN .....	43
8.3.2	DEFINITION VON RADANORDNUNGEN BEI DREHGESTELL-ZUGMASCHINEN .....	44
9.	GEMEINSAME STRUKTUR DER FAHRZEUGE DES EISENBAHNSYSTEMS .....	45
9.1	GEMEINSAMKEITEN ZWISCHEN DEN MARSCHGRUPPEN .....	45
9.1.1	BOGIES (BOGIE) .....	45
9.2	GEMEINSAME MERKMALE NACH ANTRIEBSART.....	48
9.2.1	AUFBAU DER ANTRIEBSMASCHINE (FAHRGESTELL).....	49
9.2.2	BUMPERS.....	49
9.2.3	ZUGSYSTEM .....	50
9.2.4	KISTE (KAROSSERIE).....	52
9.2.5	FAHRERKABINE .....	53

10.	KOMPONENTEN, DIE IN SCHLEPPFAHRZEUGEN VERWENDET WERDEN .....	53
10.1	STROMVERSORGUNGSELEMENTE UND KOMPONENTEN .....	54
10.2	MOTOREN UND KOMPONENTEN FÜR DIESEL-ZUGMASCHINEN .....	54
10.2.1	STROMGENERATOREN IN DIESELTRIEBFahrZEUGEN.....	55
10.3	TRANSFORMATOREN UND KOMPONENTEN, DIE IN ELEKTRISCHEN SCHLEPPFAHRZEUGEN VERWENDET WERDEN.....	56
10.4	GEMEINSAME UND ÄHNLICHE KOMPONENTEN.....	57
10.5	CER MOTORS .....	57
10.5.1	KOLLEKTOR-GLEICHSTROMMOTOREN.....	58
10.5.2	WECHSELSTROM-KURZSCHLUSSKÄFIG-ASYNCHRON-FAHRMOTOREN .....	58
10.5.3	EINSATZ VON TRAKTIONSMOTOREN BEIM BREMSSEN .....	59
11.	GEMEINSAME ZUSATZKOMPONENTEN FÜR ZUGFAHRZEUGE .....	60
11.1	LUFTKOMPRESSOR .....	60
11.2	BATTERIE UND LADESCHALTUNG.....	61
11.3	KÜHLER FÜR FAHRMOTOREN.....	62
11.4	KÜHLUNG DER KOMPONENTEN DES STROMAUSTAUSCHERS (KONVERTERS).....	63
11.5	ZUSATZKOMPONENTEN FÜR ELEKTRISCHE ZUGFAHRZEUGE .....	63
11.5.1	STROMEMPFÄNGER .....	63
11.5.2	SCHIENENRÜCKSTROM- UND ERDUNGSANLAGEN .....	64
11.5.3	HAUPTSTROMKREISUNTERBRECHER (SCHNELLER STROMKREISUNTERBRECHER).....	65
11.5.4	ERDUNGSKÜSTER .....	65
11.5.5	PHASENWANDLER (STROMWANDLER) .....	66
11.5.6	ANDERE KOMPONENTEN .....	66
11.6	HEIZUNG-LÜFTUNG-KÜHLUNG-SYSTEME (HVAC).....	68
11.6.1	INDIKATOREN .....	69
11.6.2	BELEUCHTETE UND AKUSTISCHE WARNHINWEISE .....	70
11.6.3	KONTROLLE.....	70
11.6.4	GESCHWINDIGKEITSSENSOREN.....	71
11.6.5	LADUNGSSENSOREN.....	72
11.6.6	SCHUTZ- UND SICHERHEITSSYSTEME .....	72
12.	ECM-Verordnung.....	74
12.1	Prozesse der Zertifizierung.....	75
12.2	Bescheinigung über die Erbringung von Wartungsleistungen .....	75
12.3	ECM-Zertifizierung.....	76
13.	Definitionen von internationalen Abkommen .....	77
13.1	UIC .....	77

13.2	RIC.....	77
13.3	COTIF .....	77
13.4	OTIF .....	77
13.5	GCU.....	77
13.6	RID .....	77
13.7	TSI .....	77
13.8	YVBK .....	78
14.	Waggontypen .....	78
14.1	Klassifizierung der Wagen .....	78
14.2	Personenkraftwagentypen.....	78
14.3	Güterwagentypen.....	79
15.	Waggon Hauptteile.....	79
15.1	Fahrgestell .....	79
15.2	Safe (Truhe) .....	79
15.3	Radsatz .....	79
15.3.1	Achslager .....	80
15.3.2	Radsatzlager .....	81
15.4	Anordnung der Räder.....	81
15.4.1	Achswagen.....	81
15.4.1.1	Achsgabel (plakdögard).....	82
15.4.2	Drehgestellwaggons .....	83
16.	Entgleiste Waggons .....	84
17.	PNEUMATIK- UND BREMSKENNTNISSE .....	84
17.1	Vorteile des pneumatischen Systems .....	85
17.2	Nachteile des pneumatischen Systems.....	85
17.3	Anwendungsbereiche des pneumatischen Systems .....	86
17.4	Allgemeine Hauptteile eines pneumatischen Systems .....	86
18.	BREMSEN IN SCHIENENFAHRZEUGEN.....	86
18.1	Allgemeine Bremse.....	86
18.2	Bremsen-Typen .....	87
18.3	Hilfsbremsen.....	87
18.3.1	Dynamische Bremse .....	87
18.3.2	Hydrodynamische Bremse.....	88
18.3.3	Magnetische Bremsen.....	88
18.3.4	Susta Loaded Feststellbremse .....	88
18.3.5	Handbremse .....	89

18.3.6	Druckluft-Bremsen .....	89
18.3.7	Direkt wirkende Druckluftbremse .....	89
18.3.8	Indirekt wirkende Druckluftbremse : .....	90
18.3.9	Druckluftbremsen nach dem Reibungseffekt.....	92
18.3.10	Definitionen der Druckluftbremstechnik .....	92
18.3.11	Vergleich von Belägen und Bremsbelägen .....	93
19.	BREMSANLAGEN UND PNEUMATISCHE SYSTEME FÜR GEZOGENE FAHRZEUGE .....	94
19.1	Bestandteile des Bremssystems von Güterwagen .....	94
19.1.1	Pneumatische Teile .....	94
19.1.2	Bremszylinder:.....	95
19.1.3	Luftabsperrhähne (Akerman-Hähne) .....	96
19.1.4	Reinigungsmittel.....	96
19.1.5	Luftschläuche.....	97
19.1.6	Auf-Zu-Schaltgruppe.....	98
19.1.7	Hilfslufttank (Import).....	98
19.1.8	Staubsaugerbeutel .....	98
19.1.9	Bremssysteme und Dreifachventile .....	99
19.1.10	Mechanische Teile.....	99
19.1.11	Sabos .....	99
19.1.12	Bremsstangen.....	100
19.1.13	Handbremsen .....	101
19.1.14	Lastwechselbox und Leer-Voll-Griffe .....	101
19.1.15	Leer-Volllast-Wechselhebel.....	102
19.1.16	Last-Passagier (G-P)-Schaltbügel .....	102
19.1.17	Verbindung der Leer-Volllast-Umschalteneinheit mit der Fracht-Passagier-Wagen- Umschalteneinheit (B-D/G-P-Umschalteneinheit) .....	103
19.1.18	Bremsen-Regler .....	103
19.1.19	Waggons mit automatischem Vollerleerungssystem.....	103
19.2	Y25 Drehgestell mit integriertem Kompaktbremssystem .....	108
20.	BREMSENFEHLER.....	112
20.1	Fehlfunktionen der Wagenbremse .....	112
20.2	Bei Störungen zu beachtende Verfahren .....	113
20.3	Suche nach der Ursache des Scheiterns.....	113
20.4	In einem Waggon auftretende Fehler .....	113
20.4.1	Wenn die Bremse eines Wagens nicht hält oder sich spontan löst; .....	114
20.4.2	Wenn sich die Bremsen eines Wagens nicht lösen lassen; .....	114

20.4.3	Ausfall von mehreren Waggons .....	114
20.4.4	Luftlecks.....	116
21.	BREMSEFAHRUNG UNTER BETRIEBSBEDINGUNGEN.....	116
21.1	Vollbremsung erleben .....	116
21.1.1	Wie es gemacht wird:.....	117
21.2	Einfaches Bremsenerlebnis .....	117
21.3	Bei Bremsfahrten zu berücksichtigende Aspekte .....	118
22.	Literaturverzeichnis.....	118

#### ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 3.1	Unfallverursachende Faktoren (Heinrich, 1959).....	17
Abbildung 3.2	Heinrichs Unfallpyramide (Cooper M., 2000) .....	17
Abbildung 3.3	Frank Bird Jr. Unfallpyramide (Pişkin & Dalyan, 2020) .....	18
Abbildung 3.4	Multiagententheorie (Hosseinian & Torghabeh, 2012).....	18
Abbildung 3.5	Organisatorische Elemente des IMS (DGCA, 2012).....	19
Abbildung 3.6	Typische Dokumentationsstruktur von IMS (ERA, 2022).....	21
Abbildung 3.7	Grundlegende Anwendungsprinzipien und Komponenten des IMS (TCDD Tasimacilik AS Corporate Safety Management Department, 2022).....	22
Abbildung 3.8	Umfang der Sicherheitskultur (Misnan, 2007).....	23
Abbildung 3.9	Modell zur Konzeptualisierung des Sicherheitsklimas (Zohar, Conceptualisation, measurement, and improvement, 2014).....	24
Abbildung 3.10	Unterschiede zwischen Sicherheitskultur und Sicherheitsklima (Türkische Eisenbahnakademie-TCDD, 2020) .....	24
Abbildung 3.11	Elemente der Sicherheitskultur (Reason, 1997) .....	25
Abbildung 3.12	Das Eisbergmodell von Stanley Herman (French & Bell, 1984) .....	28
Abbildung 3.13	Hauptschema des europäischen Modells der Sicherheitskultur im Eisenbahnverkehr (Eisenbahnagentur der Europäischen Union, 2020) .....	30
Abbildung 4.1	Beispiele für die ersten Dampflokomotiven .....	31
Abbildung 6.1	Ein Personenzug.....	33
Abbildung 7.1	Siemens Hochgeschwindigkeitszug der Serie Velaro D in der Türkei .....	36
Abbildung 8.1	Eine Dampflokomotive.....	38
Abbildung 8.2	Eine dieselelektrische Lokomotive des Typs DE 22000.....	39
Abbildung 8.3	Eine Elektrolokomotive des Typs E 68000 .....	41
Abbildung 8.4	Ein elektrischer Triebzug des Typs E 23000 .....	41
Abbildung 8.5	Eine Lokomotive vom Typ DH 7000 mit 3 Achsen .....	44
Abbildung 8.6	Eine E 43000-Lokomotive mit BoBoBo-Drehgestellanordnung .....	45
Abbildung 9.1	Ein Drehgestell vom Typ Y32.....	47
Abbildung 9.2	Puffer der Lokomotive vom Typ DE 11000 .....	50
Abbildung 9.3	Hakengriff-Gurtzeug.....	51
Abbildung 9.4	Halbautomatisches Gurtzeug.....	51
Abbildung 9.5	Vollautomatisches Gurtzeug.....	52

Abbildung 11.1 Stromabnehmer .....	64
Abbildung 11.2 Anzeigen auf dem Fahrpult der Lokomotive DE 24000 .....	70
Abbildung 13.1 Eine Werkstatt zur Instandhaltung und Reparatur von Güterwagen im Rahmen der Instandhaltungsversorgung.....	76
Abbildung 13.2 Phasen des ECM-Zertifizierungsprozesses.....	77
Abbildung 17.1 Radsatz .....	80
Abbildung 17.2 Wagenradsatz Typ TVS 2000.....	80
Abbildung 17.3 Achslager und Achslagergehäuse (Deckel entfernt) .....	81
Abbildung 17.4 Radverbindungen eines Achswagens.....	81
Abbildung 17.5 Verbindungen eines Achswagens .....	82
Abbildung 24.1 Aid Bremsenmontage .....	97
Abbildung 24.2 Schematische Darstellung des Bremssystems KE-GP-A-2X16" auf Drehgestell-Containerwagen .....	104
Abbildung 24.3 Gewichtsventil (Sensor) .....	104
Abbildung 24.4 Gewichtsventile.....	105
Abbildung 24.5 Triblvalve und montiertes Lastrelaisventil.....	106
Abbildung 24.6 Triblvalve und montiertes Lastrelaisventil.....	107
Abbildung 24.7 Beispielhafte Beschriftung des Wagens.....	107
Abbildung 24.8 Beispielhafte Beschriftung des Wagens.....	108
Abbildung 24.9 BFCBBremsanlage .....	108
Abbildung 24.10 CFCB-Bremsleuchte - Kompakt-Güterwagen-Bremsleuchte .....	109
Abbildung 24.11 Konventionelles Y 25 Drehgestell	
Abbildung 24.12 BFCBY 25 Drehgestell.....	110

**Zusammenfassung**

Das Ziel dieser Schulung und dieses Kurses ist es, sicherzustellen, dass das Personal, das für die Wartung und Reparatur von Schienenfahrzeugen zuständig ist, eine angemessene Fachausbildung erhält. Vermittlung grundlegender Eisenbahnbegriffe an das Personal, das die Wartung und Reparatur von Eisenbahnfahrzeugen durchführt, Sensibilisierung für die Sicherheit im Eisenbahnverkehr, Sensibilisierung für Sicherheit und Gesundheitsschutz im Eisenbahnverkehr, Eisenbahninfrastruktur, Oberbau, eisenbahnspezifische Rechtsvorschriften und internationale Organisationen, abgeschleppte und gezogene Eisenbahnfahrzeuge.

# ***ABSCHNITT 1 ALLGEMEINE INFORMATIONEN ÜBER DIE EISENBAHN***

## **1 Struktur des Eisenbahnsektors**

### ***1.1 Historische Entwicklung der Eisenbahnsysteme in der Welt***

Die Französische Revolution brachte die industrielle Revolution mit sich, und als natürliche Folge davon stieg die Produktion durch die Fabrikation, die Deckung des Rohstoffbedarfs und die Vermarktung der gefertigten und halbgefertigten Produkte machten den Transport zwingend erforderlich. Mit der Erfindung der Dampfmaschine wurde der Transport leicht, billig und einfach. 1769 erprobten der Franzose Nicolas Cugnot und 1786 der Engländer William Murdock die Dampfkraft im Straßenverkehr, und 1801 versuchte Richard Trevithick die dampfgetriebene Lokomotive auf der Eisenbahn. Die Entwicklung der Eisenbahn wurde jedoch dadurch verhindert, dass die verwendeten Eisenschienen unter dem Gewicht der Lokomotive leicht zerbrachen und das für den Bau der Lokomotive verwendete Material nicht haltbar war.

Die wichtigste Entwicklung in diesem Bereich wurde von George Stephenson durchgeführt. Stephenson gelang es, robustere Schienen und Lokomotiven zu bauen, und im Anschluss daran errichtete er die Strecke, die das Bergwerk von Darlington mit dem Hafen verbindet. Dieser Erfolg erweckte in England großes Interesse, und nach dem Bau der Lokomotive namens "Roket" im Jahr 1829 wurde Stephenson angeboten, die Strecke Liverpool - Manchester zu bauen. Diese Entwicklungen beunruhigten die Besitzer von Pferdekutschen, die Schifffahrt und die Landbesitzer, durch die die Strecke führen sollte, und trotz aller Hindernisse dieser Gruppen wurde die Strecke Liverpool - Manchester am 15. September 1830 in Betrieb genommen. In den folgenden Jahren ist zu beobachten, dass auch andere westliche Staaten in den Eisenbahnbau einbezogen wurden. In Frankreich wurde 1832 die erste Eisenbahnlinie zwischen St. Etienne-Lyon gebaut, in Deutschland 1835 zwischen Nürnberg-Fürth und in Belgien 1835 zwischen Brüssel-Malines. Im Jahr 1852 gab es in England nur drei Städte, die nicht von der Eisenbahn erreicht wurden. Im 19. Jahrhundert begann die Welt mit Hilfe der Eisenbahn zu schrumpfen, und jeder erreichte Punkt wurde zu einem Element, das die Entwicklung der Industrialisierung ermöglichte. Die entwickelten Länder begannen mit dem Bau von Eisenbahnen sowohl in ihren eigenen Ländern als auch in den Ländern der so genannten Dritten Welt (die damals noch Kolonien oder Unterkolonien waren). Das Land, das die Eisenbahn baute, ermöglichte es, selbst die entlegensten Punkte des Landes mit der eigenen Hauptstadt zu verbinden. Obwohl für unterschiedliche Zwecke gebaut, haben sich die Eisenbahnen rasch über die ganze Welt verbreitet. Die Länge der weltweiten Eisenbahnstrecken, die 1850 38 600 km betrug, erreichte 1860 108 000 km, 1870 209 000 km, 1880 372 500 km, 1890 612 200 km, 1905 860 000 km und 1913 1 110 000 km (Megap 2011).

### ***1.2 Organisationen, die bei der Eisenbahn in der Welt führend sind***

#### ***1.2.1 Agentur der Europäischen Union für die Eisenbahnen (ERA)***

Gemäß der Richtlinie 2016/796/EU ist das IOD-Programm Eigentum der ERA. Die ERA ist die rechtliche Behörde, die für das EU-Eisenbahnsystem in jedem Mitgliedstaat zuständig ist und die Erweiterung der EU und die spezifischen Einschränkungen der Eisenbahnverbindungen mit Ländern außerhalb Europas berücksichtigt.

### **1.2.2 NB-Schiene**

Die Koordinierungsgruppe NB-Rail wurde für benannte Stellen, die im Rahmen der IOD tätig sind, gemäß Artikel 44 der Richtlinie 2016/797/EU eingerichtet.

Hauptziel der Koordinierungsgruppe NB-Rail ist die Erörterung von Fragen im Zusammenhang mit der Umsetzung der TSI, der Anwendung von Konformitätsbewertungsmethoden oder deren Konformität mit Interoperabilitätskomponenten und dem Nachweis von Teilsystemen. Diese Fragen werden von benannten Stellen, Herstellern von Eisenbahnprodukten, Eisenbahnunternehmen (EVU), Infrastrukturbetreibern (IB) oder nationalen Sicherheitsbehörden (NSA) definiert.

Als Ergebnis dieser Diskussionen veröffentlicht NB-Rail Empfehlungen, Leitlinien, Arbeitspapiere und Antworten auf häufig gestellte Fragen, um sicherzustellen, dass die bestehenden technischen Anforderungen des IOD-Programms auf die gleiche Weise angewendet werden. Wenn diese Diskussionen darauf hindeuten, dass die bestehenden technischen Anforderungen, die im Rahmen des rechtlichen Geltungsbereichs angewendet werden, von der Europäischen Kommission erneuert oder verbessert werden sollten, informiert sie die Europäische Kommission.

Um die festgelegten Aufgaben zu erfüllen, führt NB-Rail drei Arten von Sitzungen durch:

- a. Allgemeine Versammlungen
- b. Strategiesitzungen
- c. Untergruppensitzungen für INF, ENE, RST und CCS

In Übereinstimmung mit dem IOD-Programm sind alle benannten Stellen verpflichtet, direkt oder indirekt an den Sitzungen von NB-Rail teilzunehmen und als Mindestvoraussetzung die Empfehlungen, Leitlinien und Arbeitsberichte von NB-Rail umzusetzen.

Die förmlichen Arbeitsregeln der Koordinierungsgruppe NB-Eisenbahn wurden vom Ausschuss für Eisenbahninteroperabilität und -sicherheit (RISC 77) am 9. November 2016 genehmigt.

### **1.2.3 OTIF**

Die Zwischenstaatliche Organisation für den internationalen Eisenbahnverkehr (Organisation intergouvernementale pour les Transports Internationaux Ferroviaires [französisch]; OTIF) regelt den internationalen Eisenbahnverkehr. Die OTIF wurde am 1. Mai 1985 durch das Übereinkommen über den internationalen Eisenbahnverkehr (COTIF) gegründet. Die Vorgängerin der OTIF war das 1893 gegründete Zentralamt für den internationalen Eisenbahnverkehr (OCTI).

Die Aufgabe der OTIF ist es, den internationalen Eisenbahnverkehr zu fördern, zu entwickeln und zu erleichtern. Die OTIF hat drei Haupttätigkeitsbereiche: gegenseitige technische Interoperabilität, Gefahrgut und Eisenbahnvertragsrecht.

Die OTIF entwickelt gemeinsame rechtliche Regelungen für

- Verträge über die Beförderung von Personen und Gütern
- Zusatzausrüstungen für Transportverträge, z. B. für die Nutzung von Waggons oder für Infrastrukturverträge
- Vorschriften für die Beförderung gefährlicher Güter (gilt für die Richtlinie 2008/68/EG)
- Technische Anforderungen und technische Zulassungsverfahren für Fahrzeuge.

Die OTIF veröffentlicht ETV (Einheitliche Technische Vorschriften). Dabei handelt es sich um technische Spezifikationen, die zur Maximierung der Interoperabilität verfasst wurden und auf den

Grundsätzen, Zielen und Verfahren des COTIF für den Bau und Betrieb von Eisenbahnausrüstungen beruhen.

Die Türkei ist Mitglied der OTIF.

#### **1.2.4 UIC**

Der Internationale Eisenbahnverband (Union Internationale des Chemins de fer [französisch] UIC) ist der 1922 gegründete Berufs- und Fachverband der internationalen Eisenbahnverkehrsindustrie. Die UIC bringt Eisenbahnunternehmen zusammen, um den Bau und den Betrieb von Eisenbahnen zu harmonisieren und die entsprechenden Bedingungen zu entwickeln. Die Klassifizierungs- und Ländercodes der UIC identifizieren die Fähigkeiten und den Besitz von rollendem Material und weisen jedem Fahrzeug eine eigene eindeutige UIC-Nummer\* zu, um die Wiedererkennung zu ermöglichen (\*jetzt European Vehicle Number (EVN) genannt).

Als Vorläufer der Interoperabilität definieren die UIC-Codes (oder Slips) technische Lösungen für die Standardisierung von Eisenbahnmaterial zwischen Ländern. Diese sind heute als Internationale Eisenbahnlösung (IRS) bekannt. Bei den ersten Kopien der TSI im Rahmen der IOD wurden die UIC-Codes teilweise zur Schaffung neuer Normen verwendet.

Die UIC setzt sich weiterhin für einen universellen Schienenverkehr ein, bemüht sich um die Entwicklung und Erleichterung aller Formen der internationalen Zusammenarbeit, tauscht bewährte Verfahren aus und fördert die Interoperabilität, entwickelt und veröffentlicht Lösungen (IRS) zu Fragen im Zusammenhang mit Eisenbahnsystemen.

#### **1.2.5 CER**

In der Gemeinschaft der Europäischen Bahnen und Infrastrukturgesellschaften (CER) sind fast 70 Eisenbahnunternehmen (EVU), ihre nationalen Verbände, Infrastrukturbetreiber (IB) und Autovermieter zusammengeschlossen. Angesichts wichtiger politischer Entwicklungen im Verkehrssektor wurde die CER 1988 als unabhängiger Zweig der UIC gegründet, um eine starke Verbindung zwischen Eisenbahnunternehmen und europäischen Eisenbahninstitutionen zu schaffen.

Die CER hat die Aufgabe, die Interessen ihrer Mitglieder auf dem Gebiet der europäischen Politik zu vertreten und insbesondere die Schaffung eines verbesserten kommerziellen und rechtlichen Umfelds für die europäischen Eisenbahnunternehmen und Eisenbahninfrastrukturunternehmen zu unterstützen.

#### **1.2.6 UNIFE**

UNIFE, der Verband der europäischen Eisenbahn-Zulieferindustrie (Union des Industries Ferroviaires Européennes [französisch]), vertritt mehr als 100 der führenden europäischen Zulieferer der Eisenbahnindustrie, von KMU bis zu international anerkannten Unternehmen. Diese Zulieferer sind an der Planung, Herstellung, Instandhaltung und Erneuerung von Schienenverkehrssystemen, Teilsystemen, rollendem Material, Infrastruktur und Ausrüstungen wie Signalanlagen beteiligt. UNIFE wurde 1991 durch den Zusammenschluss von drei verschiedenen Organisationen gegründet, die die Interessen ihrer Mitglieder auf europäischer und internationaler Ebene schützen und sich aktiv für die weltweite Förderung von Eisenbahnausrüstungen und -normen einsetzen.

UNIFE unterstützt die Entwicklung von Interoperabilitätsstandards und die Koordinierung von EU-finanzierten technischen Forschungsprojekten, die zur Harmonisierung der Eisenbahnsysteme beitragen.

#### **1.2.7 IRIS**

Der International Railway Industry Standard (IRIS) wurde von der UNIFE seit 2005 als universeller Zertifizierungsstandard für Organisationen entwickelt, die als Zulieferer für die Eisenbahnindustrie tätig sind. Der IRIS-Zertifizierungsstandard nimmt sich die ähnlichen Standards der

Luft- und Raumfahrt- sowie der Automobilindustrie zum Vorbild und soll verhindern, dass Unternehmen mehrfachen Managementsystem-Audits ausgesetzt sind.

Die betreffende Norm trägt die Bezeichnung ISO/TS 22163:2017, definiert die Anforderungen an Managementsysteme von Eisenbahnorganisationen und basiert auf der ISO 9001:2015. Es handelt sich um eine Norm, die benannte Stellen, die im Rahmen der IOD arbeiten, kennen sollten, wenn sie Zertifizierungen anhand von auf Qualitätsmanagementsystemen basierenden Produktionsbewertungsmodulen vornehmen.

## **2. Arbeitssicherheit im Eisenbahnwesen**

### **2.1 *Pflichten und Verantwortlichkeiten im Bereich OHS (Occupational Health and Safety)***

Arbeitnehmer, Arbeitgeber und der Staat haben Pflichten und Verantwortung in Bezug auf die Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz, um Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten zu verhindern.

Arbeitnehmer: Da seine eigene Gesundheit in Frage gestellt ist, wird die Selbstausbildung in Bezug auf Wissen und Fähigkeiten im Zusammenhang mit seinem Beruf und die Einhaltung der Sicherheitsvorschriften am Arbeitsplatz sowohl die Gesundheit des Arbeitnehmers schützen als auch verhindern, dass er finanziell zur Verantwortung gezogen wird. Untersuchungen zeigen, dass 80-90 % der Arbeitsunfälle auf Fehler der Arbeitnehmer und die Nichteinhaltung von Vorschriften zurückzuführen sind.

Die Rechte, Pflichten und Verantwortlichkeiten der Arbeitnehmer lassen sich unter den folgenden Überschriften zusammenfassen.

"Richtige" Verwendung von Werkzeugen und Material.

Sich um die Gesundheit von sich selbst und anderen kümmern.

Einhaltung der Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften.

Benachrichtigung der zuständigen Personen über Gefahrensituationen.

Meldung von Krankheiten und Unfällen an die zuständigen Personen.

Recht auf Wissen und Recht auf Information.

Arbeitgeber: Die Eigentümer des Arbeitsplatzes sind verpflichtet, Bedingungen zu schaffen, die den Merkmalen der von den Arbeitnehmern verrichteten Arbeit entsprechen, die Ausbildung zu gewährleisten, die die Arbeitnehmer nicht aus eigener Kraft erhalten können, und die Verpflichtungen zu erfüllen, die ihnen durch die Gesetze zum Schutz der Arbeitnehmer und der Umwelt auferlegt werden. 10 - 20 Prozent der Arbeitsunfälle sind auf Managementfehler zurückzuführen. (TCDD Tasimacilik Publications, 2016)

Die Rechte, Pflichten und Verantwortlichkeiten der Arbeitgeber lassen sich unter folgenden Überschriften zusammenfassen

Gesundheits- und Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.

Schulung der Mitarbeiter.

- Vorkehrungen über Risiken und Schutz am Arbeitsplatz zu treffen.
- Durchführung allgemeiner Gesundheits- und Sicherheitsschulungen.
- Aufbau einer Organisation für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz.
- Einsetzung eines Ausschusses für Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz.
- Einrichtung eines Referats für Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz.  
mit dem Arbeitsmediziner zusammenzuarbeiten.
- Zusammenarbeit mit der Fachkraft für Arbeitssicherheit.
- Überwachung und Umsetzung von Innovationen und Entwicklungen.

Staat Der Staat hat in der Arbeitswelt eine sanktionierende Funktion, seine Macht beruht auf Gesetzen. Alle Beteiligten sind verpflichtet, die einschlägigen Bestimmungen unserer Verfassung sowie die auf ihrer Grundlage erlassenen Gesetze und Verordnungen einzuhalten. Neben der staatlichen Durchsetzung der gesetzlichen Verpflichtungen ist das Arbeitsministerium auch für die Regulierung, Lenkung und Erziehung des Arbeitslebens zuständig. In der Wirtschaft und im Arbeitsleben führt die Zusammenarbeit der zuständigen Organisationen sowohl in Bezug auf den Arbeitsfrieden als auch auf die Arbeitssicherheit zu positiven Ergebnissen.

Die Rechte, Pflichten und Verantwortlichkeiten des Staates lassen sich unter den folgenden Überschriften zusammenfassen.

- Sicherung des Arbeitsfriedens.
- Vorbereitung der einschlägigen Rechtsvorschriften.
- Unterstützung der freiwilligen Teilnahme.
- Durchführung eines Audits.
- Bereitstellung von Bildungsmöglichkeiten.
- Bereitstellung von technischer Unterstützung.
- Beratung
- Rechtsfolgen von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten

Arbeitsunfälle fordern das Leben vieler Arbeitnehmer sowohl in der Welt als auch in unserem Land. Nach Angaben der Internationalen Arbeitsorganisation verlieren weltweit jeden Tag etwa 300 Arbeitnehmer ihr Leben durch Arbeitsunfälle. In unserem Land ist die Situation nicht anders: Jeden Tag verlieren etwa 4 Arbeitnehmer durch Arbeitsunfälle ihr Leben, und 6 Arbeitnehmer werden dauerhaft arbeitsunfähig (behindert).

Nach den statistischen Daten des Ministeriums für Arbeit und soziale Sicherheit für das Jahr 2010 verlieren in der Türkei 14,4 von 100.000 Arbeitnehmern ihr Leben. Diese Zahl ist etwa siebenmal höher als der Durchschnitt in der Europäischen Union (2,1 Beschäftigte pro 100.000 Beschäftigte in der Europäischen Union). Schweden und das Vereinigte Königreich sind die Länder mit der niedrigsten Zahl an tödlichen Arbeitsunfällen (etwa 1,3).

Wir stehen an erster Stelle in Europa und an dritter Stelle in der Welt, was Arbeitsunfälle betrifft. Auch die Kosten für Arbeitnehmer, die infolge von Arbeitsunfällen ihr Leben verlieren oder dauerhaft arbeitsunfähig werden, entsprechen etwa 4 Prozent des Bruttosozialprodukts. Im Jahr 2013 wurden die Kosten von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten in der Türkei auf 34 Milliarden TL geschätzt.

Ebenso gehen 5-15 % des Gewinns der Betriebe durch Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten verloren.

Bei der Arbeitssicherheit sollten präventive Maßnahmen anstelle von korrektiven Maßnahmen ergriffen werden. Vorsichtsmaßnahmen sollten ergriffen werden, bevor es zu einem Unfall kommt.

Ein Unfall muss nicht immer zu Verletzungen oder zum Tod führen.

Dies hilft uns auch bei der Analyse von "Beinahe-Unfällen", denn heutzutage sind "Beinahe-Unfälle" oder "kleinere" Unfälle die Vorläufer von größeren Unfällen und Verletzungen. Jeder Unfall ist das Ergebnis von Fahrlässigkeit, dem Versäumnis, die zum Unfall führenden Faktoren vorherzusehen. Dies unterstreicht einen Mangel an Wahrnehmung, Herangehensweise und Absicht und ist für die Zukunft besorgniserregend.

Berufskrankheit: Es handelt sich um eine vorübergehende oder dauerhafte Krankheit, Behinderung oder geistige Beeinträchtigung, die der Versicherte aufgrund einer wiederholten Ursache oder aufgrund der Bedingungen der Arbeitsausführung gemäß der Art der Arbeit, in der der Versicherte beschäftigt ist, erleidet.

Nach der Verordnung über Gesundheitsfragen des Sozialversicherungsgesetzes werden Berufskrankheiten in fünf Hauptgruppen eingeteilt.

Diese sind;

- 1- Berufskrankheiten, die auf chemische Ursachen zurückzuführen sind,
- 2- Berufsbedingte Hautkrankheiten,
- 3- Berufsbedingte Erkrankungen der Atemwege,
- 4- Berufsbedingte Infektionskrankheiten,
- 5- Berufskrankheiten, die durch physikalische Faktoren verursacht werden

Die durch Arbeitsunfälle verursachten Verluste können in 2 Gruppen unterteilt werden.

Offensichtliche (direkte) Schäden

Unsichtbare (indirekte) Schäden

### **2.1.1 Offensichtliche (direkte) Schäden:**

Alle Kosten im Zusammenhang mit Verletzung, Tod und Materialverlust als Folge eines Arbeitsunfalls umfassen direkte Schäden.

- Schäden an Maschinen und Geräten,
- Ausgleichszahlungen,
- Kosten für Erste Hilfe,
- Sonstige medizinische Kosten
- Die Kosten für den Arzt,
- Medikamentenkosten,
- Kosten der Behandlung

- Leistungen der Sozialhilfe.

### **2.1.2 Unsichtbare (indirekte) Schäden:**

Als Folge des Arbeitsunfalls, der sich nur schwer in Kosten ausdrücken lässt, entstehen Schäden, die zunächst nicht spürbar sind, sich aber im Laufe der Zeit durch materielle und moralische Verpflichtungen am Arbeitsplatz und in der Gesellschaft auswirken. Diese sind

- Verlorener Arbeitstag,
- Verlorene Arbeitskräfte,
- Produktionsverluste,
- Es ist der Schaden für die Gesellschaft.

## **3. Sicherheitskultur im Eisenbahnwesen**

### **3.1 Geschichte des Sicherheitskonzepts**

Historisch gesehen reichen die Wurzeln des Konzepts der Sicherheit bis in die Antike zurück. In der Antike nutzten die Menschen verschiedene Methoden, um in Harmonie mit ihrer natürlichen Umgebung zu leben und ihre physische Sicherheit zu gewährleisten. So entwickelten die Jäger- und Sammlergesellschaften Verteidigungsstrategien gegen gefährliche Tiere und trafen Vorkehrungen gegen Naturkatastrophen.

Das Bewusstsein für das Sicherheitskonzept begann mit der industriellen Revolution, als das Bewusstsein für das Sicherheitskonzept am stärksten zunahm und mehr auf die Tagesordnung gesetzt wurde. Die industrielle Revolution ist eine Zeit, in der Fabriken entstanden und die industrielle Produktion beschleunigt wurde. Allerdings traten auch sicherheitsrelevante Probleme wie unsichere Arbeitsbedingungen in Fabriken, Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten auf. In dieser Zeit wurden Normen, Vorschriften und Gesetze für die Sicherheit in Fabriken entwickelt. Es zeigt sich, dass sich die Sicherheit mehr auf physische Risiken konzentriert und Schutzmaßnahmen oft nur schwer umgesetzt werden (Vincent, 2017) .

Im 20. Jahrhundert hat sich das Verständnis von Sicherheit weiterentwickelt und verändert. Die Zeit des Ersten und Zweiten Weltkriegs war eine Periode, in der sich die Studien zum Sicherheitsmanagement und zur Risikoanalyse im militärischen Bereich auf den Bereich der Sicherheit auswirkten. Die Bedeutung von Themen wie Sicherheit, strategische Planung, Risikobewertung und Kontrollmaßnahmen im militärischen Bereich hat den Weg für die Umwandlung des Sicherheitsverständnisses in einen komplexeren und ganzheitlicheren Ansatz geebnet (Hollnagel, 2014) .

### **3.2 Sicherheitskonzept im Eisenbahnwesen**

Eisenbahnsicherheit wird von der Europäischen Eisenbahnagentur (ERA) wie folgt definiert: "Eisenbahnsicherheit ist eine Reihe von Maßnahmen, Technologien und Managementsystemen, die gewährleisten, dass der Eisenbahnbetrieb so durchgeführt wird, dass Schäden für Menschen, Material und Umwelt vermieden werden" (European Union Railways Agency, 2022) .

In der vom Ministerium für Verkehr, maritime Angelegenheiten und Kommunikation veröffentlichten Eisenbahnsicherheitsverordnung wird sie definiert als "Ergreifen der erforderlichen Maßnahmen, um unannehmbare Risiken unter Kontrolle zu halten" (Ministerium für Verkehr, maritime Angelegenheiten und Kommunikation, 2015)

Die Definitionen aus diesen Quellen haben gemeinsam, dass die Eisenbahnsicherheit eine Reihe von Maßnahmen, Technologien und Managementsystemen umfasst, die verhindern, dass der Eisenbahnbetrieb Schäden für Menschen, Material und die Umwelt verursacht. Es ist auch klar, dass die

Eisenbahnsicherheit die Maßnahmen, Verfahren und Managementsysteme umfasst, die für die Planung, den Bau, den Betrieb und die Instandhaltung von Eisenbahnsystemen erforderlich sind.

### 3.3 *Annäherungen an Unfälle*

Um die Sicherheit im Eisenbahnverkehr zu gewährleisten und Unfälle zu vermeiden, wurden Studien zur Unfallverhütung intensiviert. In der Literatur finden sich verschiedene Ansätze zur Unfallverhütung.

#### 3.3.1 *Domino-Theorie*

Die Domino-Theorie oder der Domino-Effekt ist ein Modell, das die Ursache-Wirkungs-Beziehungen von Unfällen beschreibt. Nach dieser Theorie treten Unfälle als eine Kette von aufeinanderfolgenden Ursachen und Folgen auf, und ein Unfall kann wie ein Dominostein auf einer Kette von aufeinanderfolgenden Ursachen und Folgen zu weiteren Unfällen führen.

Die Domino-Theorie wurde erstmals von Heinrich in den 1930er Jahren entwickelt und später von Bird, Reason und anderen Forschern erweitert. Diese Theorie wird häufig verwendet, um die Komplexität von Unfällen und das Zusammenspiel mehrerer Faktoren zu erklären.

Die Domino-Theorie wird in Form eines fünfstufigen Modells dargestellt, das häufig als "Dominokette" bezeichnet wird:

**Grundlegende Ursachen:** In dieser Phase, die als grundlegende Unfallursachen bezeichnet wird, gibt es im Allgemeinen allgemeine Ursachen wie organisatorische Faktoren, Managementstrategien, Arbeitsabläufe und kulturelle Faktoren. Diese Faktoren ebnen den Weg für das Auftreten von Unfällen.

**Transportursachen (indirekte Ursachen):** In dieser Phase, die auf grundlegenden Ursachen aufbaut, werden spezifischere und direkte Ursachen einbezogen. So werden beispielsweise Faktoren wie mangelnde Wartung, unzureichende Ausbildung und fehlende Überwachung als Transportursachen anerkannt.

**Unmittelbare Ursachen:** In dieser Phase, die als unmittelbare Unfallursachen bezeichnet wird, treten die Faktoren auf, die dem Vorfall unmittelbar vorausgehen. Als unmittelbare Ursachen werden beispielsweise Faktoren wie die Verwendung fehlerhafter Ausrüstung, die Anwendung eines falschen Verfahrens oder Unachtsamkeit anerkannt.

**Unfälle (Unfälle):** Unfälle selbst werden als das Ergebnis einer Domino-Kette betrachtet. In dieser Phase kommt es zu Sachschäden, Verletzungen oder anderen ungünstigen Ereignissen.

**Die Folgen:** In dieser Phase, die als Unfallfolgen bezeichnet wird, gibt es materielle, finanzielle, rechtliche oder reputationsbezogene Folgen. Diese Folgen können den Ruf der Organisation schädigen, zu einem Verlust von Ressourcen führen und erhebliche Kosten verursachen (Heinrich, 1959) .

Die Domino-Theorie besagt, dass sich Unfälle als eine Kette von aufeinander folgenden Ursachen und Folgen ereignen und dass ein Unfall die Auswirkungen der vorangegangenen Phase auf andere Phasen übertragen kann. Daher ist es notwendig, die Ursachen von Unfällen zu ermitteln und in den frühen Stadien einzugreifen und mindestens eine der Unfallursachen zu beseitigen, um das Auftreten von Unfällen zu verhindern (Heinrich, 1959) .

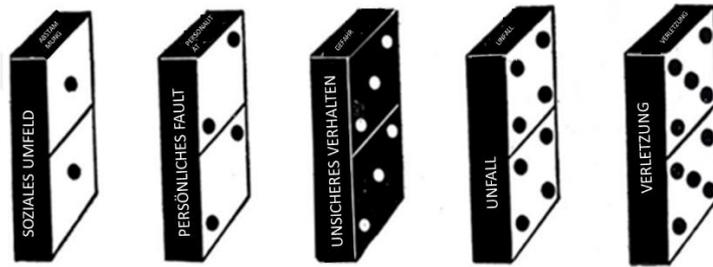


Abbildung.3.1 Faktoren, die Unfälle verursachen (Heinrich, 1959)

Unter diesen sich abzeichnenden Faktoren stehen unsichere Verhaltensweisen im Mittelpunkt der Faktoren, die Unfälle verursachen. Aus diesem Grund ist das Element, auf das man sich bei der Unfallverhütung am meisten konzentrieren sollte, die Beseitigung von unsicheren Verhaltensweisen (Aktaş, 2019) .

### 3.3.2 Heinrichs Unfallpyramide

In der Literatur finden sich zahlreiche Studien, die die Beziehungen zwischen schweren Unfällen, kleineren Unfällen und Beinaheunfällen in Unternehmen untersuchen. Die Studie, die zu Ergebnissen geführt hat, die als Grundlage für nachfolgende Studien dienen können, ist zweifellos die von Herbert W. Heinrich im Jahr 1931 veröffentlichte Studie. In dieser Studie wurde festgestellt, dass sich bei 330 Vorfällen in einem Unternehmen 1 schwerer Unfall (mit Verletzung oder Tod), 29 leichte Unfälle und 300 Beinaheunfälle ereigneten. Das zu dieser Studie gehörende Bild, das in der Literatur als "Heinrichs Unfallpyramide" bezeichnet wird, ist in Abbildung 2.3 dargestellt (Cooper M., 2000) . Die Heinrich'sche Unfallpyramide lässt sich auch wie folgt verstehen. Auf jeden schweren Unfall oder 29 Unfälle in Unternehmen kommen 300 Beinaheunfälle. Um Unfälle zu vermeiden, ist es daher notwendig, die Beinaheunfälle sehr ernsthaft zu untersuchen, die notwendigen Schlussfolgerungen zu ziehen und die erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen (Nam, 2019) .



Abbildung3.2 Heinrichs Unfallpyramide (Cooper M., 2000)

1969 führte Frank Bird Jr. eine Studie durch, die der Studie von Heinrich ähnelte. In dieser Studie wurde davon ausgegangen, dass sich 10 Unfälle mit Verletzten, 30 ausrüstungsbedingte Unfälle und 600 Beinaheunfälle ereigneten (İnci, 2016) .

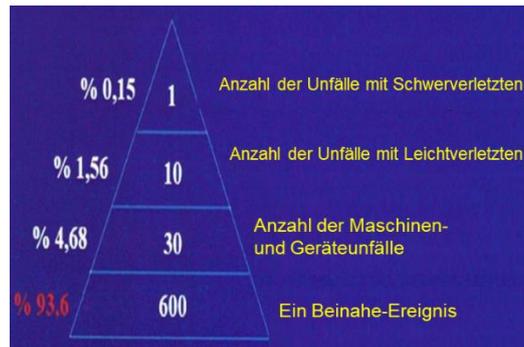


Abbildung 3.3 Frank Bird Jr. Unfallpyramide (Pişkin & Dalyan, 2020)

### 3.3.3 Modell der mehrfachen Verursachung

Diese 1971 von Petersen entwickelte Theorie basiert auf der Tatsache, dass Entscheidungen der Unternehmensleitung einen größeren Einfluss auf das Auftreten von Unfällen haben als persönliche Fehler. Nach Petersen sind die wichtigsten Faktoren, die zu Unfällen führen, unsichere Bedingungen und unsichere Verhaltensweisen (Hosseinian & Torghabeh, 2012).

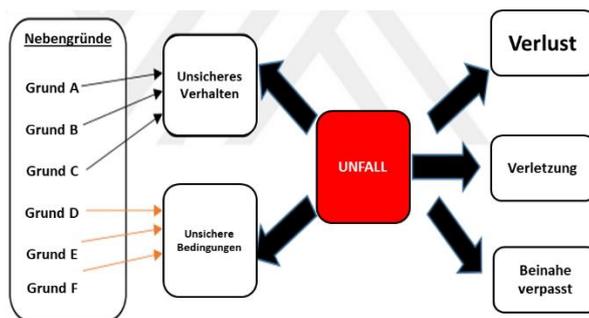


Abbildung 3.4 Multiagententheorie (Hosseinian & Torghabeh, 2012)

Wie in Abbildung 2.5 zu sehen ist, bezeichnen unsichere Bedingungen die Bedingungen, die in der Umgebung bestehen, bevor die Arbeit beginnt. Um Unfälle zu vermeiden, müssen ungünstige Bedingungen von der Unternehmensleitung erkannt und beseitigt werden.

### 3.3.4 Theorie der menschlichen Faktoren

Diese Theorie besagt, dass der wichtigste Faktor für Unfälle menschliche Fehler sind. Daher wird empfohlen, sich bei der Unfallverhütung auf die Faktoren zu konzentrieren, die menschliche Fehler verursachen. Daher sollten externe Faktoren, die Menschen zu Fehlern verleiten, untersucht werden. Bei diesen externen Faktoren handelt es sich häufig um Umweltfaktoren und die Arbeit am falschen Arbeitsplatz. Ein weiteres Element, auf das diese Theorie aufmerksam macht, ist, dass, obwohl die Hauptursache für Unfälle der Mensch ist, Menschen nicht für Unfälle verantwortlich gemacht werden sollten. Stattdessen sollten die Umweltbedingungen, die Fehler verursachen, untersucht werden (Hamid, Majid, & Singh, 2008).

### 3.4 Sicherheitsmanagementsystem (SMS)

UMS ist ein Ansatz, der von einer Organisation zur kontinuierlichen Verbesserung der Sicherheitsleistung und zum Management von Sicherheitsrisiken verfolgt wird. Dieses System zielt auf ein ganzheitliches Sicherheitsmanagement ab, indem es Elemente der Organisation wie

Sicherheitspolitik, Ziele, Prozesse, Verfahren und Ressourcen zusammenführt (Hale, Guldenmund, & Borys, 2010).

Sicherheitsmanagementsysteme sind ein Rahmen, der es Organisationen ermöglicht, ihre sicherheitsbezogenen Aktivitäten zu planen, umzusetzen, zu prüfen, zu korrigieren und kontinuierlich zu verbessern. Diese Systeme tragen dazu bei, die Sicherheitsleistung einer Organisation zu verbessern und Sicherheitsrisiken zu minimieren, indem sie Normen, Vorschriften und bewährte Praktiken für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz umsetzen (Hale, Guldenmund, & Borys, 2010).

Ein UMS ist ein ganzheitliches System, das aus einer Reihe von Prozessen oder Komponenten besteht, die zusammenkommen. Mit anderen Worten, es ist die Interaktion dieser Prozesse oder Komponenten, die das Sicherheitsmanagementsystem ausmachen. Darüber hinaus ist das Sicherheitsmanagementsystem die Überwachung und kontinuierliche Verbesserung der Sicherheit innerhalb der Organisation, die Umsetzung von Verbesserungen und der Erhalt von Rückmeldungen (DGCA, 2012).



Abbildung 3.5 Organisatorische Elemente des IMS (DGCA, 2012)

### 3.4.1 Zweck des Sicherheitsmanagementsystems

Ziel des IMS ist es, die Organisation in die Lage zu versetzen, die Risiken, die sich aus ihren Geschäftszielen ergeben, sicher zu beherrschen und alle für sie geltenden Sicherheitspflichten zu erfüllen (Europäische Union Egency For Railway, 2020).

Die Anwendung eines strukturierten Ansatzes ermöglicht die Identifizierung von Gefahren und das kontinuierliche Management von Risiken im Zusammenhang mit den eigenen Aktivitäten einer Organisation, um Unfälle zu vermeiden. Dieser Ansatz erfordert eine kontinuierliche Interaktion mit anderen Akteuren im Eisenbahnsystem (hauptsächlich Eisenbahnorganisationen, Infrastrukturbetreiber und für die Instandhaltung zuständige Organisationen, aber auch andere Akteure, die einen potenziellen Einfluss auf den sicheren Betrieb des Eisenbahnsystems haben, z. B. Hersteller, Instandhaltungsbetriebe, Dienstleister, öffentliche Auftraggeber, Beförderer, Verlader, Empfänger, Be- und Entlader, Schulungszentren sowie Fahrgäste und andere Personen, die mit dem Eisenbahnsystem interagieren, usw.) (ERA, 2022).

### **3.4.2 Entwicklung von Sicherheitsmanagementsystemen**

Der Beginn der Entwicklung von Sicherheitsmanagementsystemen geht auf die 1920er Jahre zurück, als das Sicherheitsbewusstsein zunahm. Die Entwicklungsstufen von Sicherheitsmanagementsystemen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Die erste Phase umfasst den Zeitraum von den 1920er bis zu den 1960er Jahren und stellt die Zeit dar, in der die Sicherheit nach dem Prinzip "Regel und Ordnung" verwaltet wurde. In dieser Zeit beruhte das Sicherheitsmanagement auf der Schulung der Arbeitnehmer und einem regelbasierten Management.

Die zweite Phase umfasst den Zeitraum von den 1960er bis zu den 1980er Jahren und steht für die Annahme des Konzepts der "menschlichen Fehler" bei der Sicherheit. In dieser Zeit wurden die Auswirkungen menschlicher Faktoren und des Verhaltens auf die Sicherheit betont, und das Sicherheitsmanagement konzentrierte sich auf Strategien zum Verständnis und zur Beeinflussung des menschlichen Verhaltens.

Die dritte Phase umfasst den Zeitraum von den 1980er bis zu den 2000er Jahren und steht für die Annahme eines "System"-Ansatzes für die Sicherheit. In dieser Zeit konzentrierte sich das Sicherheitsmanagement auf Risikobewertungen auf Systemebene, Prozessanalysen und Ansätze zur Prozessverbesserung (Hale, Guldenmund, & Borys, 2010).

Heutzutage werden Sicherheitsmanagementsysteme, wie internationale Normen und Managementsystemmodelle (z. B. ISO 45001:2018), immer häufiger eingesetzt und konzentrieren sich auf die kontinuierliche Verbesserung der Sicherheitsleistung von Organisationen.

Infolgedessen haben die Sicherheitsmanagementsysteme im Laufe der Zeit verschiedene Phasen durchlaufen, und die Ansätze für das Sicherheitsmanagement haben sich weiterentwickelt. Heute sieht man, dass Sicherheit im Rahmen von menschlichen Faktoren, Systemansätzen und Managementsystemen in Übereinstimmung mit internationalen Normen gehandhabt wird (Hale, Guldenmund, & Borys, 2010).

### **3.4.3 Sicherheitsmanagementsystem im Eisenbahnwesen**

Das Sicherheitsmanagementsystem (SMS) im Eisenbahnverkehr wird in der Sicherheitsrichtlinie der Europäischen Eisenbahnagentur definiert als "die Organisation, Vorkehrungen und Verfahren, die von einem Infrastrukturbetreiber oder einem Eisenbahnunternehmen eingerichtet werden, um die sichere Durchführung seines Betriebs zu gewährleisten". Ziel des SMS ist die Gewährleistung eines hohen Sicherheitsniveaus und einer kontinuierlichen Verbesserung sowie die Begrenzung der Risiken im Eisenbahnbetrieb (ERA, 2022).

Die Eisenbahnunternehmen und Infrastrukturbetreiber sind für das IMS und dessen sicheren Betrieb verantwortlich, und zwar jeweils in ihrem eigenen Teil des Systems. Sie sind verpflichtet, die erforderlichen Risikokontrollmaßnahmen durch ihr IMS umzusetzen, gegebenenfalls in Zusammenarbeit miteinander und mit anderen Akteuren (ERA, 2022).

### **3.4.4 IMS-Anwendungen**

Mit dem Inkrafttreten der "Eisenbahnsicherheitsverordnung" in der Türkei sind Eisenbahninfrastrukturunternehmen (die TCDD ist ab 2023 das einzige Infrastrukturunternehmen in der Türkei) und Transportunternehmen verpflichtet, IMS einzurichten. Abbildung 2.7 zeigt die Struktur der Dokumentation, die die Organisationen für das IMS erstellen werden.

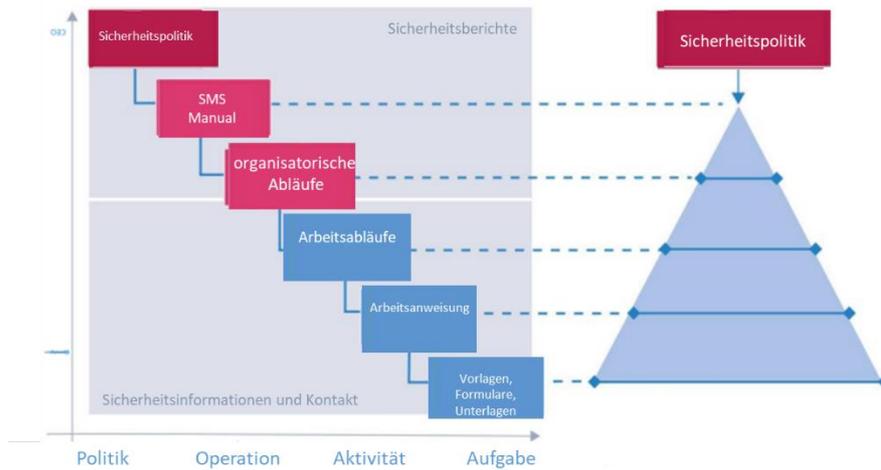


Abbildung 3.6 Typische Dokumentationsstruktur eines IMS (ERA, 2022)

Gemäß der Eisenbahnsicherheitsverordnung basiert ein Sicherheitsmanagementsystem auf 5 Anwendungsgrundsätzen. Wie in Abbildung 2.8 zu sehen ist, lauten diese Durchführungsgrundsätze, die auch als Anforderungen des IMS bezeichnet werden, wie folgt (TCDD Tasimacilik AŞ Corporate Safety Management Department, 2022) :

1. die Organisation und Verteilung der Zuständigkeiten
2. alle Arbeitnehmer und Vertreter in das System einzubeziehen
3. die Zertifizierung von IMS-Komponenten
4. die Kontrolle durch das Management
5. kontinuierliche Verbesserung des Systems

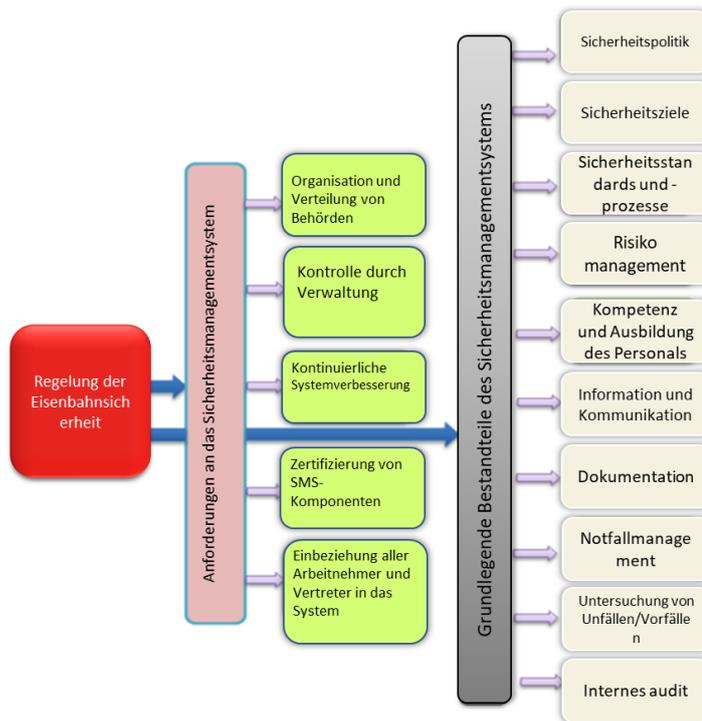


Abbildung 3.7 Grundlegende Implementierungsprinzipien und Komponenten des IMS (TCDD Tasimacilik AS Corporate Safety Management Department, 2022)

### 3.4.5 IMS und Prozessansatz

Ein IMS ist ein Mittel, um die verschiedenen Elemente zusammenzubringen, die zusammenkommen müssen, um ein sicheres und erfolgreiches Unternehmen zu führen. Zu diesen Elementen sollten Mechanismen gehören, die die Einhaltung internationaler und nationaler Vorschriften und Normen, branchen- und unternehmensspezifischer Anforderungen, der Ergebnisse von Risikobewertungen und bewährter Praktiken innerhalb der Unternehmenstätigkeit gewährleisten. Das IMS sollte daher in die Geschäftsprozesse des Unternehmens integriert werden und nicht zu einem papiergestützten System werden, das speziell entwickelt wurde, um die Einhaltung des Rechtsrahmens nachzuweisen (ERA, 2022).

## 3.5 SICHERHEITSKULTUR IM EISENBAHNVERKEHR

### 3.5.1 Sicherheitskultur

Sicherheitskultur ist der Wert, den alle Mitarbeiter der Organisation der Sicherheit beimessen. Die Sicherheit hat Vorrang vor allen anderen Tätigkeiten. Das Verhalten und die Einstellungen der Mitarbeiter in einer Sicherheitskultur sind stets auf die Gewährleistung der Sicherheit und den Schutz des sicheren Betriebs ausgerichtet (Carroll, 1998).

Sicherheitskultur bezieht sich auf die Elemente der Kultur, die sich speziell mit Sicherheit befassen. Es gibt kein einheitliches wissenschaftlich objektives Maß für die Sicherheitskultur. Dies liegt daran, dass die Faktoren, die dazu beitragen, nicht nur von Organisation zu Organisation, sondern auch innerhalb einer Organisation variieren. Verschiedene Abteilungen haben unterschiedliche Sicherheitsanforderungen und -bedürfnisse, z. B. betriebliche und finanzielle, und die vorherrschende Sicherheitskultur entwickelt sich daraus. Externe Faktoren wie gesetzliche Vorschriften, Ausbildungsstand, gesellschaftliche Strukturen und nationale Kultur tragen ebenfalls zur Gestaltung der

Sicherheitskultur einer Organisation bei (ERA, 2022) . Abbildung 3.1 zeigt die Elemente der Sicherheitskultur und den Umfang der Sicherheitskultur.

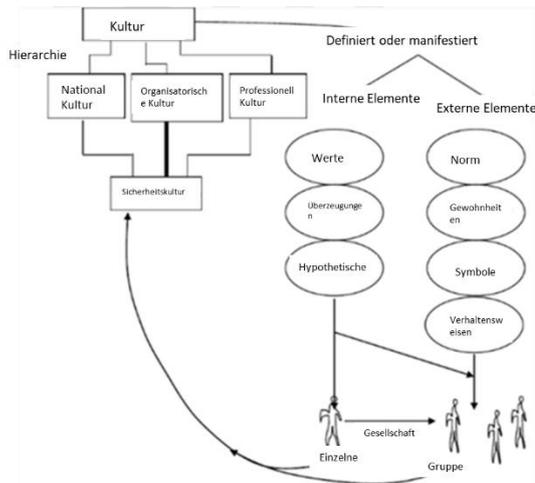


Abbildung 3.8 Umfang der Sicherheitskultur (Misnan, 2007)

Das IMS bietet eine Grundlage, indem es durch Richtlinien und Verfahren definiert und vorschreibt, was erforderlich ist. Leider ist eine Situation, in der ein perfekt eingerichtetes IMS von allen Mitarbeitern buchstabengetreu befolgt wird, utopisch. Häufig versuchen Management und Mitarbeiter, den Inhalt des IMS auf der Grundlage ihrer Werte, Einstellungen und Überzeugungen, die sich aus persönlichen Erfahrungen in Verbindung mit den Verhaltensnormen des Arbeitsplatzes und der Gesellschaft ergeben, zu verstehen. Wenn das IMS einen Sinn ergibt und eine Kultur der Einhaltung besteht, werden die richtigen Verhaltensweisen befolgt. Wenn nicht, werden individuelle Interpretationen vorgenommen und alternative Lösungen angewandt. Diese basieren auf einer individuellen Risikobewertung, bei der die Faktoren bewertet werden, die die getroffenen Entscheidungen beeinflussen. Die Risikobewertung konzentriert sich nicht nur auf das tatsächliche Risiko, sondern umfasst auch Faktoren im Zusammenhang mit der Einhaltung von Vorschriften, dem Risiko, erwischt zu werden, den Worten und Handlungen des Managements usw. Die Interdependenz zwischen dem Verständnis des IMS und dem Verhalten definiert daher die Sicherheitskultur (ERA, 2022) .

### 3.5.2 Unterschiede zwischen Sicherheitsklima und Sicherheitskultur

Das Konzept des Sicherheitsklimas wird in der Literatur häufig mit dem Konzept der Sicherheitskultur verwechselt.

Das Sicherheitsklima wird von Zohar in seiner Studie Safety climate in industrial organisations: theoretical and applied implications als "die gemeinsame Wahrnehmung der Sicherheit des Arbeitsumfelds durch die Beschäftigten" definiert. Die wichtigsten Faktoren, die den Grad des Sicherheitsklimas anzeigen, sind der Grad des Engagements des Managements für die Sicherheit und die Wahrnehmung der Sicherheit im Verhalten der Mitarbeiter (Zohar, 1980) wie in Abbildung 3.2 dargestellt.

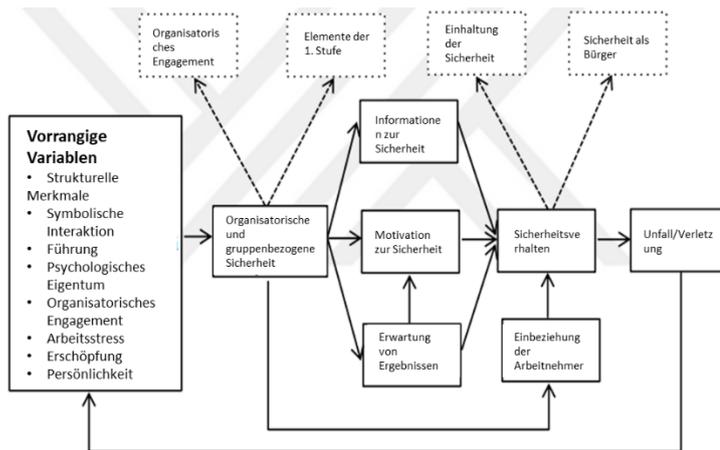


Abbildung 3.9 Modell zur Konzeptualisierung des Sicherheitsklimas (Zohar, Conceptualisation, measurement, and improvement, 2014)

Das Sicherheitsklima ist die Wahrnehmung der Mitarbeiter in Bezug auf die zur Gewährleistung der Sicherheit erstellten Unterlagen. Mit anderen Worten: Das Sicherheitsklima gibt an, wie die Mitarbeiter sicheres Arbeiten wahrnehmen. Die Sicherheitskultur hingegen ist die Einstellung und Überzeugung der Mitarbeiter, die sich in Verhaltensmuster angesichts von Risiken verwandelt hat. In dieser Hinsicht ist die Sicherheitskultur ein größeres Konzept, das auch das Sicherheitsklima umfasst (Yılmaz, 2019).

Wie bereits erwähnt, werden die Begriffe "Sicherheitskultur" und "Sicherheitsklima" zwar oft verwechselt, aber das Sicherheitsklima steht für eine eher sichtbare Wahrnehmung, während die Sicherheitskultur für eine tiefere Einstellung steht. Ein Beispiel: Nach Eisenbahnunfällen werden in der Region, in der sich der Unfall ereignet hat, die Inspektionen verstärkt und die Schulungsmaßnahmen intensiviert. In diesem Fall zeigt sich, dass die Wahrnehmung der Sicherheit durch die Mitarbeiter deutlich zunimmt. Dieser Anstieg bedeutet eine Verbesserung des Sicherheitsklimas. Die Veränderung der Sicherheitskultur dauert noch viele Jahre. In einer anderen Analogie ist das Sicherheitsklima die sichtbare Seite des Eisbergs, während die Sicherheitskultur die unsichtbare Seite des Eisbergs ist. Abbildung 3.3 zeigt die Unterschiede zwischen Sicherheitskultur und Sicherheitsklima.



Abbildung 3.10 Unterschiede zwischen Sicherheitskultur und Sicherheitsklima (Türkische Eisenbahnakademie-TCDD, 2020)

### 3.6 Das Modell der Sicherheitskultur von Reason

Nach James Reason ist Sicherheitskultur ein Konzept, das fast jeder verwendet, aber nur wenige Menschen sind sich über seine wahre Bedeutung oder darüber einig, wie es zu messen ist. Reason sieht die Sicherheitskultur einer Organisation als ein Modell für die Einstellungen, Verhaltensweisen und Überzeugungen ihrer Mitarbeiter (Reason, 1998). Sicherheitskultur bezieht sich auf den Gesamtansatz einer Organisation in Bezug auf Sicherheitswerte, -normen und -praktiken (Reason & Hobbs, 2003).

Das Modell der Sicherheitskultur von Reason ist ein Modell, das einen Rahmen für das Verständnis der Ursachen für menschliches Versagen und der Sicherheitskultur bietet. Der Weg zur Schaffung einer idealen Sicherheitskultur besteht in der Sorge, dass ständig unsichere Situationen auftreten können, und in der Vorbereitung auf diese Situationen (Reason, 1997) .

Reason nennt 5 grundlegende Elemente, die eine positive Sicherheitskultur aufweisen sollte. Diese sind eine faire Kultur, eine Kultur der Berichterstattung, eine Lernkultur und eine flexible Kultur.



Abbildung 3 .11 Elemente der Sicherheitskultur (Reason, 1997)

### 3.6.1 Gerechte Kultur

Eine gerechte Kultur bezieht sich auf ein Klima des Vertrauens, in dem die Mitarbeiter ermutigt werden, grundlegende sicherheitsrelevante Informationen zu liefern, und in dem gleichzeitig der Unterschied zwischen akzeptablem und inakzeptablem Verhalten klar definiert ist (Reason, Managing the risk of organisational accidents, 1997) . Während ein vorsätzlicher Verstoß in einer gerechten Kultur inakzeptabel ist, werden ehrliche Fehler akzeptiert. In einer Organisation mit einer gerechten Kultur zögern die Mitarbeiter nicht, ihre Fehler zuzugeben, wenn sie Fehler machen (Dekker J. , 2007) . In diesem Zusammenhang wird eine gerechte Kultur auch als Vertrauenskultur bezeichnet.

In einer gerechten Kultur werden die Ursachen von Fehlern analysiert und auf die Grundursachen konzentriert, und die Mitarbeiter haben die Möglichkeit, systematische Fehler oder fehlerhafte Prozesse zu korrigieren, anstatt beschuldigt zu werden. Auf der Grundlage der Prinzipien von Fairness und Gleichheit werden die Mitarbeiter gleich behandelt und es gibt keine Diskriminierung oder Voreingenommenheit.

Eine gerechte Kultur legt auch Wert auf offene Kommunikation, Vertrauenswürdigkeit, Verantwortlichkeit, Transparenz und die Beteiligung der Mitarbeiter an Entscheidungsprozessen. In einer Kultur, in der die Mitarbeiter die Organisation als Lernmöglichkeit sehen, um aus Fehlern zu lernen, können sie Fehler offen mitteilen und zur kontinuierlichen Verbesserung der Organisation beitragen.

In Organisationen ohne eine Kultur der Gerechtigkeit wird der Einzelne für Fehler verantwortlich gemacht. Diese Situation führt dazu, dass Menschen eine defensive Haltung einnehmen, Informationen über Vorfälle verbergen und unsichere Situationen und Verhaltensweisen nicht melden (Dekker S. , 2003) .

In einer gerechten Kultur kann ein Mitarbeiter aus Fehlern lernen und sich selbst verbessern, indem er seine eigenen Fehler identifiziert und auswertet. In Organisationen mit einer gerechten Kultur haben die Mitarbeiter die Gewissheit, dass sie unterstützt werden und sicher sind, wenn sie ihre

Bedenken äußern. Die Mitarbeiter können ihre Kollegen leicht beobachten und bei Feststellung einer übermäßigen Arbeitsbelastung dafür sorgen, dass die Arbeit so verteilt wird, dass die Sicherheit gewährleistet ist. In einer gerechten Kultur haben die Mitarbeiter die Gewissheit, dass sie in Fällen, in denen systemische Fehler auftreten, nicht individuell beschuldigt werden und dass nicht versucht wird, die Verantwortung den Mitarbeitern zuzuschreiben (Frankel, Leonard, & Denham, 2006).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine Kultur der Gerechtigkeit ein wichtiger Bestandteil einer Sicherheitskultur ist und einen offenen, ehrlichen, fairen und gerechten Ansatz für den Umgang mit Fehlern in Organisationen fördert. Dies ermöglicht es den Mitarbeitern, Bedenken über Fehler zu äußern, und versetzt Organisationen in die Lage, die Sicherheit kontinuierlich zu verbessern.

### **3.6.2 Kultur der Berichterstattung**

Meldekultur bezieht sich in ihrer einfachsten Form auf ein organisatorisches Klima oder Umfeld, in dem die Mitarbeiter bereit sind, ihre eigenen Fehler und Gefahren zu melden (Reason, 1997). Meldekultur bezieht sich auf einen Ansatz, der einen effektiven und genauen Informationsaustausch zwischen den Mitarbeitern einer Organisation oder Einrichtung fördert. Durch die Betonung von Werten wie Kommunikation, Zusammenarbeit, Verantwortung und Rechenschaftspflicht innerhalb der Organisation kann eine Meldekultur die Leistung der Organisation verbessern und ist ein Schlüsselfaktor für nachhaltigen Erfolg.

Um die Mitarbeiter zur Meldung zu bewegen, muss die Organisation zunächst die Verfahren und Regeln im Zusammenhang mit der Meldung, die Rechte und Pflichten der Mitarbeiter sowie das Schutzniveau, das den Mitarbeitern infolge der Meldung gewährt wird, klar darlegen. Denn es hat sich gezeigt, dass viele Mitarbeiter zögern, Meldung zu machen. Der Hauptgrund dafür ist nicht die Unehrlichkeit der Mitarbeiter, sondern der Glaube, dass ihre Meldung von der Geschäftsleitung nicht bewertet wird. In seinen Untersuchungen hat Dekker festgestellt, dass die meisten Mitarbeiter, die keine Meldung machen, Gedanken wie "Ich könnte in Schwierigkeiten geraten" (Dekker J., 2007) hegen.

### **3.6.3 Lernkultur**

Lernkultur ist die Fähigkeit der Organisation, die notwendigen betrieblichen Veränderungen vorzunehmen, indem sie die richtigen Ergebnisse aus den durch die Berichtskultur gewonnenen Erfahrungen und Inputs erzielt. Daher ist die Voraussetzung für die Entwicklung einer Lernkultur die Entwicklung einer Meldekultur. Wenn die Organisation nicht in der Lage ist, risikobehaftete Situationen und Verhaltensweisen sowie Beinaheunfälle zu erkennen, kann sie sich der Risiken nicht bewusst sein und die gewünschten betrieblichen Veränderungen nicht rechtzeitig vornehmen (Reason & Hobbs, 2003).

Die Lernkultur basiert auf der Organisationskultur und dem Gedächtnis. Unsichere und unerwünschte Situationen wirken sich direkt auf den Prozess aus. Statistische Daten und Berichte sind sehr wichtig. Organisationen können ihre Organisationsstrukturen mit Schwerpunkt auf Sicherheit verbessern, indem sie die durch den Lernprozess gewonnenen Daten effektiv nutzen (Özer & Erdem, 2022).

Wenn organisatorische Maßnahmen durchgeführt werden, sollte geprüft werden, ob die tatsächlichen Ergebnisse mit den gewünschten Ergebnissen übereinstimmen. Wenn es eine Diskrepanz gibt, müssen die Maßnahmen oder die grundlegenden Annahmen über die Maßnahmen angepasst werden. Die Analyse nur der Handlungen wird als Single-Loop-Learning bezeichnet. Bei dieser Art des Lernens wird im Falle eines Fehlers in der Organisation das abnormale Verhalten des Personals, das die Handlungen durchführt, untersucht, und diese Handlungen werden als Gründe dafür angesehen, dass das gewünschte Ergebnis nicht erreicht werden kann. Dieser Lernprozess endet mit Schuldzuweisungen,

Beschämung, Umschulung und der Ausarbeitung eines weiteren Verfahrens zu diesem Thema. Beim Lernen in zwei Schleifen werden nicht nur die Handlungen bewertet, die den Fehler verursacht haben, sondern auch die organisatorischen Annahmen, die diese Handlungen verursacht haben. Bei dieser Art des Lernens kann aufgedeckt werden, wie und warum die Politik, Praktiken, Strukturen und Sicherheitsmaßnahmen der Organisation das Erreichen der gewünschten Ergebnisse verhindern (Ustaömer & Şengür, 2020).

#### **3.6.4 Flexible Kultur**

Flexible Kultur bezieht sich auf die Fähigkeit von Organisationen, sich an unterschiedliche Situationen anzupassen, die sich außerhalb der regulären Situationen entwickeln. Eine flexible Kultur ist ein grundlegendes Merkmal von Hochsicherheitsorganisationen. In Organisationen mit einer flexiblen Kultur ist es einfach, in neuen Situationen, die nicht durch Verfahren abgedeckt sind, von der vertikalen Hierarchie zur horizontalen Hierarchie zu wechseln. Unter normalen Arbeitsbedingungen ist es möglich, schnell zu der durch die Verfahren vorgegebenen Hierarchie zurückzukehren (Reason, 1997).

Als Beispiel für das Verhalten von Organisationen, die eine flexible Kultur entwickelt haben, können die Reaktionen einiger Organisationen auf die Inbetriebnahme nach den Erdbeben untersucht werden, die am 6. Februar 2023 zehn Provinzen in der Türkei erschütterten. In der Notfallsituation nach dem Erdbeben war die vertikale Hierarchie vieler Organisationen nicht mehr funktionsfähig und die Umsetzung von Verfahren wurde schwierig. Es wurde beobachtet, dass Organisationen mit einer flexiblen Kultur, wie die AHBAP, sich schneller an die neue Situation anpassen konnten. Einige lokale Mitarbeiter ergriffen die Initiative und begannen mit den Rettungsmaßnahmen, ohne auf Anweisungen zu warten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Organisationen, die eine flexible Kultur entwickelt haben, je nach den betrieblichen Erfordernissen rasch von einer zentralisierten Managementstruktur zu einer Managementstruktur vor Ort übergehen können. Bei dieser Umwandlung werden die Tätigkeiten in Abhängigkeit vom Fachwissen der Mitarbeiter der ersten Ebene durchgeführt. Der Übergang von der zentralen zur dezentralen Verwaltung und der Erfolg dieses Übergangs erklärt sich durch das Vorhandensein einer starken und disziplinierten hierarchischen Kultur. Diese Kultur bietet gemeinsame Werte und Annahmen, die die Koordinierung von Arbeitsgruppen oder Teams ermöglichen, wenn eine Dezentralisierung stattfindet (Reason, 1997).

#### **3.7 ERA-Modell der Sicherheitskultur**

Sicherheit ist eine Grundvoraussetzung für einen erfolgreichen Schienenverkehr in Europa. In fast allen Hochrisikobranchen ist die Berücksichtigung organisatorischer und kultureller Aspekte heute entscheidend für die Verbesserung der Sicherheit. Der Erfolg der Sicherheitskultur in diesen Branchen hat die Eisenbahnmanager und Gesetzgeber davon überzeugt, diese Philosophie in ganz Europa zu übernehmen.

Um die Entwicklung und Umsetzung von Strategien zur kontinuierlichen Verbesserung der Sicherheitskultur zu unterstützen, hat die ERA das European Railway Safety Culture Model entwickelt. Dieses Modell ist ein Konzept- und Bewertungsrahmen, der es dem Nutzer ermöglicht, die Sicherheitskultur zu bewerten und verbesserungsbedürftige Bereiche zu identifizieren.

Das europäische Modell der Sicherheitskultur im Eisenbahnverkehr ist ein Instrument zum Verständnis der Entwicklung und Beeinflussung der Sicherheitskultur. Die Zielgruppe ist breit gefächert und umfasst Regulierungsbehörden, leitende Angestellte, Verantwortliche für die Eisenbahnsicherheit,

Aufsichtspersonen, Forscher und alle anderen Personen, die sich für das Konzept der Sicherheitskultur interessieren. Das Modell ist auf drei Bausteinen aufgebaut.

### 3.7.1 Bausteine und Komponenten des europäischen Modells der Sicherheitskultur im Eisenbahnverkehr

#### 3.7.1.1 Erster Baustein: Verhaltensmodelle

Obwohl es in der Literatur viele Definitionen von Kultur gibt, stellen die folgenden allgemeinen Ideen die Definition von Kultur dar.

► Kultur ist ein tief verwurzelt und kein oberflächliches Phänomen, das sich im Laufe der Zeit immer weiter entwickelt.

► Kultur wird geteilt und bezieht sich nicht in erster Linie auf ein Individuum, sondern auf eine Gruppe, eine Gemeinschaft oder eine Organisation.

► Kultur ist ein weites Feld und umfasst alle Aspekte der externen und internen Beziehungen in einer Gruppe, Gemeinschaft oder Organisation,

► Kultur entwickelt sich durch tägliche Interaktionen.

Gemeinsame Annahmen, Überzeugungen, Werte und Normen werden im Allgemeinen als die Hauptmerkmale jeder Organisationskultur angesehen. Das Eisbergmodell in Abbildung 3.6, das von Stanley Herman Ende der 1970er Jahre eingeführt wurde, zeigt die aufeinanderfolgenden Schichten der Organisationskultur.

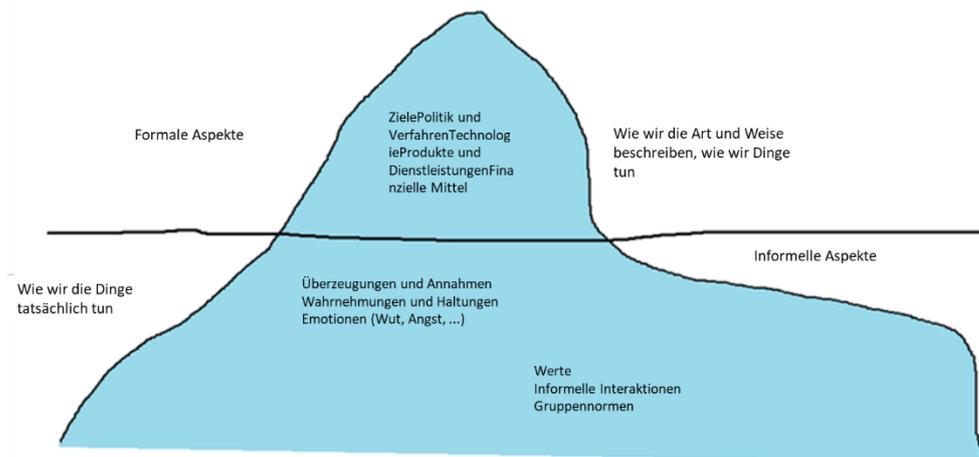


Abbildung 3.12 Das Eisbergmodell von Stanley Herman (French & Bell, 1984)

Der obere Teil, der im Eisenbahnbereich angewandt wird, kann als das Sicherheitsmanagementsystem eines Eisenbahnunternehmens betrachtet werden. Die Wirksamkeit seiner Umsetzung hängt von den informellen Aspekten ab, die im unteren Teil der Linie angegeben sind.

Gemeinsame Annahmen, Überzeugungen, Werte und Normen führen dazu, dass sich der Einzelne in einer Gruppe ähnlich verhält. Diese gemeinsamen Handlungs- und Denkweisen werden als "Verhaltensmuster" bezeichnet, die die Kultur der Organisation widerspiegeln und den ersten Baustein des europäischen Modells der Sicherheitskultur im Schienenverkehr bilden.

### 3.7.1.2 *Zweiter Baustein: Kulturförderer*

Als Mitglied einer Gruppe interpretiert der Einzelne, was er sieht, wenn er eine bestimmte Situation erlebt. Das Verhalten, das sich aus dieser individuellen Interpretation ergibt, wird von den Mitgliedern der Gruppe mit unterschiedlichen Bedeutungen belegt. Dieser informelle Dialog zwischen den Gruppenmitgliedern führt zu gegenseitigen Absprachen, Vereinbarungen und Erwartungen in Bezug auf das Verhalten der anderen. Diese Phase, die durch "Interaktion" bestimmt wird, ist die erste kulturelle Interaktionskomponente.

Auf der Grundlage dieses sich entwickelnden gemeinsamen Verständnisses beginnt die Gruppe, diese gemeinsamen Ansichten durch die Verteilung von Aufgaben, Rollen und Zuständigkeiten, Verfahren und Regeln sowie durch eher physische Strukturen und Technologien zu formalisieren.

### 3.7.1.3 *Dritter Baustein: Grundlagen der Eisenbahnsicherheit*

Es wird erwartet, dass eine risikoreiche Organisationskultur wie die des Eisenbahnsektors in eine Sicherheitskultur umgewandelt wird. Aus diesem Grund hat die Europäische Eisenbahnagentur vier Grundsätze festgelegt, die die Grundlage der Eisenbahnsicherheit bilden und auf den für Hochrisikosektoren entwickelten Modellen und den Merkmalen des Eisenbahnsektors basieren. Diese sind

- Beherrschung großer Risiken
- Verständnis für die Realitäten am Arbeitsplatz
- Lernen und kontinuierliche Verbesserung
- Konsequentes Einbeziehen der Sicherheit in alle Bereiche

### 3.7.2 *Hauptschema des europäischen Modells der Sicherheitskultur im Eisenbahnverkehr*

Organisatorische Verhaltensmuster, Einstellungen und Wahrnehmungen, kulturelle Befähiger und Grundlagen der Eisenbahnsicherheit bilden zusammen die drei Bausteine des Modells. Abbildung 3.7 beschreibt den Mechanismus, der abläuft, wenn sich eine Organisationskultur entwickelt, um eine Sicherheitsvision auf der Grundlage von Eisenbahnsicherheitsgrundsätzen wirksam umzusetzen. Verhaltensmuster prägen die Organisationskultur, die sich in gemeinsamen Denk- und Handlungsweisen manifestiert. Damit diese Verhaltensmuster die vier Eisenbahnsicherheitsgrundsätze verwirklichen und zu organisatorischer Exzellenz sowie sicherer und nachhaltiger Leistung führen können, muss eine klare Vision, wie diese umzusetzen ist, in alle kulturellen Befähiger integriert werden (Esen, 2023).

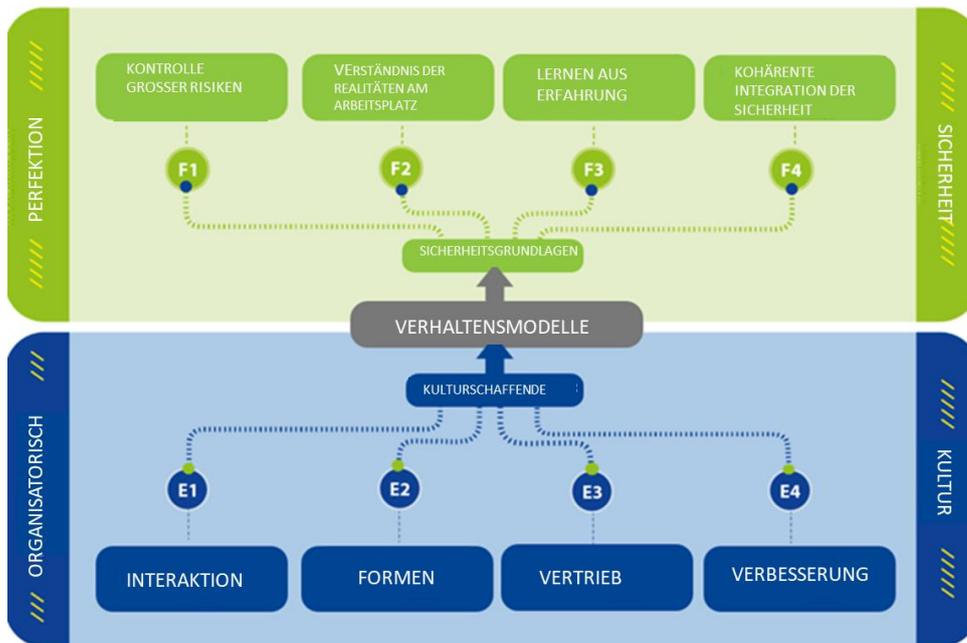


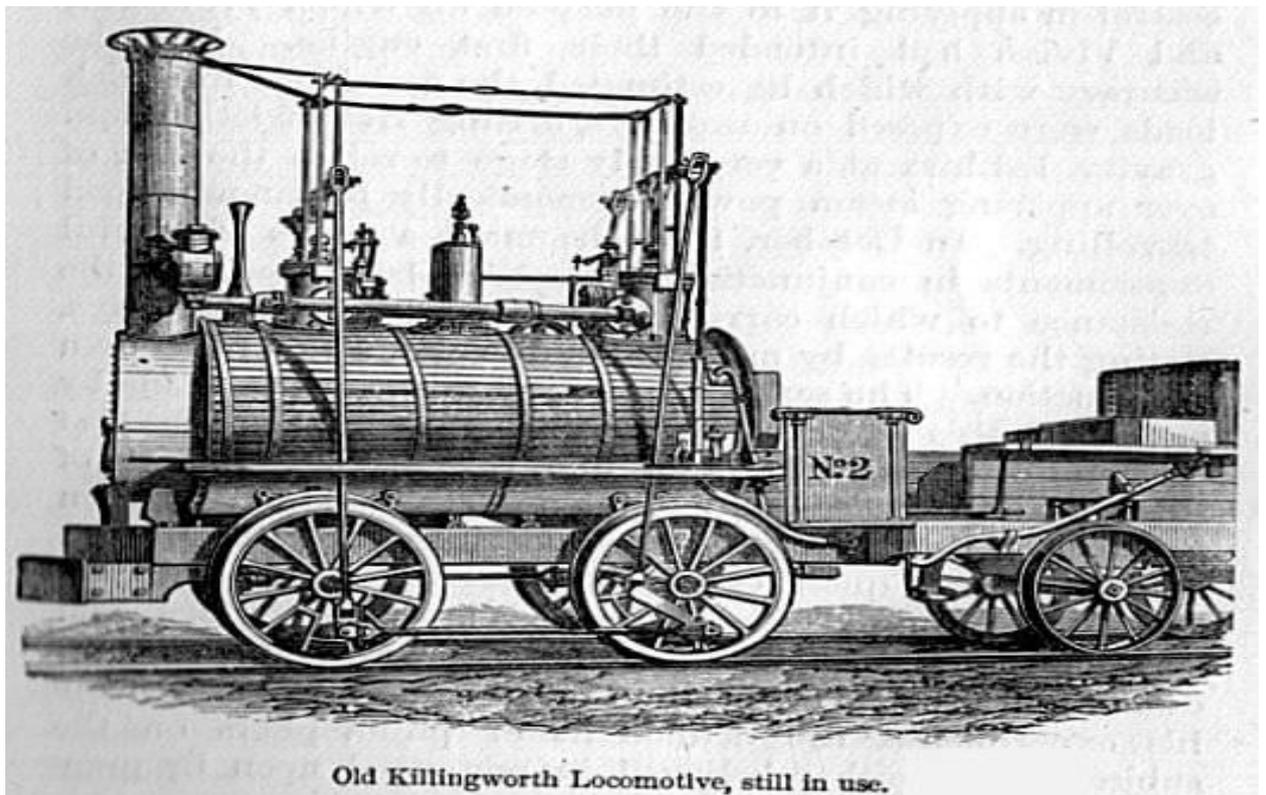
Abbildung 3.13 Hauptschema des Europäischen Modells der Sicherheitskultur im Eisenbahnverkehr (Eisenbahnagentur der Europäischen Union, 2020)

## ***ABSCHNITT:2 INFORMATIONEN ZUM SCHLEPPFAHRZEUG***

### **4. GESCHICHTE DER SCHIENENFAHRZEUGE**

Das erste Zugfahrzeug der Eisenbahn, die zu den Transportsystemen gehört, ist die Dampflokomotive. Im Jahr 1687 entdeckte Denis Papen die Kraft des Dampfes und James Watt die Kolbendampfmaschine. Im Jahr 1801 entdeckte der Amerikaner Oliver Evans die Zugkraft, indem er die Adhäsion zwischen dem Eisenrad und der Eisenschiene nutzte. 1813 bauten Willam Hadley und Timeteus Hackwort die erste Lokomotive, die auf Schienen fuhr, und George Stephenson begann mit dem Betrieb einer ähnlichen Maschine. 1815 verdoppelte George Stephenson, der den Souffleur zur besseren Traktion des Schornsteins erfand, die Leistung der Lokomotive, und 1830 konnte er eine Last von 17 Tonnen mit einer Geschwindigkeit von 16 km/h über eine Steigung von 1/96 ziehen, was damals als unmöglich galt.

Nach den oben kurz beschriebenen Etappen wurde die Eisenbahn in kürzester Zeit geboren und entwickelt und verbreitete sich, ausgehend von England, dem Geburtsort, über die ganze Welt. Der Urahn der Lokomotiven, die bei der Eisenbahn eingesetzt werden, kurz gesagt, der Zugmaschinen, ist die Dampflokomotive. Parallel zur natürlichen Entwicklung der Technik entstanden infolge der Entwicklung von Explosionsmotoren (Verbrennungsmotoren) und elektrischen Maschinen und ihrer Anwendung bei der Eisenbahn Diesel- und elektrische Triebfahrzeuge ( MEB , 2011).



Old Killingworth Locomotive, still in use.

*Abbildung 4.1 Erste Dampflokomotive Beispiele*

### **5. DEFINITIONEN VON FAHRZEUGEN DES EISENBAHNSYSTEMS**

Wir können die Fahrzeuge des Eisenbahnsystems im Allgemeinen wie folgt definieren.

**Abschleppfahrzeuge:** Es handelt sich um ein Fahrzeug, das die Funktion des Ziehens oder Schiebens entsprechend seinem Zweck mit einer auf seine Räder wirkenden mechanischen Kraft ausübt.

**Schleppende Fahrzeuge:** Fahrzeuge, die entsprechend ihrer Zweckbestimmung zur Beförderung von Gütern oder Personen bestimmt sind und durch Ziehen oder Schieben eines Zugfahrzeugs (Waggon oder Anhänger oder Trailer) bewegt werden

**Lokomotive :** Es handelt sich um ein Fahrzeug des Eisenbahnsystems, das sich durch eine mechanische Kraft auf seine Räder bewegt und die hinter oder vor ihm angeschlossenen Zugfahrzeuge mitbewegt.

**Automotrices (motorisierte Wagen):** Es handelt sich um ein Fahrzeug des Eisenbahnsystems, das sich mit Hilfe einer mechanischen Kraft auf seine Räder selbständig fortbewegt und gleichzeitig eine Transportfunktion ausübt.

**Zug:** Eine Kombination von Fahrzeugen des Eisenbahnsystems, bestehend aus einem oder mehreren gezogenen Fahrzeugen und gezogenen Fahrzeugen oder einem oder mehreren gezogenen Fahrzeugen.

**Zugverbände:** Es handelt sich um eine untrennbare Kombination von Fahrzeugen, die aus Automotrices/Autotrices (Motorwagen/Motorwagen) und Wagen gleicher Bauart (Trailer oder Anhänger) bestehen.

**Straßenbahnen:** Schienenfahrzeuge für den innerstädtischen Personenverkehr mit geringer Beförderungskapazität, die zusammen mit Straßenfahrzeugen im Mischverkehr eingesetzt werden.

**Stadtbahnssystem:** Es handelt sich um eine Zuggarnitur mit mittlerer Fahrgastkapazität, die auf den für den städtischen Personenverkehr vorgesehenen Strecken unter- oder oberirdisch verkehrt.

**Metro:** Es handelt sich um eine Zuggarnitur mit hoher Fahrgastkapazität, die auf den für den Personenverkehr in der Stadt vorgesehenen Strecken unter- oder oberirdisch verkehrt.

**Vorortzug** Es handelt sich um eine Zuggarnitur mit hoher Personenkapazität, die die Bahnstrecke für die Beförderung von Fahrgästen innerhalb der Stadt und zu weiter entfernten Orten nutzt.

## **6. ZÜGE**

Da wir das System aus gezogenen und geschleppten Fahrzeugen in Eisenbahnsystemen als Zug bezeichnen, werden Züge nach ihrem Beförderungszweck klassifiziert. Wenn der Zweck die Beförderung von Fahrgästen ist, werden sie als Personenzüge bezeichnet, wenn der Zweck die Beförderung von Gütern ist, werden sie als Güterzüge bezeichnet. Es gibt auch Züge, die sowohl Güter als auch Fahrgäste befördern, und diese werden als "gemischte Züge" bezeichnet.

### **6.1 PERSONENZÜGE**

Die Personenzüge auf der Schiene sind wie folgt unterteilt.

Vorortzüge,

Personenzüge im Fernverkehr,

Kurzstrecken-Personenzüge des Fernverkehrs, (Regionalzüge = Regional Train)

Fernverkehrs-Personenzüge, (Intercity-Züge = Intercity Train)

Internationale Fernverkehrszüge (International Train)

Personenzüge im Fernverkehr lassen sich nach ihrer Geschwindigkeit wie folgt einteilen.

- Postzüge, (langsame Personenzüge = Omnibuszüge)
- Expresszüge, (Express Train)
- Hochgeschwindigkeitszüge (Hochgeschwindigkeitszug).

Die Personenzüge setzen sich aus folgenden Kompositionen zusammen

Personenzüge, die aus einer Kombination von Lokomotiven und Personenwaggons bestehen,  
 Personenzüge mit Autotrikes (motorisierte Wagen),

Es handelt sich um Personenzüge, die aus einer Kombination von Automotoren und Wagen bestehen, die in Übereinstimmung mit den Automotoren konstruiert wurden und aus einer Serie bestehen, die wir Zuggarnitur (Zugserie) nennen.



*Abbildung 6 .1 Ein Personenzug*

## **6.2 GÜTERZÜGE**

Wie der Name schon sagt, werden Güterzüge aus verschiedenen Güterwagentypen für den bedarfsgerechten Transport unterschiedlicher Güterarten gebaut. Güterzüge werden entsprechend den Anforderungen gebaut;

Geschlossene Waggons,

Offene Waggons,

Erzwaggons

Getreidewaggons

Kohlewaggons,

Zisternenwaggons,

Plattformwagen,

Waggons für den Transport von Zement,

Kutschen mit Autos,

Sie bestehen aus Waggons, z. B. Spezialwagen, und werden von Lokomotiven gezogen.

Züge, die aus der gleichen Art von Wagen bestehen und die gleiche Art von Ladung befördern, werden als "Ganzzug" bezeichnet, Züge, die aus verschiedenen Arten von Wagen bestehen und verschiedene Arten von Ladung befördern, werden als "gemischter Zug" bezeichnet.

Wenn die zu befördernde Last nicht von einer einzigen Lokomotive befördert werden kann, werden zusätzliche Lokomotiven eingesetzt. Je nach Höhe des Gefälles (Rampe) der Bahnstrecke und der Zugfestigkeit des Gurtzeugs werden zusätzliche Lokomotiven vor, hinter oder zwischen ihnen eingesetzt. Diese Lokomotiven werden als Stütz- oder Vorspannlokomotiven bezeichnet.

### **6.3 KARMA-ZÜGE**

In Regionen, in denen nur wenig Personenverkehr stattfindet, ist die Anzahl der eingesetzten Personenwagen gering. In solchen Fällen werden hinter den Personenwagen Güterwagen angehängt, um die Traktionsleistung der Lokomotive zu maximieren. Auf diese Weise gebildete Züge werden als "Mixed Train" bezeichnet.

### **6.4 ANDERE ZÜGE**

Zusätzlich zu den oben genannten Zügen werden Züge, die für Straßenbau und -instandsetzung eingesetzt werden, als Arbeitszüge bezeichnet. Züge, die bei Entgleisungen (Entgleisung von Schienenfahrzeugen), Karambolagen (Zusammenstoß von zwei Zügen), Überschwemmungen und Naturkatastrophen eingesetzt werden, um die Bahn kurzfristig für den Verkehr zu öffnen, werden als Notfallzüge bezeichnet.

## **7. ZUGMASCHINEN**

Es gibt zwei Arten von Zugfahrzeugen, die je nach Zugtyp eingesetzt werden.

Lokomotiven

Motorisierte Waggons (Automotrices)

### **7.1 LOCOMOTIVES**

Lokomotiven werden für unterschiedliche Zwecke hergestellt und eingesetzt. Ihre Unterschiede beschränken sich auf die Geschwindigkeit, die Leistung und das Gewicht, und sie fallen unter dieselben Definitionen in Bezug auf die Energiearten und das Kraftübertragungssystem.

Lokomotiven können je nach ihrem Verwendungszweck wie folgt definiert werden

Lokomotiven für Personenzüge,

Universal-Lokomotiven,

Güterzuglokomotiven,

Kurzstreckenlokomotiven und Rangierlokomotiven,

Manövrieren von Lokomotiven.

Wenn die Diesellokomotiven, die in Personenzügen eingesetzt werden sollen, die hinter ihnen fahrenden Personenwagen mit elektrischer Energie versorgen sollen, müssen sie diese Leistung aus der Traktionsleistung beziehen, was zu einer Reduzierung der Traktionsleistung führt. Daher kann es auf Personenzüge mit nicht allzu vielen Wagen angewendet werden. Wenn die Anzahl der Wagen im Personenzug hoch ist und der Zug von einer Diesellokomotive gezogen wird, wird ein Diesel-Elektrogen-Gruppenwagen hinter der Lokomotive angeschlossen, um die Wagen mit elektrischer Energie zu versorgen. Dieser Wagen wird Generatorwagen genannt.

Auch wenn es noch in der Vergangenheit liegt, werden die Diesellokomotiven mit einem "Dampferzeuger" und einem Wassertank ausgestattet, wenn sie für die Beheizung von Personenzügen mit Diesellokomotiven verwendet werden sollen. In den alten Jahren, als in den Reisezugwagen nur mit Dampf geheizt wurde, wurde ein Dampferzeugerwagen an das Heck der Lokomotive angeschlossen. Dieser Wagen wird "Sofaj-Wagen" genannt.

### **7.1.1 PERSONENZUGLOKOMOTIVEN**

Bei Personenzügen ist das Gewicht der Züge nicht hoch, die Geschwindigkeit spielt bei diesen Zügen eine wichtige Rolle, und die Leistung wird hoch gewählt, um hohe Geschwindigkeiten zu erreichen. Die gewählten Geschwindigkeiten liegen bei maximal 200 km/h nach den heutigen Bahnstandards. Die Personenwagen, die an das Heck dieser Züge angeschlossen werden, sind ebenfalls für diese Geschwindigkeiten ausgelegt. Personenzüge nach den heutigen modernen Eisenbahnstandards,

Konventionelle Personenzüge,

Er wird als Hochgeschwindigkeits-Personenzug definiert.

Konventionelle Personenzüge (Conventional - Conventional) werden als Personenzüge bis 200 km/h definiert, während Züge über 200 km/h als Hochgeschwindigkeitszüge eingestuft werden.

Die ersten Hochgeschwindigkeitszüge der Welt wurden als Zugverbände hergestellt. An beiden Enden der Zuggarnitur befindet sich eine Lokomotive mit Führerstand, so dass an Bahnhöfen nicht rangiert werden muss. An den beiden Enden der neuesten Zuggarnituren werden jedoch Triebwagen anstelle von Lokomotiven eingesetzt. Auf diese Weise wird mehr Fahrgastkapazität in den Zugverbänden bereitgestellt.

Es wird auch nützlich sein, die Hochgeschwindigkeitszüge der Welt in Bezug auf unser Thema zu erkennen. Diese sind nach ihrer Anfangs- und Endgeschwindigkeit geordnet;

Japan : Shinkansen 210 km/h, 270 km/h, 310 km/h

Frankreich : TGV (Train Grand Vitesse) 235 km/h, 270 km/h, 300 km/h

Deutschland : ICE (Intercity Express) 250 km/h, 280 km/h, 300 km/h

Italien : Pandolino (Neigetechnikzug = Active Tilting) 270 km/h, 300 km/h

Spanien : TALGO (Neigetechnikzug = Passive Tilting) 220 km/h

Spanien: AVE 250 km/h

England - Frankreich : Eurostar 300 km/h

Korea : 300 km/h

Türkei : Hochgeschwindigkeitszug 250 km/h

Personenzuglokomotiven können Diesel- oder Elektrolokomotiven sein. Hochgeschwindigkeitszüge sind jedoch elektrifiziert, da mit Diesellokomotiven keine hohen Geschwindigkeiten erreicht werden können.



Abbildung 7.1 Hochgeschwindigkeitszug der Serie Velaro D von Siemens in der Türkei

### 7.1.2 UNIVERSALLOKOMOTIVEN

Universallokomotiven werden sowohl für die Beförderung von Güter- als auch von Personenzügen eingesetzt, hauptsächlich auf Güterbahnen. Ihre Gewichte werden so hoch gehalten, wie es die Achslast der Strecke für den Transport schwerer Lasten zulässt, und ihre Höchstgeschwindigkeit wird bei 120-140 km/h gewählt.

### 7.1.3 GÜTERZUGLOKOMOTIVEN

Bei Güterzügen spielt die Geschwindigkeit eine untergeordnete Rolle. So werden sie so schwer gebaut, wie es die Achslast der Strecke zulässt, um schwere Lasten zu ziehen. Da sie hauptsächlich für den Lastentransport bestimmt sind, spielt die Geschwindigkeit eine untergeordnete Rolle. Ihre Höchstgeschwindigkeit wird mit 70 - 90 km/h gewählt.

### 7.1.4 NAHVERKEHRS- UND RANGIERLOKOMOTIVEN

Diese Lokomotiven werden für die folgenden Zwecke eingesetzt.

- Sie manövrieren schwere Güterzüge.
- Sie befördern Personenzüge, die kurze Strecken zurücklegen und nicht schwer sind.
- Sie werden für den Transport schwerer Güterwagen von und zu Bahnhöfen in der Nähe großer Bahnhöfe oder auf Nebenstrecken eingesetzt.

### 7.1.5 MANÖVRIEREN VON LOKOMOTIVEN

Sie werden auch im Rangierdienst eingesetzt, der für die Vorbereitung von Personen- und Güterzügen in großen Bahnhöfen und für Personenzüge auf kurzen, aber nicht schweren Strecken erforderlich ist. Sie werden zum Rangieren in Bahnhöfen je nach Zuggewicht eingesetzt;

**Leichte Manövrierlokomotiven:** Sie werden im Rangierdienst auf Bahnhöfen eingesetzt, wo das Zuggewicht nicht hoch ist. Ihre Leistung schwankt zwischen 200 und 450 BG (BG = Pferdestärken).

**Mittelschwere Rangierlokomotiven:** Sie werden im Rangierdienst in Bahnhöfen eingesetzt, in denen schwerere Züge verkehren. Ihre Leistung variiert zwischen 450 - 650 BG Motorleistung.

**Schwere Rangierlokomotiven:** Diese Lokomotiven werden neben dem Rangierdienst auch für den Transport und die Zustellung von Güterwagen zu den Bahnstrecken anderer Organisationen eingesetzt, die sich in der Nähe des Bahnhofs befinden und die wir als Übertragungsstrecke bezeichnen. Ihre Leistung liegt zwischen 900 BG - 1100 BG Motorleistung. Kurzstrecken- und Rangierlokomotiven gehören zu dieser Klasse.

Rangierlokomotiven werden im Allgemeinen als Diesellokomotiven hergestellt.

## 8. KLASSIFIZIERUNG VON ZUGFAHRZEUGEN

Triebfahrzeuge in Eisenbahnsystemen können in verschiedene Typen eingeteilt werden. Diese Klassifizierungen gelten für alle Eisenbahn- und Stadtbahnfahrzeuge im Allgemeinen;

Je nach Energieart,

Je nach Stromübertragungsschema,

Er kann je nach Radanordnung hergestellt werden.

Obwohl sich die Fahrzeuge der Eisenbahnen und der Stadtbahnen in Bezug auf das System nicht sehr voneinander unterscheiden, können sie doch einige kleine Unterschiede aufweisen.

### 8.1 KLASSIFIZIERUNG NACH ENERGIEARTEN

Energie ist definiert als die Fähigkeit, eine Aufgabe zu erfüllen. Diese Fähigkeit liefert eine Leistung und diese Leistung liefert eine Kraft. Damit ein Zugfahrzeug sowohl sich selbst als auch die Waggons (Trailer = Romork) hinter oder vor sich ziehen/schieben kann, wird eine Kraft zwischen seinen Rädern und den Schienen in Abhängigkeit von der Adhäsion (Haftung) erzeugt. In Schienenfahrzeugen wird diese Kraft durch verschiedene Energiearten bereitgestellt, und seit der Entstehung von Schienenfahrzeugen wurden und werden je nach technologischer Entwicklung die folgenden schriftlichen Energiearten verwendet.

a) Mit Dampfenergie angetriebene Lokomotiven,

b) Dieselgetriebene Zugfahrzeuge,

c) Mit elektrischer Energie betriebene Zugfahrzeuge.

Obwohl es im Schienenverkehr Triebfahrzeuge gibt, die mit diesen drei Energiearten angetrieben werden, werden in städtischen Bahnsystemen nur Triebfahrzeuge eingesetzt, die mit elektrischer Energie betrieben werden.

#### 8.1.1 DAMPFLOKOMOTIVEN

Das erste Zugfahrzeug des Eisenbahnsystems sind Dampflokomotiven. Sie beruhen auf dem Prinzip, dass unter Druck stehende Dampfenergie einen Kolben bewegt und die lineare Bewegung des Kolbens über Pleuelstangen in eine Drehbewegung der Räder umgewandelt wird.

Dampfenergie wird durch flüssige oder feste Brennstoffe erzeugt, die Wasser auf eine bestimmte Temperatur und einen bestimmten Druck bringen. Als feste Brennstoffe werden Steinkohle, Braunkohle und Torf verwendet, und in früheren Jahren wurde auch Holz verwendet. Rohöl oder dickflüssiges Heizöl wird als Heizöl verwendet. Da das Wasser und der Brennstoff zur Erzeugung von Dampfenergie ebenfalls mitgeführt werden müssen, haben sie dafür einen eigenen Wagen hinter sich. Dieser Wagen wird "Tender" genannt. Bei Dampflokomotiven mit kleiner Leistung gibt es keinen

Tender, und der Wassertank und der Brennstofftank sind an der Vorderseite der Lokomotive angeschlossen.

Der Dampfbetrieb brachte viele Schwierigkeiten mit sich, wie z. B. die Schwierigkeit der Wartung, den Einsatz von übermäßigem Wartungs- und Fahrpersonal, den Transport von festen Brennstoffen von den Kohlebergwerken zu den Einsatzorten und von Heizöl von den Ölraffinerien sowie die Einrichtung von Wasseranlagen an bestimmten Punkten zur Wasserversorgung.

Dampflokomotiven mit hoher Leistung, die auf der Hauptstrecke eingesetzt werden, führen ihren Brennstoff und ihr Wasser in einem Waggon, dem Tender, mit. Aufgrund der Erschöpfung des Brennstoffs und der Tatsache, dass die Arbeitsstrecken (Entfernungen) gering sind, ist der Wirkungsgrad der Lokomotiven mit etwa 13-14 % gering, was einen teuren Betrieb zur Folge hat.

Die Tatsache, dass ihre Gleise niedrig sind, erfordert auch den Einsatz von mehr Lokomotiven, mehr Lokführerpersonal und mehr Wartungspersonal. In dieser Hinsicht sind Dampflokomotiven nicht für die heutigen wirtschaftlichen Bedingungen geeignet. In Ländern mit großen Kohlevorkommen gibt es sie jedoch immer noch, und in vielen Ländern, so auch in unserem Land, werden sie in nostalgischen Touristenzügen eingesetzt.



Abbildung 8.1 Eine Dampflokomotive

### 8.1.2 DIESELLOKOMOTIVEN

Dieseltriebfahrzeuge werden je nach Bedarf sowohl als Lokomotiven als auch als motorisierte Wagen (Automotrices) hergestellt. Als Energie wird Dieseldieselkraftstoff (Diesel) verwendet. Der Name der verwendeten Motoren lautet bereits Dieselmotor. Der Dieselmotor ist ein Verbrennungsmotor und die verwendeten Dieselmotoren haben je nach den Eigenschaften der Fahrzeuge unterschiedliche Konstruktionsstrukturen.

Handelt es sich bei dem Zugfahrzeug um eine Diesellokomotive, sind der/die Motor(en) ein Reihenmotor oder ein V-Motor und auf dem Fahrgestell montiert. Handelt es sich bei dem Zugfahrzeug um eine Diesel-Autotrix (Diesel-Motorwagen), so sind der Motor/die Motoren gekippt und unter dem Fahrgestell montiert. Dadurch stehen mehr Sitzplätze zur Verfügung und die Fahrgäste werden nicht durch Motorgeräusche gestört. In Hochleistungs-Dieseltriebzügen werden jedoch oberirdische Motoren verwendet.

Der in Diesellokomotiven verwendete Diesel wird von den Erdö Raffinerien mit Hilfe von Kraftstoffzisternen zum Einsatzort transportiert. Dies ist zwar ein Nachteil von Diesellokomotiven, aber da das Gewicht des transportierten Kraftstoffs viel geringer ist als bei Dampfzugmaschinen, sind auch die Transportkosten niedrig. Auch hier werden die Transportkosten durch die Vorteile von Ölpipelines weiter gesenkt. Ihr Wirkungsgrad liegt zwischen 70 und 75 %, je nachdem, ob sie dieselhydraulisch oder dieselelektrisch betrieben werden. Dieser Wirkungsgrad ist der Wirkungsgrad zwischen dem Dieselmotor und den Rädern, und wenn der thermische Wirkungsgrad des Dieselmotors berücksichtigt wird, beträgt der tatsächliche Wirkungsgrad etwa 35 % - 45 %.

Unter den Dieseltriebfahrzeugen haben vor allem Diesellokomotiven einen großen wirtschaftlichen Vorteil gegenüber Dampflokomotiven, da ihre Zugkraft höher ist als die von Dampflokomotiven und ihre Arbeitsgleise länger sind, so dass weniger Lokomotiven für den gleichen Transport benötigt werden und folglich weniger Wartungspersonal und weniger Fahrpersonal.

In Ländern mit großen Erdölvorkommen und -reserven sind dieselbetriebene Zugmaschinen nach wie vor vorherrschend. In Ländern mit geringen oder gar keinen Ölvorkommen ist dies jedoch ein teures Unterfangen. Auf Streckenabschnitten mit geringer Verkehrsdichte ist er jedoch nach wie vor im Vorteil.

Diesellokomotiven für den Fernverkehr werden in der Regel mit einem einzigen Führerstand hergestellt. Neben Diesellokomotiven mit einfachem Führerstand werden auch Diesellokomotiven mit beidseitigem Führerstand sowie Diesellokomotiven mit einem Führerstand in der Mitte hergestellt.

Dieselzugmaschinen werden auch als Autotmotris (motorisierte Wagen) hergestellt.



Abbildung 8.2 Eine dieselelektrische Lokomotive vom Typ DE 22000

### 8.1.3 MIT ELEKTRISCHER ENERGIE BETRIEBENE LOKOMOTIVEN

Elektrische Triebfahrzeuge werden je nach Bedarf sowohl als Lokomotiven als auch als motorisierte Waggons hergestellt. Wie der Name schon sagt, werden sie mit elektrischer Energie betrieben. Diese Fahrzeuge haben kein Problem mit der Speicherung und dem Transport von Energie, und elektrische Energie ist entlang der Bahnstrecke leicht verfügbar.

Straßenbahnen, Stadtbahnfahrzeuge und Metrofahrzeuge, die in der Stadt verkehren Triebwagen und Triebwagen der Vorortzüge und elektrische Zuggarnituren (einschließlich

Hochgeschwindigkeitszugarnituren) auf Eisenbahnstrecken, auf denen die Elektrifizierung hergestellt werden.

Je nach elektrischer Energie, Einsatzgebiet und Betriebsbedingungen werden in elektrischen Triebfahrzeugen unterschiedliche Stromarten und -werte verwendet. Diese sind

Gleichstromsysteme (DC)

Wechselstromsysteme (AC),

Obwohl es zwischen den Systemen Unterschiede in den Werten gibt, wählen die Länder aufgrund ihrer Arbeitsbedingungen oder Verpflichtungen ihre eigenen Werte. Lassen Sie uns nun diese Werte aufschreiben.

Gleichstromsysteme (DC)

1000 Volt, 1500 Volt, 3000 Volt bei Eisenbahnen

In städtischen Bahnsystemen: 660 Volt, 750 Volt, 1000 Volt, 1500 Volt

Wechselstromsysteme (AC)

Bei Eisenbahnen werden hohe Spannungen verwendet, um geringe Spannungsabfälle und Leistungsverluste zu gewährleisten. Diese Werte sind

15000 Spannungen (15 kV)  $16\frac{2}{3}$  Hz (Frequenzeinheit)

25000 Volt (25 kV) 50 Hz

20000 Volt (20 kV) 60 Hz)

In den Eisenbahnen unseres Landes wird ein elektrisches Energiesystem mit 25 kVAC (25000 VAC) und 50 Hz verwendet.

Warnung: Die in städtischen Bahnsystemen verwendete Stromart ist Gleichstrom (DC).

Bei den Eisenbahnen einiger Länder, auf Strecken mit hoher Verkehrsdichte, hat sich das elektrische System als das wirtschaftlichste System durchgesetzt. Vorteile gegenüber anderen Systemen;

Niedrige Energiekosten aufgrund des hohen Wirkungsgrads (ca. 80 %),

Niedrige Wartungs-, Reparatur- und Arbeitskosten,

Ihre Fähigkeit, auf sehr hohe Geschwindigkeiten zu beschleunigen.

Hohe Traktionsfähigkeit aufgrund der hohen Kräfte, die auf sie ausgeübt werden können, was zu weniger Fahrzeugen, weniger Fahrern und weniger Wartungspersonal führt,

Es hat viele Vorteile, wie z. B. die Bereitstellung von elektrischer Energie für die Waggons in Personenzügen,

Obwohl die hohen Anfangskosten der Anlage ein Nachteil sind, sind sie anderen Systemen in Bezug auf die niedrigen Betriebskosten und die rasche Deckung der Investitionskosten überlegen.



Abbildung 8.3 Eine elektrische Lokomotive des Typs E 68000

Wir haben betont, dass die Fahrzeuge des Urban Rail Systems ebenfalls elektrisch angetrieben sind, und zwar;

Straßenbahn

Stadtbahnsystem

Metro

kategorisiert als.



Abbildung 8.4 Ein elektrischer Triebzug des Typs E 23000

## 8.2 **KLASSIFIZIERUNG NACH ANTRIEBSSTRANG**

Die für die Traktionsfunktion erforderliche Radleistung wird durch eine Reihe von Komponenten aus der von den Stromquellen bezogenen Leistung bereitgestellt. Das Problem ist die Übertragung der Leistung auf die Räder. Diese Übertragung erfolgt bei Dampf-, Diesel- und Elektrosystemen je nach den Eigenschaften des Systems durch unterschiedliche Vorrichtungen. Abgesehen vom Dampfsystem sind die letzten Elemente, die die Kraft auf die Räder übertragen, bei Elektro- und Dieselsystemen notwendigerweise die Zahnradgruppe. Wir haben bereits erwähnt, dass ein Zugfahrzeug eine Energiequelle benötigt, um seine Schleppfunktion zu erfüllen. Diese Kraftquelle, je nach Energiesystem;

Bei Dampflokomotiven: Dampfkessel + Wasser- und Kraftstoffbehälter,

Dieselmotor + Dieseldieseltank in dieselgetriebenen Zugfahrzeugen,

Bei elektrischen Zugfahrzeugen ist es die entlang der Strecke verlaufende Energieleitung.

Bei Zugfahrzeugen erfolgt die Kraftübertragung auf die Räder über eines der folgenden Systeme.

- Mechanische Kraftübertragung bei Dampflokomotiven,

- Fahrzeuge, die Diesel ziehen

a) Mechanischer Antriebsstrang,

b) Hydraulisches Kraftübertragungssystem,

c) Elektrischer Antriebsstrang,

- Elektrischer Antriebsstrang in Elektro-Zugfahrzeugen.

Der Antriebsstrang von dieselektrischen Zugfahrzeugen und elektrischen Zugfahrzeugen ist natürlich elektrisch. In dieser Hinsicht sind ihre Antriebe einander ähnlich. Der Unterschied besteht darin, dass beim elektrischen System die Stromquelle die Stromleitung entlang der Strecke ist, während bei dieselektrischen Zugfahrzeugen das Fahrzeug seine eigene elektrische Energie durch den Dieselmotor und den elektrischen Generator erzeugt.

Entsprechend den oben genannten Kraftübertragungsschemata und Energiearten werden die Zugfahrzeuge wie folgt bezeichnet.

Dampflokomotiven,

Diesel-Zugmaschinen,

Dieselmechanische Triebfahrzeuge (DM) : Dieselmechanische Lokomotiven und dieselmechanische Automotoren

Dieselhydraulische Triebfahrzeuge (DH) : Dieselhydraulische Lokomotiven und dieselhydraulische Triebfahrzeuge

Diselelektrische Triebfahrzeuge (DE) : Diselelektrische Lokomotiven und diselelektrische automotrices

c) Elektrische Triebfahrzeuge (E) : Elektrische Lokomotiven und elektrische Automobile.

### **8.3 KLASSIFIZIERUNG NACH DER ANORDNUNG DER RÄDER**

Ein Schienenfahrzeug, egal ob es sich um ein Zugfahrzeug oder ein gezogenes Fahrzeug handelt, kann sich auf den Schienen nur mit den Rädern bewegen, die sich unter der Schiene befinden und für das Profil der Schiene geeignet sind.

Die Räder sind auf beiden Seiten einer zylindrischen Welle, die Achse genannt wird, fest montiert und drehen sich mit der gleichen Anzahl von Umdrehungen. Ein System, das aus einer Achse und zwei Rädern besteht, wird als Radsatz bezeichnet. Radsätze;

Kutschenräder, (Gepäckträgerräder = Gepäckträgerräder)

Motorische Räder werden in zwei Kategorien unterteilt (motorisierte Räder = angetriebene Räder).

Waggonradsätze werden auf Waggonen verwendet, können aber auch auf Lokomotiven und Triebfahrzeugen (Motorwagen) je nach den für das System erforderlichen Zugfahrzeugsystemen eingesetzt werden.

Die Antriebsräder sind die Räder, die die Traktionsfunktion erfüllen, und diese Räder haben ein Getriebe, das als Traktionsgetriebe (Achsgetriebe) bezeichnet wird, unabhängig davon, ob es sich um ein dieselmechanisches, dieselhydraulisches, dieselektrisches oder elektrisches Zugfahrzeug handelt. Das bedeutet, dass das letzte Element der Kraftübertragung bei Zugfahrzeugen ein mit der Achse verbundenes Getriebe ist. Angetriebene Räder werden auch als Antriebsräder ir bezeichnet.

Die Anordnung der Räder von Zugfahrzeugen wird nach bestimmten Regeln festgelegt. Eine dieser Regeln ist die Anzahl der Räder von der Seite gesehen.

#### **8.3.1 DEFINITION DES ABSCHLEPPENS VON FAHRZEUGEN AUF RÄDERN**

Dampflokomotiven, kleine dieselbetriebene mechanische und dieselhydraulische Rangierlokomotiven und kleine dieselhydraulische Triebfahrzeuge bewegen sich auf zwei oder mehr Radsätzen und werden als Achsfahrzeuge definiert. Achsensysteme sind nicht für sehr hohe Geschwindigkeiten geeignet.

Bei Achssystemen wird die Kraft einem Rad zugeführt, und wenn es mehr als ein angetriebenes Rad gibt, wird die Kraft vom Hauptrad auf die anderen Räder durch Verbindungsstangen oder Kardanwellen übertragen. Das angetriebene Hauptrad, dem die Kraft zugeführt wird, wird als "Motris-Rad" bezeichnet, und die anderen angetriebenen Räder, die die Kraft vom Motris-Rad erhalten (und eine Drehbewegung ausführen), werden als "gekoppelte" Räder bezeichnet.

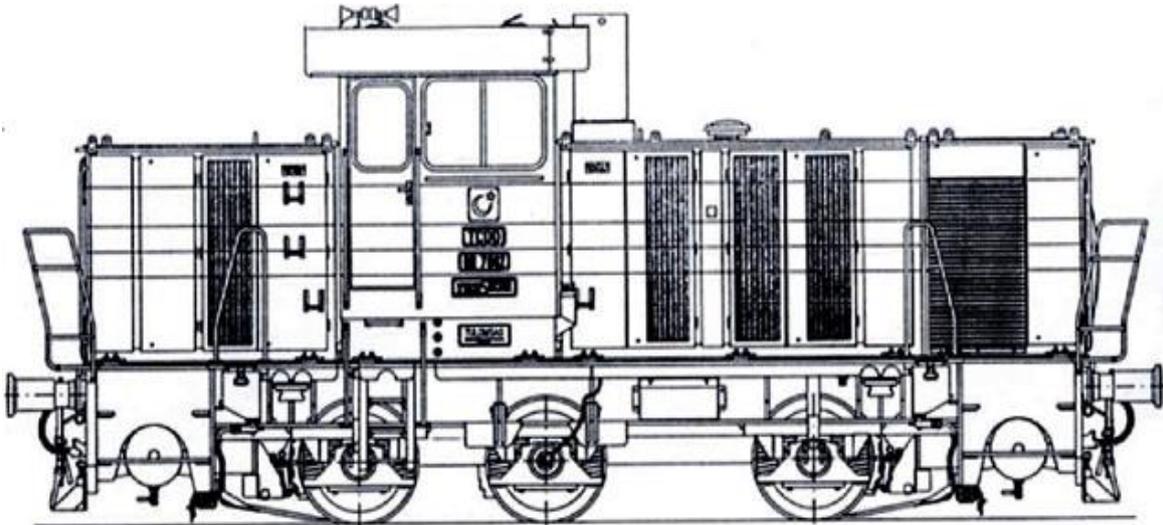


Abbildung 8.5 Eine 3-achsige Lokomotive vom Typ DH 7000

### 8.3.2 DEFINITION VON RADANORDNUNGEN BEI DREHGESTELL-ZUGMASCHINEN

Drehgestelle können als Fahrwerke oder einfach als Wagen mit mehr als einer Achse definiert werden, die das Fahrzeug tragen. Drehgestelle werden bei Strecken-, dieselhydraulischen, dieselektrischen, dieselektrischen, elektrischen Lokomotiven und Triebfahrzeugen, Rangierlokomotiven und Stadtbahnfahrzeugen eingesetzt.

Obwohl Achsensysteme nicht für hohe Geschwindigkeiten geeignet sind, ist es ein Vorteil, dass Drehgestellssysteme für hohe Geschwindigkeiten geeignet sind und sich leichter an die Rippen anpassen. Drehgestelle ;

Drehgestelle, die die Traktionsfunktion erfüllen (motorisierte Drehgestelle = angetriebene Drehgestelle)

Sie werden in Drehgestelle unterteilt, die die Transportfunktion übernehmen (Gepäckträger-Drehgestelle = Porter-Drehgestelle).

Drehgestelle sind auch an Güter- und Personenwagen angepasst, aber da Wagen nur die Transportfunktion erfüllen, sind die in ihnen verwendeten Drehgestelle Drehgestelle, die nur die Transportfunktion erfüllen. Unabhängig davon, ob es sich um motorisierte (angetriebene) oder Trägerdrehgestelle handelt, hat ein Drehgestell mindestens zwei Achsen (zwei Radsätze) und höchstens drei Achsen (drei Radsätze).

Die Regeln der UIC gelten auch für die Definition von Drehgestellssystemen. Auch hier bezeichnen die Buchstaben die Achsen (Radsätze), die die Traktionsfunktion erfüllen, und die Zahlen die Achsen (Radsätze), die die Transportfunktion erfüllen.

Die Reihenfolge der Buchstaben des Alphabets gibt die Anzahl der Achsen eines Drehgestells an (z. B. B = 2 und C = 3).

Das bedeutet, dass es so viele Drehgestelle wie Buchstaben gibt.

Steht ein (') über dem Buchstaben, bedeutet dies, dass das Drehgestell mit Drehgestellantrieb und die Achsen des Drehgestells von einem einzigen Motor angetrieben werden.

Steht über dem Buchstaben ein (o) neben dem Zeichen ('), bedeutet dies, dass jede Achse von einem eigenen Motor angetrieben wird.

Wenn anstelle eines Buchstabens eine Zahl steht, handelt es sich um ein nicht angetriebenes Drehgestell, und die Zahl gibt die Anzahl der Achsen an.

Zum Beispiel: B' 2 , 1A'o A'o1 , C' C' , B'o B'o , B'o 2 , B'o B'o B'o B'o , C'O C'O , ... etc

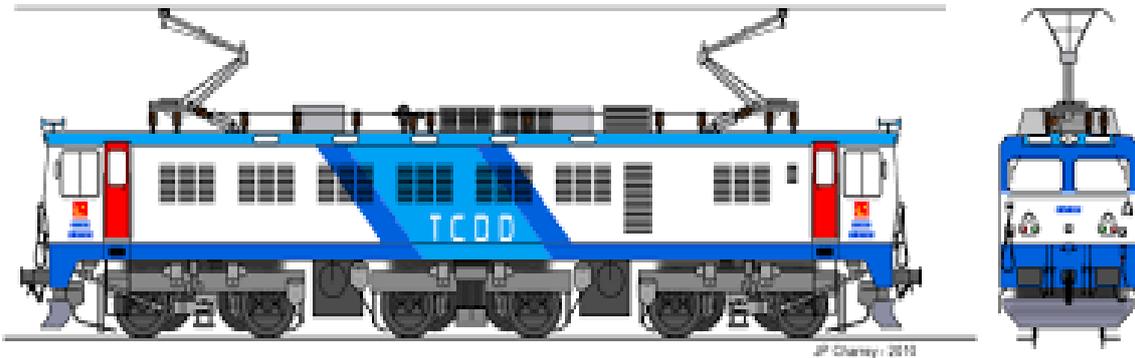


Abbildung 8.6 Eine E 43000-Lokomotive mit BoBoBo-Drehgestellanordnung

## 9. GEMEINSAME STRUKTUR DER FAHRZEUGE DES EISENBAHNSYSTEMS

Obwohl sich Abschleppdienste und abgeschleppte Fahrzeuge je nach Art der Dienstleistung unterscheiden, haben sie in vielen Bereichen eine gemeinsame Struktur. Diese gemeinsame Struktur,

Laufradsätze (Radsätze)

Hauptträger (Fahrgestell)

Brustkorb (Verkleidung = Schutz)

(Das Fahrgestell und das Chassis zusammen werden als Fahrzeugaufbau definiert).

Da abgeschleppte Fahrzeuge nur die Transportfunktion erfüllen, haben sie keine sehr komplexe Struktur. Dagegen haben Zugfahrzeuge eine komplexere Struktur, da sie auch die Schleppfunktion erfüllen. Diese Merkmale von Zugfahrzeugen führen dazu, dass das Fahrzeug schwerer ist als gezogene Fahrzeuge, d. h. die Achslast ist höher. Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal zwischen Lokomotiven und Triebfahrzeugen (motorisierte Wagen) ist, dass Triebfahrzeuge eher Personenwagen ähneln.

### 9.1 GEMEINSAMKEITEN ZWISCHEN DEN MARSCHGRUPPEN

Die Fahrwerke tragen nicht nur die gesamte Last der Schienenfahrzeuge, sondern sorgen auch für deren Bewegung. Je nach Anordnung der Räder in Zugfahrzeugen gibt es auch Fahrwerke, die sowohl die reine Transportfunktion als auch die Zugfunktion erfüllen. Bei gezogenen Fahrzeugen (Waggons) übernimmt das Fahrwerk nur die Transportfunktion.

Es kann sich um Fahrwerke, Achs- oder Drehgestellsysteme handeln. Die rasante Entwicklung der Bahntechnik hat diesen Fahrzeugen jedoch hohe Geschwindigkeiten beschert. Wenn sich die begrenzten Geschwindigkeiten von Achsaggregaten und der zunehmende Wunsch der Menschen nach komfortablem Reisen überschneiden, hat sich auch die Produktion von Personenzugfahrzeugen von Achsaggregaten auf Drehgestellsysteme verlagert. In diesem Zusammenhang werden nur Drehgestellsysteme hervorgehoben.

#### 9.1.1 BOGIES (BOGIE)

In der einfachsten Definition wurden Drehgestelle als Wagen definiert, die sich mit Hilfe der darunter liegenden Räder auf den Schienen bewegen und die gesamte Last der Schienenfahrzeuge tragen. Ein Drehgestell hat mindestens zwei Achsen (zwei Radsätze) und höchstens drei Achsen (drei

Radsätze), während ein Zugfahrzeug mindestens zwei Drehgestelle und höchstens drei Drehgestelle hat und die Gesamtzahl der Achsen sechs nicht überschreitet. Bei gezogenen Fahrzeugen gibt es zwei Drehgestelle mit höchstens zwei Achsen.

Die Drehgestelle, die in leichten Lokomotiven, d. h. Personenzuglokomotiven und Autotrix (motorisierte Wagen) und Waggons, Stadtbahnfahrzeugen, Vorortzügen und Hochgeschwindigkeitszügen verwendet werden, sind zweiachsige (B) Drehgestelle, und die Anzahl der Drehgestelle beträgt zwei (B B) pro Fahrzeug.

Alle Achsen von Zugfahrzeugen können sowohl über Drehgestelle (motorisierte Drehgestelle) verfügen, die die Traktionsfunktion übernehmen, als auch über Drehgestelle, die die Trägerfunktion erfüllen.

Schwere Lokomotiven haben zwei Drehgestelle mit drei Achsen oder drei Drehgestelle mit zwei Achsen.

Die Drehgestelle eines Zugfahrzeugs mit Traktionsfunktion sind identisch und können austauschbar verwendet werden.

Die Traktionsdrehgestelle (Motordrehgestelle) und die Trägerdrehgestelle der Automotrices sind in ihrer Struktur identisch.

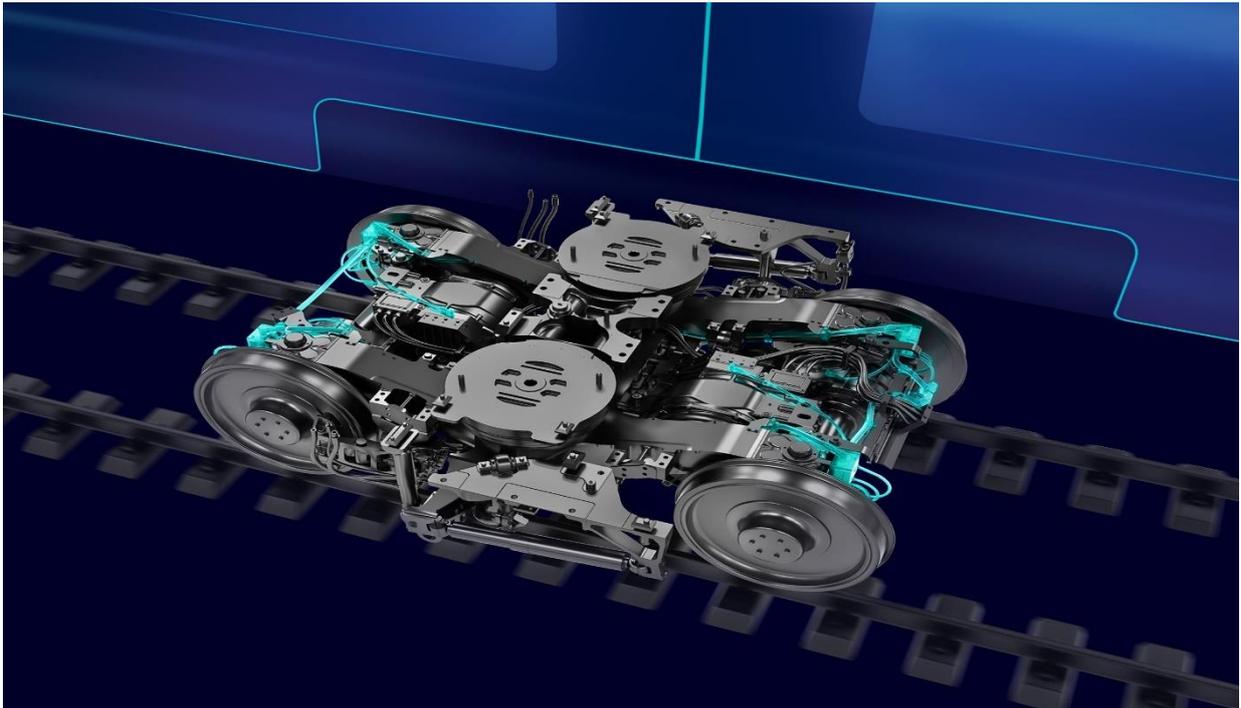
Drehgestelle stehen unter dem Einfluss der folgenden Kräfte und sind so konstruiert, dass sie diesen Kräften standhalten.

Wenn das Fahrzeug steht, wirken nur die vertikalen Kräfte, die auf das Gewicht des Fahrzeugs zurückzuführen sind,

Zusätzliche vertikale dynamische Kräfte von der Straße während der Fahrt (Radialkräfte)

Seitliche (axiale) Kräfte, die durch die Zentrifugalkraft auf Kurven entstehen,

Axialkräfte durch Rollen beim Start und beim Bremsen und Leistungsänderungen, (Rollen = Ruck)



*Abbildung 9.1 Ein Drehgestell des Typs Y32*

Drehgestelle werden in Stahlguss- oder Kastenblechbauweise hergestellt. Aufgrund der Schwierigkeiten bei der Herstellung von Gussdrehgestellen und der Entwicklung der Schweißtechnik werden Drehgestelle heute jedoch in Blechbauweise hergestellt.

Neben der Funktion, die Last der Fahrzeuge zu heben und zu tragen, tragen die Drehgestelle auch die folgenden Teile.

Sie tragen die Dämpfer (Aufhängungen), die notwendig sind, um zu verhindern, dass die dynamischen Kräfte, die auf die Räder eines fahrenden Fahrzeugs wirken, auf das Drehgestell übertragen werden (Primärdämpfer = Primäraufhängungen).

Sie tragen die notwendigen Dämpfer (Aufhängungen), um die aus verschiedenen Richtungen einwirkenden Kräfte zu absorbieren und nicht auf das Fahrgestell (Zugmaschine) zu übertragen, auf dem sie getragen wird (Sekundärdämpfer = Sekundärfederung).

In den Kraftübertragungssystemen von dieselhydraulischen und dieselmechanischen Fahrzeugen sind sie Träger der Achsschaltungen, in den elektrischen Kraftübertragungssystemen tragen sie die Fahrmotoren und Getriebe.

Sie verfügen über die notwendige Bremsausrüstung zum Anhalten und Abbremsen von Fahrzeugen.

Sie tragen die Düsen (Nozzle) des zu versprühenden Sandes, um die Haftung zwischen der zur Minimierung des Rad-/Schienenverschleißes verwendeten Spurkranzschmieranlage und der Radschiene zu erhöhen.

Sie tragen die Magnete und Antennen der automatischen Zughaltesysteme (ATS) und der automatischen Zugsteuerung (ATO) in modernen Schienenfahrzeugen.

Die Stahlbürsten, die die gefährlichen Materialien, die sich auf dem Gleis befinden können, entfernen und die als Steinschräumer bezeichnet werden, sind ebenfalls mit dem Drehgestell verbunden.

Drehgestelle sind sehr wichtig und das am schwierigsten zu konstruierende Bauteil sowohl bei Zugfahrzeugen als auch bei gezogenen Fahrzeugen. Ein sehr gut konstruiertes und hergestelltes Drehgestell minimiert den Verschleiß von Rad und Schiene und verhindert auch die Riffelung der Schienen. Insbesondere für Schmalspurbahnen wurden "selbstlenkende" Drehgestelle entwickelt und erfolgreich eingesetzt.

## **9.2 GEMEINSAME MERKMALE NACH ANTRIEBSART**

Die Zugmaschine (Fahrgestell) ist eine Plattform, die auf den Drehgestellen von gezogenen und geschleppten Fahrzeugen sitzt und eine Transportaufgabe erfüllt, und im Allgemeinen gibt es keine großen Unterschiede zwischen gezogenen und geschleppten Fahrzeugen.

Die Hauptaufgabe des Fahrgestells von Zugfahrzeugen besteht nicht nur darin, die Haupt- und Hilfskomponenten zu tragen, sondern sie ändert sich auch je nach den von den Zugfahrzeugen erbrachten Leistungen. Diese Änderungen sind wie folgt.

Bei Zugfahrzeugen, die nur als Lokomotiven dienen, tragen sie die Haupt- und Hilfskomponenten, die die Lokomotive für die Erfüllung der Zugfunktion benötigt.

Bei Automotrices (Motorwagen) dienen sie nicht nur zur Aufnahme der für die Zugfunktion erforderlichen Haupt- und Hilfskomponenten, sondern auch als Basis für die erforderlichen Sitz- und Stehplätze der Fahrgäste. Bei dieser Art von Fahrzeugen sind die Haupt- und Hilfskomponenten in der Regel unter dem Hauptwagen angeordnet, damit die Fahrgäste nicht durch Lärm gestört werden und mehr Sitz- und Stehplätze zur Verfügung stehen.

Bei Zugfahrzeugen werden Ausrüstungen wie Rohrleitungen, Stromkabel, elektrische Steuerkabel usw., die mit der Brems- und Luftausrüstung zusammenhängen, entweder unter und/oder über der Zugmaschine verlegt.

Je nach Energieart, Antriebsstrang, Achsanordnung und Bremssystem des Zugfahrzeugs ist die Zugmaschine wie folgt ausgestattet.

- In dieselektrischen Zugfahrzeugen;

Gruppe Dieselmotor/Generator,

Kompressor/Kompressoren,

Kühlgebläse für den Fahrmotor (falls vorhanden)

Elektrische/elektronische Geräte,

Kühler für die Motorkühlung,

Akkumulatorenbatterie und Ladegeräte

Luftbehälter für Bremsen und andere Werkzeuge,

Ausrüstung der Bremsen,

Andere Geräte, die für den Betrieb des Systems erforderlich sind.

- Elektrische Zugmaschinen;

Transformatoren und Transformatorenkühlgruppen, (in Wechselstromsystemen)

Kompressor/Kompressoren,

Elektrische/elektronische Geräte,  
 Kühlgebläse für den Fahrmotor (falls vorhanden)  
 Akkumulatorenbatterie und Ladegerät,  
 Luftbehälter, die zum Bremsen und für andere Zwecke verwendet werden,  
 Ausrüstung der Bremsen,  
 Andere Geräte, die mit dem Betrieb des Systems zusammenhängen.

Aufgrund des Gewichts der oben genannten Bauteile sind die Hauptträger (Fahrgestelle) so berechnet, dass sie sich nicht durchbiegen lassen (Biegung). Um die Durchbiegung auszugleichen, wird bei der Produktion ein gewisses Maß an Durchbiegung nach oben gegeben. Darüber hinaus wird das Gewicht der oben beschriebenen Komponenten gleichmäßig auf die Zugmaschine verteilt, um eine ausgewogene Haftung zu gewährleisten.

### **9.2.1 AUFBAU DER ANTRIEBSMASCHINE (FAHRGESTELL)**

Wenn Zugfahrzeuge und gezogene Fahrzeuge stillstehen, wirkt auf die Zugmaschine (Fahrgestell) eine statische Kraft. Bei diesen Kräften handelt es sich um vertikale Kräfte, die durch das Gewicht der Bauteile oberhalb oder unterhalb der Zugmaschine wirken. Die Zugmaschine, die auf beiden Seiten auf Drehgestellen gelagert ist, versucht sich unter dem Einfluss dieser vertikalen Kräfte zu verbiegen (Durchbiegung).

In fahrenden Fahrzeugen treten neben den vertikalen Kräften auch vertikale dynamische Kräfte sowie horizontale und axiale multidirektionale Kräfte auf. Die Antriebsmaschine ist so ausgelegt, dass sie diesen multidirektionalen Kräften und Verformungen (Deformationen) bei Zusammenstößen bis zu einer bestimmten Geschwindigkeit bei unerwünschten Unfällen und schweren Pufferereignissen nicht ausgesetzt ist. So sind beispielsweise die Fahrgestelle von Lokomotiven für eine Druckkraft von 200 Tonnen und die Fahrgestelle von Straßenbahnen für eine Druckkraft von 60 Tonnen ausgelegt. Sie werden in Schweißkonstruktion aus Hauptträger-Stahlguss oder Profilstählen hergestellt.

### **9.2.2 BUMPERS**

Beim Betrieb von gezogenen und gezogenen Fahrzeugen miteinander, d. h. bei der Bildung eines Zugsystems, stören eine Reihe von Kräften die Stabilität des Zugsystems. Lassen Sie uns kurz untersuchen, was diese negativen Kräfte sind.

Bei Zugbildungsmanövern wirken beim Verbinden der Fahrzeuge untereinander Kräfte parallel zur Schienenachse auf die Fahrzeugrahmen.

In einem fahrenden Zug treten im Moment des Bremsens unterschiedliche Kräfte parallel zur Schienenachse zwischen den Fahrzeugen auf, die auf die unterschiedlichen Bremskräfte der verschiedenen Arten von Zug- und Anhängfahrzeugen zurückzuführen sind, die den Zug bilden.

Wenn der Zug über Rampen abwärts fährt, führen die Kräfte in Abwärtsrichtung aufgrund der Rampen zu Druckkräften der Fahrzeuge gegeneinander, wiederum parallel zur Gleisachse.

Es sind diese Kräfte, die negativ sind;

In Personenzügen: Störung der Fahrgäste durch Erschütterungen, d.h. Verschlechterung des Fahrgastkomforts,

Bei Güterzügen kann die Ladung in den Waggons verrutschen, wodurch sich die Stabilität des Fahrzeugs verschlechtern und eine Entgleisung verursachen kann,

Sie bewirken, dass die Ausrüstung von Schleppern oder geschleppten Fahrzeugen aufgrund von Vibrationen nicht funktioniert.

Die oben beschriebenen negativen Kräfte müssen teilweise oder vollständig beseitigt werden. Es ist jedoch nicht möglich, diese Kräfte vollständig zu eliminieren, aber sie werden gedämpft, um ihre Auswirkungen zu verringern. Die Elemente, die den Dämpfungsprozess durchführen, werden "Puffer" genannt.



*Abbildung 9.2 Puffer der Lokomotive Typ DE 11000*

Da die Puffer der Fahrzeuge in einem fahrenden Zug in ständigem Kontakt zueinander stehen, sind sie gewölbt, um keine Reibungskräfte zu erzeugen und Verschleiß zu vermeiden. Auch die Höhen zwischen dem Schienenkorken und den Puffern sollten innerhalb bestimmter Toleranzen liegen, damit sie während der Fahrt nicht aneinander kleben bleiben. Der Internationale Eisenbahnverband (UIC) hat in dieser Hinsicht viele Einschränkungen eingeführt.

### **9.2.3 ZUGSYSTEM**

Damit das gezogene Fahrzeug hinter dem Zugfahrzeug oder die gezogenen Fahrzeuge sich gegenseitig ziehen können, ist eine Zugvorrichtung erforderlich. Diese Vorrichtung wird in der Mitte jeder Seite der Zug- und Abschleppfahrzeuge mit der Zugmaschine (Fahrgestell) verbunden.

Im Gegensatz zu Stoßfängern sind Zugvorrichtungen Elemente, die gegen Zugkraft elastisch sind. Die Haken, die die Verbindung herstellen, sind mit einem elastischen Paket unter dem Fahrgestell verbunden; dieses Paket wird als "Traktionspaket" bezeichnet. Die Elastizität in diesem Paket wird durch konische Schraubenfedern oder Ringfedern gewährleistet. In den letzten Jahren wurden auch Elastikpakete verwendet.

Die klassischen Zuggeschirre, die in der Eisenbahn verwendet werden, werden in verschiedenen Zugkapazitäten unter Berücksichtigung der Betriebsbedingungen hergestellt. Diese sind als 65-Tonnen-, 70-Tonnen-, 85-Tonnen- und 100-Tonnen-Gurtzeuge bekannt.

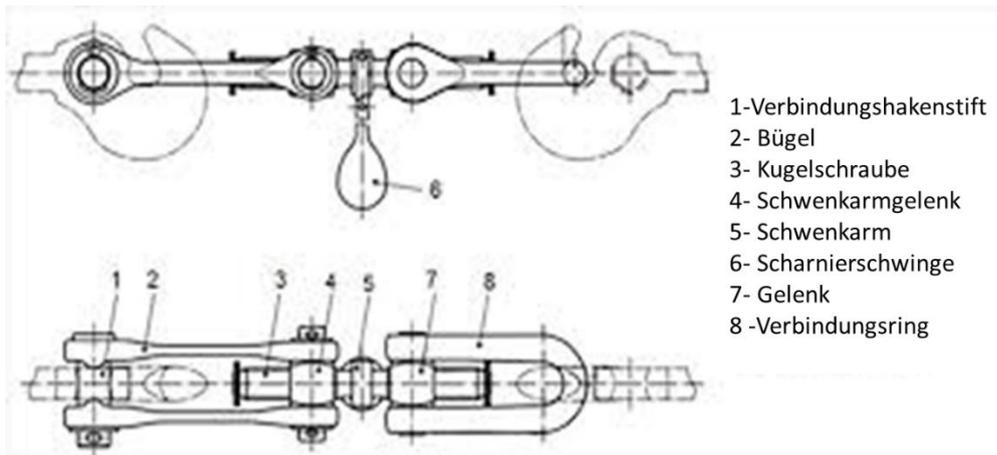


Abbildung 9.3 Hakengriff-Gurtzeug

Die größte Belastung der Gurte erfolgt auf den Rampen. Aus diesem Grund werden auf Hochrampenbahnen hochwertige Zugmaschinen eingesetzt. Die große Anzahl von Hochrampenstrecken bei den türkischen Eisenbahnen erforderte beispielsweise den Einsatz von 100-Tonnen-Zuggeräten.

Bei diesen Gurten handelt es sich um klassische Gurte, während halbautomatische Zugvorrichtungen mit höherem Zugwiderstand (200 Tonnen, 300 Tonnen usw.) vor allem zum Ziehen schwerer Waggons verwendet werden. Bei halbautomatischen Zuggeschirren werden die mechanischen Verbindungen automatisch und die Bremsluftverbindungen manuell hergestellt. Diese Gurte zeichnen sich dadurch aus, dass sie nicht nur gegen Zug, sondern auch gegen Druck wirken, d. h. sie wirken auch als Puffer. Diese Art von Zuggeschirren wird auch als halbautomatische Kupplung bezeichnet.



Abbildung 9.4 Halbautomatisches Gurtzeug

Parallel zur technologischen Entwicklung ersetzen halbautomatische und automatische Traktionsvorrichtungen (automatische Kupplungen) die herkömmlichen Traktionsvorrichtungen im Eisenbahnverkehr.

Die als halbautomatische Kupplungen vorgestellten Kupplungen (Gurtzeuge) werden bei klassischen Eisenbahnen eingesetzt, genauer gesagt bei Systemen, die aus Lokomotiven und Waggons bestehen. Sie sind nur für Traktion und Kompression ausgelegt. Die Bremsschläuche werden manuell angeschlossen.

Vollautomatische Kupplungen (Kabelbäume) hingegen sorgen automatisch für die notwendigen Druckluftanschlüsse zum Ziehen und Drücken sowie für die elektrischen Steuerungen und Bremsen. Diese Art von Kupplungen werden an den gesteuerten Wagen an beiden Enden der im MU (Multiple Unit = Mehrfachbetrieb) betriebenen Automotrices und an beiden Enden der Zugreihe eingesetzt. Die Verbindungen zwischen den Waggons werden durch halbstarre Kabelbäume hergestellt. Bei halbfesten Kabelbäumen werden die mechanischen Verbindungen, die Luftverbindungen und die elektrischen Verbindungen bei der Trennung und Verbindung der Wagen manuell hergestellt.

Automatische Gurtzeuge und halbstarre Gurtzeuge;

Zu den Vorortbahn-Garnituren,

Personenzuggarnituren in Serie,

Hochgeschwindigkeitszüge,

Straßenbahnen,

Stadtbahngarnituren,

Sie werden auf Metro-Sets angewendet.

Die mechanischen Verbindungen der halbautomatischen Gurtzeuge und die mechanischen, elektrischen und pneumatischen Verbindungen der vollautomatischen Gurtzeuge erfordern keine menschliche Arbeitskraft. Die Gurte werden automatisch verriegelt, wenn ein Zug mit einer Geschwindigkeit von 3-5 km/h auf einen stehenden Zug auffährt. Die Entriegelungsvorgänge können mit einem einzigen Bedienelement vom Führerstand aus oder manuell von unten durchgeführt werden.



Abbildung 9.5 Vollautomatischer Kabelbaum

#### 9.2.4 KISTE (KAROSSERIE)

Bei Triebfahrzeugen dient die Karosserie dem Schutz der Haupt- und Nebenaggregate und fungiert bei Motorwagen (Automotrices) als Fahrgastraum. In städtischen Schienenverkehrssystemen, insbesondere in Niederflur-Straßenbahnen, sind viele elektrische und elektronische Geräte auf dem Dach der Motorhaube untergebracht, da unter dem Fahrgestell kein Platz vorhanden ist.

Der Fahrer, der für die Steuerung des Zugfahrzeugs verantwortlich ist, befindet sich in der Kabine in Fahrtrichtung und vor dem Fahrzeug.

Karosserien werden je nach den Merkmalen des Fahrzeugs aus verschiedenen Blechmaterialien hergestellt. Das Motorhaubenskelett aus Materialien wie Stahl oder Edelstahl ist mit dem Hauptträger verbunden. Der Verschluss besteht aus Edelstahl- oder Qualitätsstahlblechen oder Paneelen aus Aluminiumlegierungen.

Da Automotrices (motorisierte Wagen) und von Automotrices abgeleitete Zugverbände für die Personenbeförderung hergestellt werden, sind sie mit Türen und Fenstern an den Seiten ausgestattet. Da sich bei Lokomotiven die Haupt- und Hilfskomponenten im Inneren des Wagenkastens befinden, sind an den Seiten geeignete Lüftungsfenster für deren Belüftung angebracht. Um das Eindringen von Staub und Wasser durch diese Fenster zu verhindern, werden Luftfilter eingebaut. Bei Lokomotiven wird der Bereich innerhalb der Karosserie, in dem die Komponenten untergebracht sind, als Maschinenraum bezeichnet.

### **9.2.5 FAHRERKABINE**

Die Führerstände werden unter Berücksichtigung der Betriebsbedingungen und der Produktionskosten auf unterschiedliche Weise gestaltet. Alle vom Triebfahrzeugführer gesteuerten Traktions-, Brems-, Heizungs-, Signal- und Meldeanlagen des Zugfahrzeugs sowie die erforderlichen Sicherheitsanzeigen und Kontrollinstrumente und das Zugsteuerungs- und -überwachungssystem sind im Führerstand untergebracht.

Bei Lokomotiven, die im Schienenverkehr eingesetzt werden, gibt es drei Arten von Führerständen.

- Lokomotiven mit Führerstand auf einer Seite,
- b) Lokomotiven mit Führerstand auf beiden Seiten,
- c) Lokomotiven mit Führerstand in der Mitte.

## **10. KOMPONENTEN, DIE IN SCHLEPPFAHRZEUGEN VERWENDET WERDEN**

Ein Zugfahrzeughersteller stellt in der Regel nicht alle Komponenten des Fahrzeugs selbst her. Sie beziehen viele Komponenten von anderen Unternehmen, die auf diesen Bereich spezialisiert sind. Zum Beispiel: Dieselmotor, Räder, Kompressor, Klimaanlage usw.

- In einem Abschleppwagen;
- Energiearten,
- Stromübertragungssysteme,
- Bremsvorrichtungen,

Je nach Achsanordnung werden sehr unterschiedliche Bauteile benötigt. Obwohl je nach System unterschiedliche Komponenten verwendet werden, kommen auch viele gemeinsame Komponenten zum Einsatz.

Die in Zugfahrzeugen verwendeten Bauteile sind nach ihrer Funktion und ihrer Bedeutung geordnet.

- Leistungsbauteile und -komponenten (Ergänzungen),
- Gemeinsame und ähnliche Komponenten,
- Hilfskomponenten,

Andere Komponenten,  
 Blinker, Licht und akustische Warnungen,  
 Systeme zur Gewährleistung der Sicherheit der Schifffahrt,  
 Spezialisierte Systeme.

Die Komponenten arbeiten unabhängig von ihrer Funktions- und Bedeutungsklasse integriert miteinander.

### **10.1 STROMVERSORGUNGSELEMENTE UND KOMPONENTEN**

In Zugfahrzeugen können die Komponenten, die die notwendige Leistung zur Erfüllung der Zugfunktion (Traktionsfunktion) bereitstellen, als Leistungskomponenten definiert werden.

In Diesel- und Elektrosystemen gibt es unterschiedliche Leistungskomponenten. Während die Komponente, die in Dieselsystemen für die Stromversorgung sorgt, der Dieselmotor ist, sind die Komponenten, die in elektrischen Systemen für die Stromversorgung sorgen, die Stromversorgungsstationen, die die Leitung mit Energie versorgen. Da jedoch in elektrischen Systemen mit hoher Wechselspannung ein Transformator verwendet wird, können wir diesen Transformator als die Stromversorgungskomponente definieren.

### **10.2 MOTOREN UND KOMPONENTEN FÜR DIESEL-ZUGMASCHINEN**

Die in Dieselzugmaschinen verwendete Energiequelle ist der Dieselmotor/die Dieselmotoren und der Dieseltank, der diesen Motor/diese Motoren mit Energie versorgt. Dieselmotoren sind thermische Verbrennungsmaschinen, und je nach Fahrzeugtyp werden in Zugfahrzeugen unter- oder oberirdische Motoren verwendet.

Unterflur-Dieselmotoren werden in kleinen Diesel-Automobilen (motorisierte Wagen) eingesetzt. Da sich diese Motoren unter dem Boden befinden, sind sie nicht sehr hoch und passen leicht unter die Motorräder. Diese Motoren werden auch als Kippmotoren oder Boxermotoren bezeichnet.

Diesellokomotiven für den Fernverkehr und Komfortzüge (auch Triebzüge genannt), die von Hochgeschwindigkeits- und Dieselfahrzeugen mit hohem Leistungsbedarf abgeleitet sind, verwenden oberirdische Dieselmotoren. Diese Motoren befinden sich bei Lokomotiven im Maschinenraum und bei Triebzügen in einem Abteil hinter dem Führerstand. Oberirdische Dieselmotoren werden als Reihenmotoren oder V-Motoren hergestellt.

Diesellokomotiven, die im Schienenverkehr eingesetzt werden, arbeiten je nach Straßen- und Lastbedingungen (Rampe, Kurve usw.) in vielen verschiedenen Betriebszuständen. Lokomotivmotoren, die jederzeit mit Regimewechseln konfrontiert sind, müssen robuste Motoren sein (Robus-Motor). Zu diesem Zweck werden Motoren mit niedriger Geschwindigkeit, aber großen Zylinderabmessungen und einer hohen Anzahl von Zylindern ausgewählt. In diesem Fall wird der Motor sowohl in Bezug auf die Abmessungen als auch auf das Gewicht größer sein.

Obwohl der Wirkungsgrad von Dieselmotoren bei etwa 36 % - 37 % liegt, werden Turbokompressoren (Turbolader) durch Nutzung des Abgases überlastet, um den Wirkungsgrad zu erhöhen. Auf diese Weise wird der Wirkungsgrad der Motoren auf bis zu 45 % erhöht.

Da es sich bei Dieselmotoren um thermische Verbrennungsmaschinen handelt, dürfen während des Betriebs keine Temperaturen oberhalb einer bestimmten Betriebstemperatur erreicht werden. Werden Temperaturen über einer bestimmten Regimetemperatur erreicht, kommt es aufgrund der hohen Temperaturen zu Verformungen an den Motorkolben, den Zylindern und dem Motorgehäuse, was zu Motorschäden führt. Um Motorschäden zu vermeiden, werden die Motoren mit Wasser gekühlt. Die Kühlung erfolgt durch die Zirkulation von Wasser durch Wasserkanäle im Motorgehäuse und die

Kühlung des zirkulierenden Wassers in einem externen Kreislauf. Dieser externe Kühlkreislauf wird als Kühlerkreislauf bezeichnet.

Je nach den äußeren Witterungsbedingungen ist es möglicherweise nicht erforderlich, das Kühlmittel durch die Kühler zu leiten, da bei Dieselmotoren, die im Leerlauf oder mit geringer Leistung betrieben werden, keine Überhitzung auftritt. In solchen Fällen wird das Kühlmittel über eine Bypass-Leitung umgewälzt. Zu diesem Zweck ist ein Kurzschluss mit einem Thermostatventil vorgesehen. Häufig wird die Temperatur der Kühlflüssigkeit des Dieselmotors auch durch Öffnen und Schließen der vor den Kühlern angebrachten und durch Thermostate gesteuerten Klappen geregelt. Auf diese Weise wird die Wassertemperatur des Motors durch die Verbindung mit der Außenluft geregelt. Staub und Fremdkörper in der Luft, die in die Kühler eintritt, werden durch Luftfilter geleitet, um zu verhindern, dass Staub und Fremdkörper zwischen die Kühlerwaben gelangen und die Luftzirkulation und damit die Kühlung verhindern.

Der Härtegrad des im Dieselmotor verwendeten Kühlwassers muss niedrig sein. Andernfalls, d. h. bei Verwendung von hartem Wasser, kommt es zu Steinbildung in den Kühlwasserkanälen des Motors, wodurch die Querschnitte der Wasserkanäle schrumpfen und die Kühlung nicht ausreicht. Aus diesem Grund wird Zeolitic Water verwendet, um die Härte des Kühlwassers in Dieselzugmaschinen zu reduzieren. Zeolitic-Wasser wird von Zeolitic-Wasseranlagen geliefert, die in Diesel-Wartungsdepots installiert sind.

Der Kraftstoffbedarf wird durch den Kraftstofftank gedeckt. Da sich der Kraftstofftank unter dem Fahrzeug befindet, wird der Kraftstoff über eine Kraftstoffpumpe zum Motor befördert. Diese Pumpe wird Betankungspumpe genannt und der Motor, der diese Pumpe antreibt, heißt Betankungsmotor. Da jede unterschiedliche Leistung des Dieselmotors einen unterschiedlichen Kraftstoffdurchsatz erfordert, leitet die Betankungspumpe die für diese Leistung erforderliche Kraftstoffmenge an den Motor weiter.

Wie alle Explosionsmotoren verfügen auch Dieselmotoren über ein Schmiersystem, um den Verschleiß der Reibungsflächen zu minimieren und die durch diese Reibung verursachte Erwärmung zu verhindern. Das im Schmiersystem zirkulierende Öl wird durch Ölfilter geleitet, um zu verhindern, dass sich die sehr kleinen Metallpartikel, die es durch die Reibung erhält, mit dem Öl vermischen. Auch hier gibt es Ölkühlkreisläufe, um die Erwärmung des erhitzten Öls zu verhindern. Das Öl im Kurbelgehäuse des Dieselmotors wird bestimmten Prüfungen unterzogen. Dabei handelt es sich um Entflammbarkeits- und Viskositätstests (Fließfähigkeit) sowie um Sediment- und Metalltests, die in bestimmten Zeitabständen durchgeführt werden, d. h. bei jeder Wiederinbetriebnahme des Fahrzeugs. Auch die Ölfilter werden in bestimmten Abständen gewechselt.

### ***10.2.1 STROMGENERATOREN IN DIESELTRIEBFahrZEUGEN***

Bei dieselektrischen Traktionsfahrzeugen ist die Antriebsquelle der Dieselmotor, aber sowohl das Kraftübertragungssystem als auch die Elektromotoren, die die Räder antreiben, die wir als Traktionsmotor bezeichnen, müssen in diesem Fall die mechanische Leistung des Dieselmotors in elektrische Leistung umwandeln.

In früheren Jahren waren die Fahrmotoren von dieselektrischen Triebfahrzeugen, insbesondere von dieselektrischen Lokomotiven, Gleichstromkollektor-Fahrmotoren, während die rotierende elektrische Maschine, die diese Motoren speist und ihre Bewegung vom Dieselmotor erhält, "Generator" genannt wird. Der Generator ist ein Kollektor-Gleichstromgenerator. Bei dieser Art von Triebfahrzeugen dient der Generator nicht nur der Stromerzeugung, sondern auch als Anlasser, der die erste Bewegung zum Anfahren der Lokomotive erzeugt. Dieses System wird DC/DC-System genannt, und da es weit hinter dem heutigen Stand der Technik zurückbleibt, werden dieselektrische Lokomotiven nicht mehr mit diesem System hergestellt.

Mit der Entwicklung der elektrischen/elektronischen Technologie und der Entwicklung von Halbleitern entstanden AC/DC-Systeme und später AC/AC-Systeme. Dabei geben die ersten Buchstaben die Form des vom Stromgenerator erzeugten elektrischen Stroms und die zweiten Buchstaben die Form des elektrischen Stroms der Fahrmotoren an. In diesen Systemen wird der vom Dieselmotor angetriebene Stromgenerator "Alternator" genannt und erzeugt eine dreiphasige Wechselspannung. Wechselstromgeneratoren werden als "Synchro-Maschine" eingestuft.

### **10.3 TRANSFORMATOREN UND KOMPONENTEN, DIE IN ELEKTRISCHEN SCHLEPPFAHRZEUGEN VERWENDET WERDEN**

In Hochspannungs-Wechselstrom (AC)-Oberleitungsanlagen (Oberleitung = Kettenwerk) von Eisenbahnen ist es nicht möglich, die von der Oberleitung empfangene hohe Wechselspannung direkt an die Fahrmotoren anzulegen. Zu diesem Zweck wird die Hochspannung der Oberleitung auf die Betriebsspannung der Fahrmotoren reduziert. Die in den Triebfahrzeugen verwendeten Hilfskomponenten und -schaltungen arbeiten wiederum mit Niederspannung. Diese Niederspannungen werden ebenfalls mit Hilfe von Transformatoren bereitgestellt.

Transformatoren sind statische elektrische Maschinen, die hohe Wechselspannung (AC) in niedrige Wechselspannung und umgekehrt, niedrige Spannung in hohe Spannung umwandeln. Die Eingangswicklung der Transformatoren, die die Spannung mit den elektromagnetischen Eigenschaften der auf einen Eisenkern gewickelten Wicklungen ändert, wird als "Primärwicklung" (erste Wicklung) und die Ausgangswicklung als "Sekundärwicklung" (zweite Wicklung) bezeichnet.

Je nach den Stromkreisen, die vom Transformator eines mit Wechselspannung gespeisten Zugfahrzeugs gespeist werden sollen, gibt es folgende Sekundärwicklungen.

Sekundäre Traktionswicklung(en),

Sekundärwicklungen des Hilfsstromkreises,

Sekundärwicklungen des Heizungs- und Klimakreislaufs

Hochspannungs-Wechselstromsysteme werden als Einphasensysteme eingesetzt. Die Eingangsseite des Transformators ist die Freileitungsseite und die Komplementärseite des Stromkreises ist der Bahnstromkreis. Ein Ende der Sekundärwicklung der Heizungs- und Klimaanlage ist mit dem Bahnstromkreis verbunden. Denn die Drehungen der elektrischen Anlagen der von elektrischen Zugfahrzeugen gezogenen Waggons werden ebenfalls von der Schiene aus versorgt.

Die Energieverluste, die durch den elektrischen Strom, der durch die Transformatorwicklungen fließt, und die magnetischen Verluste, die im magnetischen Kreis auftreten, manifestieren sich in Form von Wärme, und die Wärme über einem bestimmten Wert führt dazu, dass die Isolierung der Wicklungen ihre Eigenschaften verliert und verbrennt. Die daraus resultierende Temperatur darf bis zu einer bestimmten Grenze ansteigen, höhere Temperaturen sind jedoch nicht zulässig. Daher müssen solche Leistungstransformatoren gekühlt werden. Die Kühlung erfolgt in speziell gewonnenem und isoliertem Transformatoröl.

Bei Elektrolokomotiven kleiner Leistung (Triebwagen) sind die Transformatoren unter dem Fahrgestell montiert, und die Kühlung des Öls während der Fahrt erfolgt auf natürliche Weise durch die Wirkung des Windes, während bei Elektrolokomotiven großer Leistung eine Zwangskühlung erforderlich ist. Unabhängig davon, ob sie natürlich gekühlt oder zwangsgekühlt werden, befinden sich die Transformatoren in einem Ölbad. Bei der Zwangskühlung wird das Öl durch eine Ölumlaufpumpe (Circulation - Zirkulation) aus dem oberen Teil des Transformators angesaugt und aus dem unteren Teil der Transformatorwanne über die Kühlradiatoren zurückgeführt. Wenn das Öl, das durch die Kühler

fließt, nicht ausreichend gekühlt werden kann, werden die Kühler zusätzlich durch ein Kühlgebläse gekühlt.

Transformatorwicklungen sind sehr empfindlich gegenüber Feuchtigkeit. Aus diesem Grund müssen die Abdeckungen gut abgedichtet sein und es muss darauf geachtet werden, dass kein Wasser und keine Feuchtigkeit eindringen kann. Das umgewälzte Öl wird durch Feuchtigkeitsabscheider (Silikagel) geleitet, um zu verhindern, dass die Feuchtigkeit die Isolierung des Transformatoröls stört. Auf dem gleichen Weg sind auch Schmutz- und Metallabscheider vorgesehen.

Transformatoröle werden in bestimmten Zeiträumen getestet. Diese Tests sind Säuretests und dielektrische Tests. Die Säure greift die Transformatorwicklungen an und führt zu einer Verschlechterung der Isolierung, und der niedrige dielektrische Wert bewirkt, dass die Permeabilität des Öls abnimmt, was zu elektrischen Sprüngen und Explosionen in den Wicklungen führt. Ist die Säurezahl hoch und der dielektrische Wert niedrig, wird das Öl des Transformators ausgetauscht. Um zu verhindern, dass das Transformatoröl die oben genannten Werte erreicht, wird in bestimmten Zeiträumen eine Behandlung (Verbesserung) durchgeführt. Die Behandlung wird mit Hilfe einer speziellen Maschine durchgeführt. Das Transformatoröl wird eine bestimmte Zeit lang durch diese Maschine zirkuliert, wobei Schmutz und Metallpulver gereinigt werden und die darin enthaltene Feuchtigkeit verdampft und entfernt wird.

Da Transformatoren statische elektrische Maschinen sind, ist ihr Wirkungsgrad hoch. Daher ist der Wirkungsgrad von elektrischen Triebfahrzeugen höher als der von Dieseltriebfahrzeugen.

#### **10.4 GEMEINSAME UND ÄHNLICHE KOMPONENTEN**

Es gibt viele gemeinsame oder identische Komponenten, die sowohl in elektrischen als auch in dieselektrischen Triebfahrzeugen verwendet werden. So können beispielsweise die Fahrmotoren eines elektrischen Triebfahrzeugs und eines dieselektrischen Triebfahrzeugs, die vom selben Unternehmen hergestellt werden, sowie die Kraftübertragungskomponenten eines elektrischen Triebfahrzeugs und eines dieselektrischen Triebfahrzeugs, die vom selben Unternehmen hergestellt werden, identisch sein, sofern sie die gleiche Leistung haben.

#### **10.5 CER MOTORS**

In elektrischen und dieselektrischen Triebfahrzeugen sind Fahrmotoren das letzte Bauteil, das die Räder mit einer Getriebegruppe antreibt. Fahrmotoren sind nicht nur das letzte Bauteil, das die Räder antreibt, sondern arbeiten auch als Generatoren beim dynamischen Bremsen. Das bedeutet, dass jeder Elektromotor auch eine Maschine ist, die Strom erzeugt.

Die folgenden Traktionsmotoren werden bis heute verwendet.

Wechselstrommotoren (AC) mit Kollektor,

Gleichstrommotoren (DC) mit Kollektor,

Synchronmotoren (AC)

Drehstrom (AC) Käfigläufermotoren (Asynchronmotoren)

Wechselstrommotoren mit Kollektoren sind im Vergleich zu den heutigen Technologien rückständig und werden nicht mehr bevorzugt.

Eine Zeit lang wurden Synchronmotoren verwendet, die mit der Einführung von Asynchronmotoren nicht mehr bevorzugt werden.

Bei den derzeit verwendeten Fahrmotoren handelt es sich um Kollektorgleichstrommotoren und Asynchronmotoren. Gleichstromkollektormotoren werden in neu produzierten Fahrzeugen nicht mehr verwendet, stattdessen werden aufgrund der Entwicklung der Elektrik/Elektronik Drehstrom-Asynchronmotoren mit Käfigläufer eingesetzt.

### **10.5.1 KOLLEKTOR-GLEICHSTROMMOTOREN**

Kollektorgleichstrommotoren werden nicht nur als Motor, sondern auch als Stromerzeuger (Generator) beim elektrodynamischen Bremsen eingesetzt. Daher können wir sie als Kollektorgleichstrommaschinen bezeichnen.

Kollektorgleichstrommaschinen bestehen im Wesentlichen aus zwei Hauptteilen. Diese Teile sind

Stationärer Teil (Induktor)

Er besteht aus einem rotierenden Teil (Anker) und je nach Anschlussform aus der Drossel und der Spule zueinander;

Serienmaschinen

Shunt-Maschinen

Zusammengesetzte Maschinen

Sie werden als freie Erregungsmaschinen in vier Gruppen unterteilt.

Der Induktor, der den stationären Teil darstellt, bildet die Hauptpole des Motors und ist mit dem Motorgehäuse verbunden, das wir als Karkasse bezeichnen. Wie bekannt, ist der Induktor der rotierende Teil und besteht aus zwei Teilen. Es handelt sich um einen Kollektor, der aus einem Haarpaket und Kupferlamellen besteht (Kollektor), der den magnetischen Kreis auf derselben Welle bildet und auf dem sich die Wicklungskanäle und Wicklungen befinden. Die Wicklungen sind mit dem Kollektor verbunden und die Verbindung mit den Induktorwicklungen ist mit Kohlebürsten versehen. Um eine gute Verbindung zu gewährleisten, werden die Kohlebürsten mit Schaltern gedrückt. Die Elemente, die die Kohlebürsten tragen, werden Kohleträger genannt.

Das wichtigste Merkmal dieser Maschine ist, dass sie ein hohes Anfahrtdrehmoment bietet. Insbesondere für Fahrzeuge, die auf steilen Rampenstraßen eingesetzt werden, bieten Serienmotoren große Vorteile.

### **10.5.2 WECHSELSTROM-KURZSCHLUSSKÄFIG-ASYNCHRON-FAHRMOTOREN**

Infolge der Entwicklung der Halbleitertechnologien und der hohen Leistungen dieser Technologien wurden in den letzten Jahren sowohl in elektrischen als auch in dieselektrischen Triebfahrzeugen anstelle von Kollektormotoren "Dreiphasen-Käfigläufer-Asynchronmotoren" (auch Drehstrom-Asynchronmotoren genannt) eingesetzt.

Induktionsmotoren sind sowohl von der Struktur als auch von der Herstellungsweise her billige Maschinen, die wenig Wartung erfordern. Es gibt zwei Arten von Motoren, einphasig und dreiphasig, und sie werden auch in zwei Typen unterteilt: Ringrotor und Käfigläufer. Dreiphasen-Asynchronmotoren mit Käfigläufer werden jedoch als Traktionsmotoren in Schienenfahrzeugen eingesetzt.

Asynchronmotoren bestehen, wie alle rotierenden elektrischen Maschinen, aus dem Stator, dem feststehenden Teil mit den Wicklungen, die das Drehfeld erzeugen, und dem Rotor, dem rotierenden Teil mit festen Stäben als Käfig.

Bei Wechselstrom (AC) wird jede der drei Phasen durch einen Buchstaben gekennzeichnet, und die Buchstaben dieser Phasen sind R-S-T. Jede Phase ist um  $120^\circ$  versetzt und in den Statorwicklungen wird ein Drehfeld erzeugt. Das Drehfeld erzeugt ein Drehmoment in den Rotorwicklungen und damit eine Drehkraft.

Stromübertragungssysteme mit Asynchron-Fahrmotoren haben gegenüber Kollektor-Gleichstrom-Fahrmotoren erhebliche Vorteile, die im Folgenden aufgeführt werden.

Da es keinen Kollektor gibt, gibt es auch kein Kohleproblem, d.h. keinen Kohleverbrauch.

Da sie sehr pflegeleicht sind, sind die Wartungskosten gering.

Da sie eine linearere Zugkraft bieten, wird eine gleichmäßigere Haftung erreicht.

Da sie leicht zu produzieren sind, sind die Produktionskosten niedrig.

Da ihr Wirkungsgrad höher ist, sind die Energiekosten niedrig.

Er ist leichter als ein Kollektormotor mit gleicher Leistung.

### **10.5.3 EINSATZ VON TRAKTIONSMOTOREN BEIM BREMSEN**

Schienenfahrzeuge werden nach bestimmten Verkehrsregeln betrieben. Danach müssen die Fahrzeuge beim Anhalten, Verlangsamten oder Abwärtsfahren an Rampen eine bestimmte Höchstgeschwindigkeit einhalten. Zu diesem Zweck werden geschleppte und gezogene Fahrzeuge gebremst.

In allen Schienenfahrzeugen wird der Bremsvorgang mit einem Bremssystem durchgeführt, das als Reibungsbremse bezeichnet wird. Die Reibungsbremse wird durch pneumatische (Luft-) Vorrichtungen durchgeführt, und in den letzten Jahren wird sie in städtischen Schienenfahrzeugen auch durch hydrodynamische Vorrichtungen durchgeführt.

Das Wesen der Reibungsbremse besteht darin, die kinetische Energie, die das Zugsystem mit sich führt, zu reduzieren oder zurückzusetzen, indem eine Kraft in die entgegengesetzte Richtung erzeugt wird, indem in einem bestimmten Abstand auf die Räder des Fahrzeugs gedrückt wird. Die kinetische Energie zu reduzieren bedeutet, die Geschwindigkeit des Fahrzeugs/der Fahrzeuge zu verringern, und zurückzusetzen bedeutet, die Geschwindigkeit des Fahrzeugs/der Fahrzeuge zurückzusetzen.

Bekanntlich hat jede bewegte Masse eine kinetische Energie, die von der Größe und der Geschwindigkeit der Masse abhängt. Um die masse- und geschwindigkeitsabhängige kinetische Energie in bewegten Schienensystemen zu nutzen und dafür einen Nutzen zu erzielen, wurden in Zugfahrzeugen Bremssysteme entwickelt, die allgemein als "Dynamische Bremse" bezeichnet werden. Dank dieses Bremssystems wird das Reibungsbremssystem unterstützt, und da die Reibungsbremsen dank dieser Unterstützung weniger beansprucht werden, wird eine erhebliche Einsparung beim Verbrauch von Bremsdruckelementen (Sabo) und bei der Verringerung des Radverschleißes erzielt.

Bei dieselhydraulischen Triebfahrzeugen wird die dynamische Bremse als "hydrodynamische" Bremse bezeichnet, während bei elektrischen und dieselektrischen Triebfahrzeugen die dynamische Bremse als elektrische Bremse ausgeführt wird und als "elektrodynamische" Bremse bezeichnet wird. Bei diesem System werden die Fahrmotoren wie ein elektrischer Generator betrieben, indem die träge kinetische Energie beim Bremsen genutzt und elektrische Energie gewonnen wird. Diese elektrische

Energie wird irgendwie verbraucht und die kinetische Energie wird verbraucht, was bedeutet, dass die Geschwindigkeit abnimmt, wenn die kinetische Energie verbraucht ist.

Beim elektrodynamischen Bremsen wird die kinetische Energie durch zwei Arten von Bremsvorgängen verbraucht. Diese sind;

Rheostatische Bremse,

Sie wird in Form von regenerativem Bremsen durchgeführt.

Bei der rheostatischen Bremsung wird die elektrische Energie durch Widerstände aufgebracht. Mit anderen Worten, die elektrische Energie wird an den Widerständen entladen. Mit anderen Worten, sie wird als Wärmeenergie abgeleitet. In elektrischen Systemen wird elektrische Energie in die Versorgungsleitung zurückgeführt, und wenn diese Energie von anderen Elektrofahrzeugen auf der Strecke verbraucht wird, wird dies als regeneratives Bremsen bezeichnet, und die Einsparung von elektrischer Energie erfolgt durch die Rückführung von Energie zwischen 15 % und 25 %, je nach dem Rampenzustand der Strecke.

Die rheostatische Bremse wird sowohl bei elektrischen als auch bei dieselektrischen Zugfahrzeugen eingesetzt, während die regenerative Bremse nur bei elektrischen Zugfahrzeugen eingesetzt wird. Bei elektrischen Triebfahrzeugen werden in der Regel sowohl rheostatische als auch regenerative Bremsen eingesetzt. Bei modernen Schienenfahrzeugen schaltet das Fahrzeug zunächst in die regenerative Bremsposition. Wenn sich jedoch keine anderen Fahrzeuge auf der Strecke befinden, die elektrische Energie verbrauchen, schaltet es automatisch in die rheostatische Bremsposition.

Beim elektrodynamischen Bremsen, sei es rheostatisches oder regeneratives Bremsen, können Fahrmotoren, die als Generatoren arbeiten, unterhalb einer bestimmten Geschwindigkeit keine elektrische Energie erzeugen. Daher verschwindet die elektrodynamische Bremswirkung unterhalb einer bestimmten Geschwindigkeit. Danach wird die Reibungsbremse aktiviert und der Anhaltvorgang durchgeführt. Bei modernen Schienenfahrzeugen wird nach dem Verlust der elektrodynamischen Bremswirkung automatisch auf die Reibungsbremse umgeschaltet.

Warnung: Bei dieselektrischen Fahrzeugen findet keine regenerative Bremsung statt.

## **11. GEMEINSAME ZUSATZKOMPONENTEN FÜR ZUGFAHRZEUGE**

Abschleppfahrzeuge können ihre Abschlepp- und Bremsfunktionen sowie andere Dienste nur mit Unterstützung vieler Hilfskomponenten perfekt erfüllen. Die Hilfskomponenten variieren bei Zugfahrzeugen je nach Energieart und Betriebsart, aber es gibt gemeinsame Hilfskomponenten, die in allen Arten von Zugfahrzeugen verwendet werden müssen.

### **11.1 LUFTKOMPRESSOR**

Es ist bekannt, dass ein Bremsvorgang erforderlich ist, um auf Abwärtsrampen anzuhalten, zu verlangsamen oder eine bestimmte Höchstgeschwindigkeit einzuhalten, wenn die Zugfahrzeuge in Bewegung sind. Die Bremsung erfolgt je nach Situation durch Reibungsbremsen oder dynamische Bremsen oder durch eine Kombination dieser beiden Bremssysteme.

Die Reibungsbremse erfolgt durch eine Reibungskraft, die entgegengesetzt zur Drehrichtung der Räder wirkt. Obwohl die Reibungsbremse durch Druckluft erfolgt, wurden in den letzten Jahren hydraulisch gesteuerte Reibungsbremssysteme in Fahrzeugen des städtischen Schienenverkehrs eingesetzt. Die Reibkraft von Reibungsbremsen wird entweder durch Druck auf den Radrollkreis oder durch Druck auf die mit der Achse verbundenen Scheiben erzeugt.

Die für das mit Luftdruck arbeitende Reibungsbremssystem erforderliche Luft wird von einer Maschine, dem Kompressor, geliefert. Der Kompressor, der die ihm aus der Atmosphäre zugeführte Luft durch Komprimierung unter Druck setzt, füllt diese Luft in einen Behälter. Dieser Behälter wird "Hauptluftbehälter" genannt.

Die aus dem Luftkompressor gewonnene Druckluft ist nicht auf den Einsatz von Reibungsbremsen beschränkt, sondern wird auch für folgende Zwecke verwendet.

Wenn bei elektrischen Zugfahrzeugen das Absenken/Heben des Stromabnehmers, der als "Pantograph" bezeichnet wird und elektrische Energie von der Oberleitung erhält, elektropneumatisch erfolgt, sorgt dies für den Betrieb des Luftmotors, der die Funktion des Absenkens und Hebens des Stromabnehmers übernimmt.

Auch hier gilt: Wenn der automatische Schalter, den wir als "Hauptschalter" bezeichnen, elektropneumatisch gesteuert wird, liefert er die Druckluft, die für die Aktivierung und Entfernung dieses Schalters erforderlich ist.

Bei Zugfahrzeugen, insbesondere bei Regenwetter, ist es notwendig, Sand auf die Schienen zu sprühen, um die Haftung zwischen Rad und Schiene zu erhöhen und so ein Schleudern der Räder zu verhindern. Das Sandstrahlen wird erreicht, indem der Sand in den Sandtanks unter dem Zugfahrzeug mit Druckluft auf die Schienen gesprüht wird.

Wenn die Türen von Elektro- und Diesel-Automobilen (Motorwagen) und daraus abgeleiteten Zuggarnituren automatisch geöffnet und geschlossen werden und der automatische Öffnungs- und Schließvorgang durch Druckluft gewährleistet wird, stellt es die Druckluft für diese Arbeit zur Verfügung.

In einigen Zugfahrzeugen werden die Scheibenwischer durch Druckluftmotoren betrieben. Sie liefert die für den Betrieb dieser Motoren notwendige Druckluft.

Sie liefert die nötige Druckluft für Warnhupen an Zugfahrzeugen, insbesondere an Lokomotiven.

Da eine Maschine bekanntlich eine Kraft benötigt, um zu arbeiten, und der Kompressor seine Arbeit mit einer Drehbewegung verrichtet, muss er eine Kraft erhalten. Verdichter/Kompressoren erhalten diese Kraft je nach Fahrzeugtyp auf unterschiedliche Weise.

Bei dieselhydraulischen und dieselelektrischen Triebfahrzeugen von einem Elektromotor, der durch die Bewegung des Dieselmotors über Kardanwellen angetrieben wird, oder von der Elektrizität, die von einem mit dem Dieselmotor verbundenen Stromgenerator (Generator) erzeugt wird,

Bei elektrischen Zugfahrzeugen werden sie von einem Elektromotor angetrieben.

Kompressoren saugen Luft aus der Atmosphäre an. Je nach Wetterbedingungen, feuchter Luft, staubiger Luft usw., leiten sie die Luft nicht direkt in die Anlage. Im Luftauslasskreislauf des Kompressors sind Luftfilter angebracht, um den Staub in der staubigen Luft zu halten, und im Luftauslasskreislauf des Kompressors sind Lufttrockner angebracht, um die feuchte Luft nicht in den Hauptbehälter zu drücken.

## **11.2 BATTERIE UND LADESCHALTUNG**

Bei Zugfahrzeugen ist die Bedeutung der Batterie und des Stromkreises, der diese Batterie auflädt, sehr wichtig. Wie bekannt, sind Batterien (Akkumulatoren) Elemente, die elektrische Gleichstromenergie chemisch speichern und bei Bedarf als elektrische Gleichstromenergie zurückgeben. Je nach Bedarf werden die Batterien durch Reihen- und Parallelschaltungen miteinander gebildet und mit Hilfe einer Gleichstrom-Ladegruppe aufgeladen (Charging = Laden). Die elektrische

Energiespeicherkapazität der Batterien ist definiert als Ampere x Stunde (Axh) und wird entsprechend diesem Wert befüllt (Charging = Laden).

Abfüllvorgang,

Bei Dieselfahrzeugen ein vom Dieselmotor angetriebener Ladedynamo (Ladedynamo = Generator)

Im Falle von Elektro-Zugmaschinen,

(a) In Gleichstromversorgungssystemen wird die Spannung des Systems durch verschiedene Methoden reduziert,

(b) In Wechselstromversorgungssystemen wird die von der Transformatorhilfswicklung abgenommene Wechselspannung mit einer Gleichrichtergruppe gleichgerichtet.

In einem Zugfahrzeug liefert die Batterie die elektrische Energie für die folgenden Stromkreise.

Alle Steuerkreise,

Innen- und Außenbeleuchtung von Fahrzeugen,

Der Anlasser, der den Dieselmotor in Dieselfahrzeugen in Gang setzt,

Öffnungs-/Schließmechanismen von elektrisch gesteuerten, automatisch öffnenden und schließenden Türen in Elektro- und Dieseltriebzügen,

Schutz- und Steuerkreise.

### **11.3 KÜHLER FÜR FAHRMOTOREN**

Sowohl bei Elektro- als auch bei Dieseltriebfahrzeugen sind die Fahrmotoren das letzte Bauteil, das die Kraft auf die Räder überträgt, und wie in jeder elektrischen Maschine haben die Fahrmotoren zwei Stromkreise, einen elektrischen und einen magnetischen. Je nach Stromstärke in diesen Kreisen treten Verluste auf, die sich in Wärme umwandeln. Bei diesen Verlusten handelt es sich um Hysterese- und Foucault-Verluste (Eisenverluste) im magnetischen Kreis und Jul-Verluste (elektrische Verluste) im elektrischen Kreis.

Die Verluste, die sich in Form von Wärme äußern, führen dazu, dass die Isolierung der Wicklungen der Fahrmotoren verbrennt und versengt wird, ebenso wie das Kupfermaterial, aus dem die Wicklungen bestehen. Diese Hitze führt auch dazu, dass das Blechpaket, das den Magnetkreis bildet, seine Eigenschaften verliert.

Da mit der Temperaturerhöhung auch der Widerstand der Wicklungen zunimmt, sinkt der Strom, der durch sie fließt, und damit auch die Leistung. Aus diesem Grund dürfen sich die Fahrmotoren bis zu einem gewissen Grad erwärmen. Um diese Temperatur nicht zu überschreiten, ist es notwendig, die Fahrmotoren zu kühlen.

Bei kleinen Fahrmotoren erfolgt die Kühlung durch einen Lüfter (Propeller), der mit der Welle des Fahrmotors verbunden ist. Dieses Kühlsystem wird als Autoventilation (Selbstkühlung) bezeichnet. Da die Autoventilation bei hohen Leistungen jedoch nicht ausreicht, ist ein zusätzliches Kühlsystem erforderlich, und die Zwangskühlung erfolgt durch einen separaten Ventilator (Lüfter = Blöwer) von außen.

Die Kühlerlüfter des Zugmotors werden durch die Drehbewegung des Dieselmotors oder bei dieselektrischen Fahrzeugen durch einen Elektromotor angetrieben, der von der Lichtmaschine des Nebenstromkreises oder der Hauptlichtmaschine gespeist wird,

In elektrischen Zugfahrzeugen werden sie je nach Versorgungssystem mit Gleich- oder Wechselstrom-Elektromotoren versorgt.

#### **11.4 KÜHLUNG DER KOMPONENTEN DES STROMAUSTAUSCHERS (KONVERTERS)**

Die Stromwandler, die sowohl in Antriebs- als auch in Hilfsstromkreisen, insbesondere in diesel-elektrischen und elektrischen Zugfahrzeugen, verwendet werden, bestehen aus Halbleitern. Halbleiter, in der Reihenfolge ihrer Entwicklung: Dioden, Thyristoren, GTOs (Gate Turn Off) und IGBTs (Insulation Bipolar Gate Translation).

Da es sich bei Halbleiterelementen um elektrische Elemente handelt, ist bekannt, dass sie von einem elektrischen Strom durchflossen werden und der durchfließende elektrische Strom wie bei anderen elektrischen Elementen Wärmeenergie freisetzt. Obwohl die entstehende Wärmeenergie bis zu einem gewissen Grad ansteigen darf, führen höhere Temperaturen dazu, dass die Halbleiterelemente verbrennen, d. h. zerstört werden. Daher ist es notwendig, die Halbleiterelemente zu kühlen. Während diese Kühlung bei Triebfahrzeugen kleiner Leistung auf natürliche Weise erfolgt, ist bei Fahrzeugen hoher Leistung eine Zwangskühlung erforderlich. Erzwungener Kühlungsprozess:

Luftkühlung,

Wasserkühlung

Es wird in Form von Gaskühlung hergestellt.

#### **11.5 ZUSATZKOMPONENTEN FÜR ELEKTRISCHE ZUGFAHRZEUGE**

In elektrischen Zugfahrzeugen sind eine Reihe von Hilfskomponenten erforderlich, um die Hauptkomponenten zu unterstützen, die die Schlepp- und Bremsfunktionen übernehmen. Das wichtigste Merkmal dieser Komponenten ist, dass sie mit elektrischen und mechanischen Verriegelungssystemen ausgestattet sind, die miteinander verbunden sind.

##### **11.5.1 STROMEMPFÄNGER**

Es ist bekannt, dass elektrische Zugfahrzeuge elektrische Energie von einer elektrischen Stromleitung erhalten, die der Eisenbahn folgt. Die elektrische Energie wird diesen Leitungen durch Stromempfänger durch Reibung entnommen.

Stromabnehmer betätigen die Stromleitungen mit Schaltern, um eine unterbrechungsfreie Stromversorgung zu gewährleisten, unabhängig davon, ob es sich um ein drittes Schienensystem oder ein Oberleitungssystem handelt. Alle oberirdischen elektrischen Triebfahrzeuge (Straßenbahnen, elektrische Schienenfahrzeuge) und einige unterirdische Stadtbahn- und U-Bahn-Fahrzeuge erhalten die elektrische Energie von der Oberleitung mit einem Stromabnehmer, der "Pantograph" genannt wird. Stromabnehmer bestehen aus zwei Teilen, dem Gehäuse und dem Bogen.

Der Lichtbogen ist der stromaufnehmende Teil und steht senkrecht zur Leitungssachse. Die elektrische Energie wird mit Hilfe von zwei Kupfer-Kohlenstoff-Gemischbändern aufgenommen, die ständig an der Oberleitung reiben. Sie bewegen sich auf Schienen, um den Kontakt mit der Oberleitung nicht durch Lücken in der Straße, d.h. durch vertikale Stöße, zu unterbrechen. Die Breite der Bögen beträgt je nach Spurweite des Tunnels 1600 mm oder 1950 mm. Bei alten Bahnstrecken werden im Falle

einer Elektrifizierung aufgrund der niedrigen Tunnelspurweite 1600 mm breite Bögen verwendet, während bei neu gebauten Strecken, die für die Elektrifizierung geeignet sind, 1950 mm breite Bögen verwendet werden. Stromabnehmer, die in Stadtbahnsystemen eingesetzt werden, können unterschiedliche Werte haben. Das Heben und Senken des Stromabnehmerkörpers erfolgt über Hubfedern mit einem elektropneumatischen oder elektrischen Motor. Die Hubfedern können unter Berücksichtigung der Schnee- und Eislast im Winter eingestellt werden. Bei Zugfahrzeugen wird der Stromabnehmerkörper auf Isolatoren auf dem Dach abgestützt. Die Höhe der Isolatoren variiert je nach dem Wert der Spannung.

Um sicherzustellen, dass das Kohleband nicht von einem kontinuierlichen Punkt aus, sondern gleichmäßig über die Breite des Bandes abgenommen wird, wird der Fahrdrath mit rechten und linken Zickzacklinien zwischen den Polen entsprechend der Streckenachse installiert. Diese Zickzacklinien werden "Dezeksaman" genannt, und je nach Spurweite des Stromabnehmers beträgt der Dezeksaman-Wert +/-35-40 cm je nach Streckenachse.

Die Anzahl der Stromabnehmer variiert je nach Leistung des Fahrzeugs und des Systems. Elektrische Lokomotiven haben jedoch auf jeder Seite einen Stromabnehmer. Während des Betriebs wird jedoch der hintere Stromabnehmer entsprechend der Fahrtrichtung verwendet, der vordere Stromabnehmer ist demontiert. Obwohl die Stromabnehmer auf beiden Seiten die gleiche Spurweite haben, wird in Streckenabschnitten mit unterschiedlichen Spurweiten ein Stromabnehmer in der einen und der andere in der anderen Spurweite betrieben (z. B. ein Stromabnehmer hat 1600 mm, der andere 1950 mm).



Abbildung 11.1 Stromabnehmer

### 11.5.2 SCHIENENRÜCKSTROM- UND ERDUNGSANLAGEN

In elektrischen Systemen ist es bekannt, dass die Rückleitung die Schienen sind, unabhängig davon, ob der Strom vom Stromabnehmer oder von der dritten Schiene entnommen wird. Die Rückleitung vom Stromkreis des Fahrzeugs zu den Schienen wird durch die Schienenrücklaufeinrichtung sichergestellt. Diese Rückstromverbindung wird mit Hilfe von Kohlebürsten hergestellt, die durch an den Achsköpfen angebrachte Schalter betätigt werden.

Abgesehen von der Schienenrücklaufeinrichtung ist der Wagenkasten der Fahrzeuge mit den Drehgestellen über flexible organisierte Kupferkabel verbunden. Denn die EMV (elektromotorische

Kraft) und die statischen elektrischen Ladungen, die durch das in den Stromübertragungsleitungen auftretende Magnetfeld verursacht werden, werden mit Hilfe dieser Verbindungen auf die Schienen übertragen und abgeleitet.

### **11.5.3 HAUPTSTROMKREISUNTERBRECHER (SCHNELLER STROMKREISUNTERBRECHER)**

In elektrischen Triebfahrzeugen wird der elektrische Schalter, der es ermöglicht, die von den Stromempfängern aufgenommene elektrische Energie an die Hauptkomponenten weiterzuleiten oder zu unterbrechen, als "Hauptstromkreisunterbrecher" (Disjunktör) bezeichnet. Hauptstromkreisunterbrecher funktionieren unter den folgenden Bedingungen.

Zum Aus- und Einschalten des Elektrofahrzeugs,

Zum Schutz des Systems durch automatisches Abschalten des Stromkreises bei Überlastungen,

Schutz des Systems durch automatische Unterbrechung des Stromkreises im Falle eines Kurzschlusses im System

Obwohl sie im Allgemeinen auf dem Dach des Fahrzeugs angebracht sind, werden sie bei modernen Elektroschleppern im Inneren des Zugfahrzeugs (im Motorraum) untergebracht, um die aerodynamische Struktur nicht zu stören und Schäden durch äußere Einflüsse zu vermeiden sowie die Wartung zu erleichtern.

In den Hauptleistungsschaltern entstehen beim Aus- und Einschalten sehr hohe Lichtbögen. Diese Lichtbögen müssen in sehr kurzer Zeit gelöscht werden, da sie die Zerstörung (Abnutzung) der Kontakte verursachen, die die elektrische Verbindung herstellen. Die Löschung erfolgt entweder durch Einblasen von Druckluft oder im Vakuum. Die Ein- und Ausschaltzeiten sind kurz in der Größenordnung von ms (Millisekunden), um Lichtbogenverlängerungen zu vermeiden. (Zum Beispiel: 0,045 Sekunden)

Der Hauptstromkreisunterbrecher ist eine Schlüsselkomponente in elektrischen Zugfahrzeugen. Um zu verhindern, dass elektrische Fehler, die in den Haupt- und Nebenaggregaten der Fahrzeuge auftreten können, zu Schäden an den Komponenten führen, werden alle elektrischen Fehlermeldungen im Hauptschalter gesammelt und Schäden durch Öffnen des Hauptschalterkreises verhindert.

### **11.5.4 ERDUNGSKÜSTER**

In elektrischen Zugfahrzeugen müssen Hochspannungsstromkreise aus Sicherheitsgründen unter bestimmten Betriebsbedingungen geerdet werden. Aus irgendeinem Grund kann es erforderlich sein, ein beschädigtes Bauteil eines elektrischen Zugfahrzeugs, das auf der Strecke fährt, vom Dach zu entfernen und zu demontieren. Dazu müssen die folgenden Verfahren durchgeführt werden.

Die Stromleitung (Freileitung) wird stromlos geschaltet.

Zur Ableitung der in der Oberleitung auftretenden statischen Elektrizität werden die Leitung und die Schiene geerdet. Bei diesem Erdungsvorgang wird zunächst das Ende der Erdungsstange mit der Schiene verbunden (mit einer für das Schienenprofil geeigneten Klemme) und dann der Haken der Erdungsstange in die Leitung eingehängt.

Der Arm zum Aktivieren der Trennvorrichtung wird genommen und die Erdungstrennvorrichtung wird aktiviert.

Gehen Sie dann auf das Dach.

Wird der oben beschriebene Vorgang ausgeführt, auch wenn eine andere Person das Fahrzeug starten will, unterbricht der Hauptschalter in der Hauptversorgungszentrale den Stromkreis, weil der Erdungstrenner die Leitung kurzschließt.

### **11.5.5 PHASENWANDLER (STROMWANDLER)**

In elektrischen Zugfahrzeugen werden die Hilfsstrommotoren je nach System von Gleichstrom- oder Wechselstrom-Fahrmotoren gespeist. Handelt es sich bei den Hilfsstrom-Fahrmotoren um Kollektormotoren, so werden aufgrund der Schwierigkeiten, die sich aus deren Wartung ergeben, in den heutigen elektrischen Zugfahrzeugen Drehstrom-Kurzschlussläufer-Asynchronmotoren eingesetzt, die über Phasenumrichter gespeist werden. Phasenumrichter sind in diesem System Bauteile, die mittels einer Umrichtergruppe Einphasen-Wechselspannung in Dreiphasen-Wechselspannung oder Gleichspannung in Dreiphasen-Wechselspannung umwandeln,

Rotierende (dynamische) Phasenumwandler,

Es gibt zwei Arten von statischen Phasenumrichtern.

Dynamische Phasenumwandler sind rotierend und sowohl laut als auch schwer zu warten. In modernen elektrischen Triebfahrzeugen werden jetzt statische Phasenumrichter anstelle von rotierenden Umrichtern verwendet.

Die folgenden Stromkreise werden von Phasenumformern gespeist.

Verdichtermotor(en)

Fahrmotor Kühlerlüftermotoren

Motor der Umwälzpumpe des Transformators und Motor der Kühlung des Kühlers

Phasenumrichter Kühlkreislaufmotoren

Motoren der Fahrer-Scheibenwischer

Batterieladeschaltung

HVAC-Schaltkreise in Automobil- und Eisenbahnanlagen.

Andere Motoren nach Bedarf.

Die statischen Phasenumrichter unterscheiden sich nicht von den Umrichtern, die in dreiphasigen asynchronen motorgetriebenen Stromübertragungssystemen in dieselelektrischen und elektrischen Zugfahrzeugen verwendet werden. In diesen werden ebenfalls GTO- oder IGBT-Halbleiter (früher wurden Tristoren verwendet) eingesetzt.

### **11.5.6 ANDERE KOMPONENTEN**

In Zugfahrzeugen werden neben den für die Zug- und Bremsfunktion erforderlichen Haupt- und Hilfskomponenten eine Reihe weiterer Komponenten zur Unterstützung dieser Komponenten oder für andere Zwecke verwendet. Einige von ihnen dienen der Fahrsicherheit und dem Fahrkomfort sowie dem Komfort und der Sicherheit der Fahrgäste.

#### **11.5.6.1 FENSTERWISCHER**

Bei regnerischem Wetter sorgen Scheibenwischer dafür, dass die Autofahrer vor ihnen gut sehen können. Diese Scheibenwischer werden sowohl von einem kleinen Elektromotor als auch von einem

Luftmotor angetrieben. Außerdem wird eine Antibeschlagvorrichtung an den Scheiben angebracht, um ein Beschlagen zu verhindern. Diese Vorrichtung kann elektrisch oder mit Druckluft betrieben werden.

#### 11.5.6.2 SANDBAGS

Bei Regenwetter oder auf geschmierten Schienen werden die Schienen mit Sand besprüht, um ein mögliches Schleudern zwischen den Rädern der Zugfahrzeuge und der Schiene zu verhindern und die Haftung zu erhöhen. Dazu werden an den Rädern in Fahrtrichtung auf beiden Seiten der Zugfahrzeuge Sandsprühdüsen (Nozzle) angebracht. Unabhängig davon, in welche Richtung das Fahrzeug fährt, wird der Sand mit Hilfe von Druckluft durch die manuelle Steuerung des Fahrers mit einem Fußpedal oder einem Handknopf auf die Schienen gesprüht. Bei modernen Fahrzeugen wird das Sandstrahlen automatisch durchgeführt, sobald das Rad ins Schleudern gerät.

Der zu verwendende Sand wird speziell aufbereitet, auf eine bestimmte Korngröße getrocknet, gesiebt und als Sand mit geringem Tongehalt in Sandtanks unter dem Drehgestell oder Fahrgestell gelagert. Die Volumina dieser Tanks werden entsprechend dem Verwendungszweck des Fahrzeugs sowie der Betriebszeit und den Betriebsbedingungen festgelegt.

#### 11.5.6.3 BELEUCHTUNG

Die Beleuchtung von Zugfahrzeugen wird in Innen- und Außenbeleuchtung unterteilt. Die Außenbeleuchtung besteht aus Scheinwerfern an beiden Seiten des Fahrzeugs, damit der Fahrer bei Nacht und im dunklen Tunnel den Bereich vor ihm gut sehen kann. Signal- und Parkleuchten (grün, rot, weiß) befinden sich ebenfalls auf beiden Seiten der Fahrzeuge, rechts und links. Neben der Außenbeleuchtung sind auch die Zugnummer, die Fahrzeugnummer und die Richtungsschilder in Vorortzügen und Stadtbahnfahrzeugen angebracht.

Unabhängig davon, ob es sich bei dem Zugfahrzeug um eine Lokomotive oder ein Automobil handelt, werden die folgenden Beleuchtungen in der Fahrerkabine angebracht.

- Fahrersteuerung Kabinenbeleuchtung.
- Beleuchtung des Fahrerbedienfelds

Die Fahrerkabine wird von einer Lampe auf dem Dach beleuchtet. Außerdem gibt es eine Leuchte mit geregelterm Licht, damit der Fahrer auch nachts einige Texte lesen kann. Die Anzeigen und Störungsmelder in der Fahrerkabine sind von innen beleuchtet, damit sie dem Fahrer nicht ins Auge fallen.

Bei Lokomotiven mit Doppelkabine ist auch der Maschinenraum beleuchtet. Diese Beleuchtung erleichtert dem Triebfahrzeugführer den Wechsel von einem Führerstand zum anderen und hilft ihm auch bei der Fehlersuche.

Auch die Fahrgasträume von Automaten und von Automaten abgeleiteten Zügen müssen beleuchtet werden. Für die Beleuchtung der Fahrgasträume werden meist Leuchtstofflampen verwendet. Die Leuchtstofflampen werden in Längsrichtung angebracht, um ein schönes Aussehen und ein gleichmäßiges Lichtniveau zu gewährleisten. Darüber hinaus können bei einer Unterbrechung der elektrischen Energieversorgung Hilfsstromkreislampen angebracht werden, um eine Beleuchtung mit einem bestimmten Lichtniveau zu gewährleisten, und einige der gleichen Leuchtstofflampen können im Halbstrombetrieb betrieben werden. Auch hier werden Türschwellenlampen an der Tür oder an den Seiten der Tür angebracht, damit die Fahrgäste den Bereich vor ihnen gut sehen können.

Die Beleuchtung wird im Allgemeinen aus der Batterie gespeist. Es ist bekannt, dass die Batterie Gleichspannung liefert und Leuchtstofflampen mit Wechsellspannung arbeiten. Für die Versorgung

dieser Lampen werden Stromwandler (Konverter) verwendet, die Gleichspannung in Wechselspannung umwandeln.

#### *11.5.6.4 TÜREN UND KONTROLLEN*

Das Öffnen und Schließen der Türen moderner Diesel- und Elektroautos sowie der daraus abgeleiteten Züge erfolgt automatisch. Die Türen von elektrischen Vorortzügen und S-Bahn-Fahrzeugen sind breite und zweiflügelige Schiebetüren, um das Ein- und Aussteigen der Fahrgäste zu erleichtern und zu beschleunigen. Die für das Öffnen und Schließen der Türen erforderlichen Öffnungs-/Schließmechanismen können pneumatisch oder elektrisch sein.

Die folgenden Sicherheitssysteme wurden für die Sicherheit der Fahrgäste in Nahverkehrszügen und Stadtbahnfahrzeugen entwickelt.

Der Zug kann sich erst in Bewegung setzen, wenn alle Türen des Zuges geschlossen sind.

Die Türen können erst geöffnet werden, wenn der Zug vollständig zum Stillstand gekommen ist.

Alle Türen werden durch Lichtschranken gesteuert, um zu verhindern, dass die Fahrgäste beim Einsteigen zwischen den Türflügeln stecken bleiben und die Tür sich nicht schließt.

Eine Lampe/Anzeige in der Fahrerkabine zeigt an, ob die Türen offen oder geschlossen sind.

Die Fahrgäste werden 3 Sekunden lang akustisch gewarnt, dass sich die Türen schließen werden.

Sowohl bei Stadt- als auch bei S-Bahnen muss der Ein- und Ausstieg der Fahrgäste sehr schnell erfolgen. In solchen Fahrzeugen werden die Anzahl der Türen und die Türbreiten entsprechend der Gesamtzahl der Fahrgäste, die an den Haltestellen ein- und aussteigen, festgelegt. Bei den Berechnungen wird davon ausgegangen, dass insgesamt 90 Fahrgäste in einer Minute durch eine 1-Meter-Tür ein- und aussteigen.

## **11.6 HEIZUNG-LÜFTUNG-KÜHLUNG-SYSTEME (HVAC)**

In modernen Zügen werden Heizungs-, Lüftungs- und Kühlsysteme eingesetzt, um den Komfort der Fahrgäste zu gewährleisten. Vor allem in Städten mit sehr heißen Sommermonaten sind Klimaanlage in diesen Baureihen heute obligatorisch. Auch in den von Lokomotiven gezogenen Personenwagen werden heute Klimaanlage eingesetzt.

Früher wurden moderne Diesel-Automobile und -Eisenbahnzüge durch das Einblasen von Heißluft beheizt. Diese warme Luft wurde von einem Gerät namens "Webasto" geliefert, das mit Dieselkraftstoff betrieben wird, oder vom Kühlwasser des Dieselmotors.

In Elektroautos und Eisenbahnzügen wird die Heizung durch elektrische Widerstände gewährleistet. In modernen Autos und Zügen sind die Widerstände in Luftkanälen angebracht, und die heiße Luft wird von Gebläsen eingeblasen.

Um im Sommer eine komfortable Fahrt zu ermöglichen, werden auch Kühlgruppen eingesetzt. Während diese Gruppen im Sommer für Kühlung sorgen, heizen sie im Winter durch Einblasen von Warmluft von der Decke. Um eine bestimmte Umgebungstemperatur an den Orten zu gewährleisten, an denen sich die Fahrgäste aufhalten, erfolgt die Steuerung über Temperatursensoren (Thermostat).

Die Luft in den Fahrgasträumen muss immer frisch sein. Zu diesem Zweck wird die verschmutzte Luft durch Absaugvorrichtungen abgeleitet und frische, durch Filter geleitete Luft zugeführt.

### 11.6.1 INDIKATOREN

Jeder Zugfahrzeugtyp ist mit den folgenden analogen Blinkerarten ausgestattet.

- Tachometer zur Anzeige der Geschwindigkeit des Zuges (km/h oder mph)
- Manometer zur Anzeige des Drucks im Hauptluftbehälter,
- Manometer zur Anzeige des Drucks in der Bremsluftleitung,
- Manometer, das den Druck im Bremszylinder des Fahrzeugs selbst anzeigt,
- Batterieladestrommesser und Batteriespannungsmesser.

Darüber hinaus gibt es elektrische Zugmaschinen;

- Fahrmotor Amperemeter / Amperemeter,
- Voltmeter zeigt die Netzspannung an,
- Amperemeter zur Anzeige des Netzstroms,
- Wattmeter zur Anzeige des Stromverbrauchs,
- Andere Indikatoren nach Bedarf.

In diesel-elektrischen Fahrzeugen;

- Fahrmotor Amperemeter / Amperemeter,
- Öldruckmesser für Dieselmotoren,
- Wassertemperaturanzeige für Dieselmotoren,
- Öltemperaturanzeige für Dieselmotoren.
- Kraftstoffdruckmesser für Dieselmotoren,
- Tachometer für Dieselmotoren,
- Turbomessgerät(e), die den Druck des/der Turbos anzeigen,
- Indikator für die Betriebsstunden des Motors,

Die oben genannten Anzeigen sind in der Fahrerkabine so angebracht, dass der Fahrer sie gut sehen kann.



Abbildung 11.2 Anzeigen auf dem Fahrpult der Lokomotive DE 24000

### **11.6.2 BELEUCHTETE UND AKUSTISCHE WARNHINWEISE**

Damit der Fahrer eine mögliche Störung erkennen kann, die bei der Ausführung der Hauptkomponenten der Zug- oder Bremsfunktion eines Zugfahrzeugs sowie der Hilfskomponenten und anderer für den Betrieb des Systems erforderlicher Komponenten auftreten kann, sind in der Kabine für den Fahrer gut sichtbare Warnleuchten angebracht. Die besonders wichtigen Komponenten geben gleichzeitig akustische Warnungen aus.

### **11.6.3 KONTROLLE**

Während die Steuerung aller Haupt- und Hilfskomponenten sowie die Traktions- und Bremssteuerung in Triebfahrzeugen durch den Triebfahrzeugführer erfolgt, wird die Steuerung von Vorortzügen, Stadtbahnen und Hochgeschwindigkeitszügen, die Produkte fortschrittlicher Technologie sind, automatisch mit dem System der "automatischen Zugsteuerung" (ATC) durchgeführt. Dieses System umfasst die Systeme "Automatischer Zugbetrieb" und "Automatische Zugsicherung" (ATP). Im Falle einer Störung des Systems werden halbautomatische oder manuelle Steuerungsmodi verwendet.

Im Modus der automatischen Zugsteuerung sorgt der Triebfahrzeugführer nur für das Schließen der Türen und die erste Fahrt. Je nach Straßenzustand werden viele Vorgänge wie Geschwindigkeiten, das Öffnen der Türen, die Erhöhung der Geschwindigkeit für einen verspäteten Zug, um diese Verspätung zu schließen, die Verkürzung der Haltezeiten in den Bahnhöfen, die Geschwindigkeitsreduzierung bei frühen Abfahrten oder die Verlängerung/Verkürzung der Haltezeiten in den Bahnhöfen automatisch durchgeführt.

Der Betrieb dieses Systems erfolgt über streckenseitige Geräte (Antennen), die entlang der Strecke angebracht sind. Bei Zügen, die in kurzen Abständen aufeinander folgen, passt das System automatisch die Geschwindigkeit und die Bremsen der Fahrzeuge an.

Die Steuerungen werden aus dem Batteriestromkreis gespeist, und jeder Steuerkreis ist durch Minisicherungen gegen elektrische Leckagen oder Überstrom geschützt.

### **11.6.3.1 TRAKTIONS-/BREMSKONTROLLE**

Traktions- und Bremsvorgänge sind einander entgegengesetzt. Daher sollten diese Bedienelemente nahe beieinander liegen. Es gibt zwei Arten von Bremsvorgängen bei Zugfahrzeugen. Diese sind

- Reibungsbremse,
- Sie ist eine dynamische Bremse.

Traktions- und Bremskontrollen können sowohl auf demselben Gerät als auch auf separaten Geräten durchgeführt werden.

Bei den klassischen Lokomotiven werden die Traktionskontrolle und die Steuerung der pneumatischen Reibungsbremse und der dynamischen Bremse, sofern vorhanden, auf separaten Instrumenten durchgeführt (das Instrument, das die pneumatische Reibungsbremse steuert, wird bei der Eisenbahn als Lokführerhahn bezeichnet). Später wurde die Steuerung der Traktion auf einem Instrument und die Steuerung der pneumatischen Reibungsbremse und der dynamischen Bremse auf einem anderen Instrument in Kombination durchgeführt. Das bedeutet, dass die pneumatische Reibungsbremse und die dynamische Bremse integriert zusammenarbeiten. In modernen Schienenfahrzeugen erfolgt die Kombination von Traktion, Reibungsbremse und dynamischer Bremse jedoch über ein Instrument, das dem Fahrer zur Verfügung steht. Da die dynamische Bremse unterhalb einer bestimmten Geschwindigkeitsgrenze ihre Wirkung verliert, wird die Bremsung mit der Reibungsbremse fortgesetzt.

Die Traktionskontrolle wird auch Valse genannt. Der pneumatische Bremshebel, der zum Abbremsen des Zuges verwendet wird, wird als "Machinist Tap" bezeichnet. Der pneumatische Bremshebel, der für die Fahrt einer einzelnen Lokomotive verwendet wird, heißt "Modrabl".

In modernen Triebzügen erfolgt die Steuerung von Traktion und Bremse über einen einzigen Hebel, wobei die allmähliche Vorwärtsbewegung des Hebels die Traktionssteuerung und die allmähliche Rückwärtsbewegung des Hebels die Bremssteuerung darstellt. Die Bremssteuerung ist eine Kombination aus Reibungs- und dynamischer Bremssteuerung.

### **11.6.3.2 STEUERUNG VON HILFSKOMPONENTEN UND ANDEREN KOMPONENTEN**

Hilfsaggregate und andere Komponenten werden über Drucktasten, Druckknöpfe und Schalter gesteuert. Sie sind so weit wie möglich in Reichweite des Fahrers angebracht und von innen beleuchtet, so dass sie auch nachts gut zu sehen sind. Jede Taste und jeder Schalter ist mit Buchstaben und Ziffern beschriftet, um anzugeben, welches Bauteil er steuert.

### **11.6.4 GESCHWINDIGKEITSSENSOREN**

Schleudern, Radschlupf und Geschwindigkeitsunterschiede zwischen den Rädern von Zugfahrzeugen sind Faktoren, die die Bodenhaftung beeinflussen. Eine schlechte Haftung führt zu einer Abnahme der Zugkraft. Geschwindigkeitssensoren beugen solchen Ereignissen vor.

Die Geschwindigkeitssensoren befinden sich an den angetriebenen Rädern und werden auch als "Achsgeneratoren" bezeichnet. Der Achsgenerator ist ein kleiner elektrischer Generator, der seine Bewegung aus der Drehbewegung der Räder bezieht. In den Achsgeneratoren entstehen unterschiedliche Spannungen aufgrund von Geschwindigkeitsunterschieden (Umdrehungen), die durch das Schleudern der Räder entstehen können. Diese Spannungsunterschiede warnen den Fahrer durch die Aktivierung von Licht- und Tonwarnungen.

### **11.6.5 LADUNGSSENSOREN**

In modernen Schienenfahrzeugen, insbesondere in den in den letzten Jahren hergestellten Vorort-, U-Bahn-, Stadtbahn-, Straßenbahn- und Hochgeschwindigkeitszügen, sind die Fahrzeuge der Serie mit Lastsensoren ausgestattet.

Wir wissen, dass es eine Beziehung zwischen der Radbremskraft und dem Gewicht des Fahrzeugs gibt, damit die Räder eines Fahrzeugs beim Bremsen nicht durchdrehen. Wenn wir beim Bremsen die Bremskraft konstant halten und die Last verringern, kommt es zum Schleudern. In den oben erwähnten Fahrzeugen des Eisenbahnsystems, insbesondere in Fahrzeugen des städtischen Eisenbahnsystems und des Nahverkehrs, ändert sich die Anzahl der Fahrgäste ständig. Da sich diese Schwankungen bei den Fahrgästen auf das Fahrzeuggewicht auswirken, können die Räder bei geringem Fahrgastaufkommen ins Schleudern geraten. Um dies zu verhindern, werden Lastsensoren an den Fahrzeugen angebracht. Die Lastsensoren übermitteln das Fahrzeuggewicht an das Mikroprozessorsystem, woraufhin die Bremskraft in Abhängigkeit vom Fahrzeuggewicht angepasst wird und ein Schleudern der Räder verhindert wird.

### **11.6.6 SCHUTZ- UND SICHERHEITSSYSTEME**

Es wurden eine Reihe von Sicherheitsmaßnahmen ergriffen, um Personenschäden zu vermeiden oder den Zug gegen unerwünschte Ereignisse zu sichern, die nicht im Zuge der Zugfahrzeuge auftreten sollten, gegen bestimmte Fehlverhalten, gegen unerwünschte Ereignisse, die nicht von den Fahrgästen oder dem Triebfahrzeugführer verschuldet sind. Diese Maßnahmen, die die Sicherheit der Fahrt gewährleisten, werden automatisch oder manuell (von Hand) durchgeführt.

#### **11.6.6.1 TOTMANN (TOTMANNSYSTEM)**

Während der Fahrt von Zugfahrzeugen wird für den Fall, dass der Fahrer stirbt oder ohnmächtig wird, ein Sicherheitssystem namens "Totmann" (Dead Man = Totman) in die Zugfahrzeuge eingebaut, um den Zug zu sichern. Dieses System gibt es in zwei Ausführungen: Passiver Totman und Aktiver Totman.

Bei dem passiven Totman-System kann der Triebfahrzeugführer den Zug fahren

- Drückt kontinuierlich ein Fußpedal oder eine Handtaste.
- Oder er drückt in regelmäßigen Abständen ein Fußpedal oder eine Handtaste.

Wenn der Fahrer stirbt oder ohnmächtig wird, gibt das System nach einer bestimmten Zeit (6-7 Sekunden) zunächst ein akustisches Warnsignal aus, wobei davon ausgegangen wird, dass der Fahrer abgelenkt ist, weil das Fußpedal oder die Handtaste nicht gedrückt werden kann. Wenn der Fahrer tatsächlich tot oder bewusstlos ist, wird das System aktiviert.

Beim aktiven Summenbildungssystem führt der Triebfahrzeugführer während der Zugfahrt die folgenden Aktionen durch,

- Es steuert die Traktion und die Bremse für die Beschleunigung oder Verzögerung und das Anhalten,
- Der Anpfeiff ertönt,
- Wenn das nicht nötig ist, drückt er den Handknopf oder das Fußpedal und zieht.

Diese Handlungen zeigen an, dass der Fahrer gesund ist. Führt der Fahrer diese Handlungen nicht aus, gibt das System nach einer gewissen Zeit zunächst eine akustische Warnung aus, wobei es davon ausgeht, dass der Fahrer geistesabwesend ist, und das System wird aktiviert, wenn der Fahrer tatsächlich tot oder bewusstlos ist.

Unabhängig davon, ob es sich um ein aktives oder passives Totmannsystem handelt, treten bei der Aktivierung des Systems die folgenden Ereignisse ein.

- Das Zugfahrzeug und die nachfolgenden Wagen schalten automatisch auf Notbremsung.
- Automatisches Sandstrahlen zur Verkürzung des Bremsweges.
- Bei Dieseltriebfahrzeugen sinkt die Motordrehzahl auf Leerlauf und die Zugkraft wird abgeschaltet.
- Bei elektrischen Zugfahrzeugen öffnet der Hauptstromkreisunterbrecher den Stromkreis und schaltet das Fahrzeug stromlos.

#### *11.6.6.2 HILFE BREMSEN*

In den Reisezugwagen herkömmlicher Personenzüge und in den Fahrgasträumen von Autotrikes und aus Autotrikes abgeleiteten Zuggarnituren befinden sich Notklappen, die von den Fahrgästen im Bedarfsfall betätigt werden können. Die Bremsung erfolgt, wenn diese Klappen von den Fahrgästen betätigt werden.

Außerdem gibt es im Führerstand Notbremsknöpfe, die im Gefahrenfall betätigt werden. Bei Abwesenheit oder Tod des Triebfahrzeugführers wird der Zug durch Betätigung einer Notklappe oder eines Notknopfes, der von einer anderen Person im Führerstand betätigt wird, in eine Notbremsung versetzt.

#### *11.6.6.3 AUTOMATISCHES ZUGBREMSYSTEM (ATS)*

Auf Strecken, auf denen der Zugverkehr durch Lichtsignale geregelt wird, wird das System, das den Zug automatisch auffängt, wenn der Triebfahrzeugführer das rote Signal aufgrund von Geistesabwesenheit überfährt, "Automatic Train Stop System" (ATS) genannt. Wenn dieses System aktiviert ist, wird auch gebremst.

#### *11.6.6.4 FAHRGASTWARNSYSTEME*

Neben den Schutz- und Sicherheitssystemen werden die folgenden Systeme auch in Fahrzeugen des städtischen Schienenverkehrs, Vorortzügen und Hochgeschwindigkeitszügen eingesetzt.

- Durchsagesysteme (PA = Public Announcement): Systeme, die die Fahrgäste akustisch warnen, bevor der Zug in den Bahnhof einfährt.
- Geschlossenes Fernsehsystem (CCTV) : Ein Bildschirm, der es dem Triebfahrzeugführer ermöglicht, zu sehen, was im Zug passiert, oder vor der Abfahrt zu überprüfen, ob es vor den Türen eine ungewöhnliche Situation gibt.
- Digitale Aushänge : Digitale Anzeigetafeln, die den Fahrgästen anzeigen, an welchem Bahnhof sie angekommen sind. Dieses System funktioniert in Verbindung mit dem Durchsagesystem.
- Hupen und Warnglocken : Drucklufthörner und Hupen mit verschiedenen Tönen und Klängen in Zugfahrzeugen,
- Dies sind die Warntöne, die anzeigen, dass die Fahrzeigtüren geöffnet oder geschlossen werden.

## ***ABSCHNITT:3 INFORMATIONEN ÜBER ABGESCHLEPPTE FAHRZEUGE***

### **12. ECM-Verordnung**

ECM steht für "Entity in Charge of Maintenance" (für die Instandhaltung zuständige Stelle) und wird ins Türkische als "Entity in Charge of Maintenance" (für die Instandhaltung zuständige Stelle) übersetzt. ECM bezieht sich auf die Organisation, die die volle Verantwortung für den Instandhaltungszustand des Rollmaterials trägt.

Die Türkei ist Mitglied der OTIF, der Zwischenstaatlichen Organisation für den internationalen Eisenbahnverkehr. Die Türkei ratifizierte das 1980 von der OTIF herausgegebene COTIF im Jahr 1985 und das Protokoll 1999 zur Änderung des COTIF im Jahr 2005 mit den von der Großen Türkischen Nationalversammlung verabschiedeten Gesetzen. Im Jahr 2012 veröffentlichte die OTIF die Anlage A zu den ATMF Anlage A zum COTIF 1999 und trat 2013 in Kraft. Ab dem Datum des Inkrafttretens (01.06.2013) dieses Dokuments, das die ECM-Regelung enthält, werden Güterwagen, denen keine zertifizierte ECM zugewiesen wurde, nicht auf den Strecken der Länder, die Vertragspartei des COTIF sind, und der Mitgliedstaaten der Europäischen Union zugelassen.

Die nachgeschalteten Anwender (Eisenbahnverkehrsunternehmen) gewährleisten den sicheren Betrieb von Güterwagen im internationalen Verkehr auf der Grundlage der folgenden beiden Vorschriften:

- Der technische Entwurf und die Herstellung des Wagens müssen mit den anwendbaren ETV/TSI (WAG und NOI) übereinstimmen und dies muss von einer vom Hersteller, Eigentümer, DTI und DAI (Eisenbahninfrastrukturbetreiber) unabhängigen Bewertungsorganisation bewertet und genehmigt werden. Die Konformität des technischen Entwurfs und der Herstellung muss von einer unabhängigen Bewertungsorganisation während des gesamten Prozesses bis zur technischen Abnahme überprüft werden.
- Der Waggon muss ordnungsgemäß gewartet werden. Dazu muss den Wagen eine ECM zugewiesen werden.

Die Mitgliedsstaaten der OTIF sollten sich hinreichend vergewissern können, dass die Güterwagen, die auf ihren Strecken verkehren, gut hergestellt und instand gehalten werden. Es ist nicht möglich, den genauen technischen Zustand des Wagens durch die Kontrolle des Wagenmeisters/Revisors an den Grenzübergängen festzustellen. Daher sind harmonisierte internationale Vorschriften für die Herstellung und Instandhaltung von Güterwagen erforderlich. Die ECM-Regelung ist eine der harmonisierten internationalen Vorschriften für die Instandhaltung von Güterwagen.

Die ECM-Verordnung enthält Anforderungen und Methoden zur Bewertung der Kompetenz der für die Instandhaltung von Güterwagen zuständigen Stellen. Der Anwendungsbereich der ECM-Verordnung ist auf Güterwagen beschränkt. Die ECM-Verordnung der OTIF ist gleichwertig mit der entsprechenden EU-Verordnung 445/2011 EU. Zertifizierte ECM unter dem Regime der Europäischen Union sind gleichwertig mit zertifizierten ECM unter dem OTIF-Regime. ECM-Zertifizierungsstellen können auch Bewertungen und Zertifizierungen in allen OTIF-Vertragsparteien durchführen, unabhängig davon, ob sie Mitglieder der OTIF sind oder nicht. Ein ECM-Zertifikat ist in der Europäischen Union und in den Ländern, die Vertragsparteien der OTIF sind, gültig. Auch wenn die ECM-Regelung nur für Güterwagen gilt, muss jedem Fahrzeug, das in den Anwendungsbereich der Sicherheitsrichtlinie in der Europäischen Union fällt, eine ECM zugewiesen werden, und die ECM-Informationen müssen in das NVR (nationales Fahrzeugregister) eingetragen werden.

Der Hauptgrund für die Einführung der ECM-Verordnung ist die Gewährleistung der Betriebssicherheit im liberalisierten Eisenbahnsektor. Darüber hinaus liegen die Vorteile der ECM-Einführung in der Senkung der Instandhaltungskosten, der Entwicklung eines Qualitätsverständnisses in der Organisation, der Steigerung der Produktivität, einem effektiven Management mit wirksamer Überwachung und Kontrolle sowie der Verringerung von Kundenbeschwerden.

Die ECM hat die Aufgabe, dafür zu sorgen, dass die Güterwagen, für die sie für die Instandhaltung verantwortlich ist, gemäß den Instandhaltungsunterlagen instand gehalten werden, die in Übereinstimmung mit den UIC/UTP/TSI-Anforderungen und unter Berücksichtigung der geltenden Instandhaltungsvorschriften erstellt wurden, und dass die betreffenden Wagen während des Betriebs durch jeden Zugbetreiber sicher betrieben werden können.

Die Pflicht der ECM beginnt mit der Annahme des gemäß den ETV hergestellten Güterwagens durch den Betrieb als zuständige Behörde und dessen Eintragung in das NVR. Daraus sollte nicht abgeleitet werden, dass es nicht notwendig ist, Güterwagen, die nicht den ETV entsprechen, eine ECM zuzuweisen. Die ECM eines jeden Eisenbahnfahrzeugs muss bei der Eintragung in das NVR zwingend eingegeben werden.

### ***12.1 Prozesse der Zertifizierung***

Die Verfahren und Grundsätze zur Erlangung eines ECM-Zertifikats sind in einem vom Ministerium im Oktober 2017 veröffentlichten Anwendungsleitfaden geregelt. Der Leitfaden erläutert die ECM-Antrags-, Bewertungs- und Zertifizierungsverfahren für Organisationen, die die Instandhaltung von Güterwagen übernehmen. Abgesehen von der bestehenden ECM-Anwendung für Güterwagen muss es für andere Eisenbahnfahrzeuge eine vom Ministerium zugelassene(n) Einheit(en) geben, die für die Instandhaltung verantwortlich ist/sind und vom Fahrzeugeigentümer benannt wird/werden, und die Instandhaltung muss von diesen Einheiten durchgeführt werden.

Die Antragsteller beantragen bei der Zertifizierungsstelle die Erteilung eines ECM-Zertifikats. Die Befugnis zur Ausstellung von ECM-Zertifikaten wurde der UHDGM im Rahmen der COTIF-Vereinbarung übertragen. In diesem Zusammenhang kann die Zertifizierungsstelle die UHDGM oder eine der auf der ERADIS-Website veröffentlichten Organisationen sein.

Um ein ECM-Zertifikat zu erhalten, muss er nachweisen, dass er die in der ECM-Verordnung festgelegten Anforderungen erfüllt. Um dies nachzuweisen, muss sie sich bei einer Zertifizierungsstelle um ein Audit und eine Zertifizierung bewerben. Die Organisationen, die eine ECM-Zertifizierung beantragen können, sind unten aufgeführt:

- Hersteller des Wagens,
- Betreiber von Eisenbahnzügen,
- Betreiber der Eisenbahninfrastruktur,
- Die natürliche oder juristische Person, die zur Nutzung des Wagens berechtigt ist
- Werkstätten für die Instandhaltung von Waggons.

### ***12.2 Bescheinigung über die Erbringung von Wartungsleistungen***

Die Instandhaltungsversorgungsfunktion ist die technische Ausführung von Instandhaltungsaufgaben, die für das rollende Material bestellt wurden. Diese Funktion kann in Instandhaltungswerkstätten ausgeführt werden. Die Funktion Flotteninstandhaltungsmanagement umfasst die Verwaltung von Instandhaltungsaufträgen, die von der Funktion Flotteninstandhaltungsmanagement erteilt werden, die Verwaltung von Anlagen, Industrieausrüstungen und Fahrzeugen, die Verwaltung von instandhaltungsbezogenen technischen Arbeiten.

Eine Instandhaltungswerkstatt ist ein mobiler oder fester Vermögensgegenstand, einschließlich derjenigen, die für die Verwaltung zuständig sind, Fahrzeuge, Ersatzteile, Komponenten, andere Werkzeuge, die bei der Montage von Fahrzeugteilen verwendet werden, Einrichtungen und Personal.



*Abbildung 12.1 Eine Werkstatt zur Instandhaltung und Reparatur von Güterwagen im Rahmen der Instandhaltungsversorgung*

### **12.3 ECM-Zertifizierung**

Zertifizierung bedeutet die Bestätigung der Konformität von Produkten, Verfahren oder Systemen mit den geforderten Anforderungen durch einen unabhängigen Dritten. Zertifizierungsunternehmen, die von einer Akkreditierungsstelle akkreditiert und von der nationalen Eisenbahnbehörde anerkannt sind, sowie die nationale Eisenbahnbehörde (NSA) sind berechtigt, ECM-Zertifikate auszustellen. Ein ECM-Zertifikat, das von einer akkreditierten und anerkannten Zertifizierungsstelle oder Eisenbahnbehörde ausgestellt wird, bietet die Gewähr, dass der Zertifikatsinhaber die in Anlage 2 von Anhang A der ATMF festgelegten Anforderungen erfüllt. Das Format des Zertifikats ist in Anlage 4 von Anhang A der ATMF definiert.

Die am ECM-Zertifizierungsprozess beteiligten Akteure und die Beziehungen zwischen ihnen sind in dem Diagramm dargestellt (ESEN, 2021).

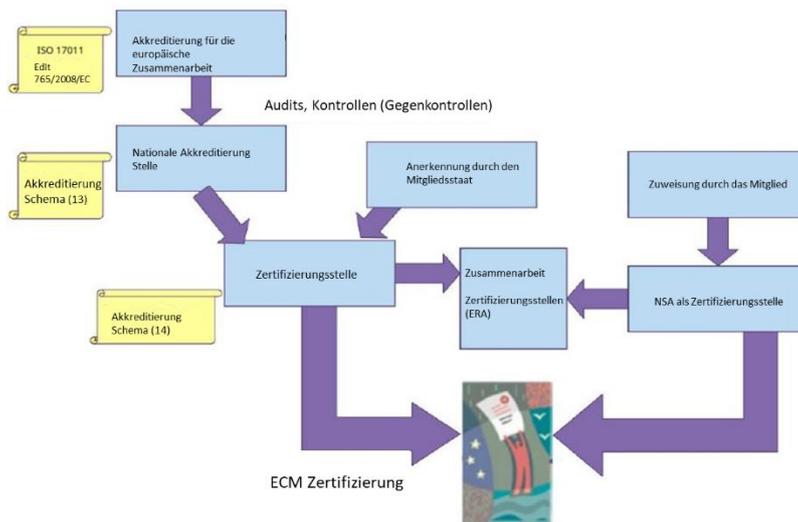


Abbildung 12.2 Phasen des ECM-Zertifizierungsprozesses

### 13. Definitionen von internationalen Abkommen

#### 13.1 UIC

Die UIC (Union Internationale des Chemins de fer) wurde 1922 gegründet, um einheitliche Bedingungen für die Einrichtung und den Betrieb von Eisenbahnverwaltungen zu schaffen. Heute ist sie eine weltweite Organisation für die Zusammenarbeit zwischen Eisenbahnunternehmen (Organisationen) und ist in allen Bereichen tätig, die mit der Entwicklung des Eisenbahnverkehrs zusammenhängen. Die Gesamtzahl der Mitglieder beläuft sich derzeit auf 195 aus fünf Kontinenten. Die Eisenbahnverwaltungen regeln ihre täglichen Verwaltungsabläufe wie Herstellung und Betrieb von Rollmaterial, Bau von Bahnen, Elektrifizierung, Signalisierung, Telekommunikation, Verkehrspläne, Finanzierung, Buchhaltung und Statistik nach UIC-Standards. Dabei werden die in den von der UIC veröffentlichten Zetteln festgelegten Kriterien zugrunde gelegt.

#### 13.2 RIC

Verordnung über die internationale Beförderung von Personenkraftwagen.

#### 13.3 COTIF

Es ist der Name des Übereinkommens über den internationalen Eisenbahnverkehr. Es ist der Basistext der OTIF.

#### 13.4 OTIF

Sie ist eine zwischenstaatliche Organisation, die sich dem internationalen Eisenbahnverkehr widmet. Die OTIF wurde 1985 in Übereinstimmung mit dem 1980 unterzeichneten COTIF gegründet (ihr Vorgänger war das 1893 gegründete Zentralamt für den internationalen Eisenbahnverkehr). Im Jahr 2022 hat sie 51 Mitglieder. Seine Hauptanwendung ist das COTIF und seine 7 Anhänge. Die Türkei ist eine der Vertragsparteien der OTIF.

#### 13.5 GCU

Abkommen über die gegenseitige einheitliche Benutzung der Wagen

#### 13.6 RID

Verordnung über die internationale Beförderung gefährlicher Güter mit der Eisenbahn

#### 13.7 TSI

(Technische Spezifikationen für die Interoperabilität) TSI definieren die technischen und betrieblichen Normen, die jedes Teilsystem oder jeder Teil eines Teilsystems erfüllen muss, um die

grundlegenden Anforderungen zu erfüllen und die Interoperabilität des Eisenbahnsystems der Europäischen Union zu gewährleisten. Alle Teilsysteme müssen die TSI gemäß der Richtlinie 2008/57/EG erfüllen, wenn sie in Betrieb genommen, umgerüstet oder erneuert werden. Die Entwicklung von TSI ist eine der Kernaufgaben der ERA, der Eisenbahnagentur der Europäischen Union. Die Interoperabilität wird im Transeuropäischen Eisenbahnnetz (TEN) umgesetzt.

### 13.8 YVBK

Instandhaltungsvorschriften für Güterwagen

## 14. Waggontypen

### 14.1 Klassifizierung der Wagen

1) Strukturell	2) In Bezug auf die Unternehmensführung
a) Last	a) Kommerziell
b) Passagier	b) Verwaltung
	c) Individuell

### 14.2 Personenkraftwagentypen

**Personenwagen:** Der Personenverkehr wird mit verschiedenen Arten von Personenwagen durchgeführt, die unterschiedliche Dienstleistungen anbieten. Die verschiedenen Wagentypen wurden unter Berücksichtigung der Anforderungen und Bedürfnisse der Fahrgäste entwickelt. Ein Personenzug besteht aus verschiedenen Wagentypen wie Abteil, Pullman, gedeckter Wagen oder Schlafwagen. Während Fernverkehrszüge über verschiedene Wagentypen verfügen, gibt es in Kurzstreckenzügen nur Steuerwagen. Verpflegungswagen gibt es nur in Fernverkehrszügen, in denen ein Verpflegungsservice angeboten wird. Einige Spezialwagen werden auf Wunsch von Institutionen und Industriellen angemietet und stehen nur den Mietern zur Verfügung.

**Schlafwagen:** Der Waggon besteht aus Abteilen, die so angeordnet sind, dass 2 Personen darin reisen können. Diese Abteile haben Sitze, die in Betten umgewandelt werden können.

**Liegewagen:** Der Wagen besteht aus Abteilen mit einander gegenüberliegenden Sitzen. Wenn die Befestigungsschlösser dieser Sitze entriegelt und gekippt werden, bilden sich im Inneren des Abteils Betten. Zusätzlich werden die Fahrgäste mit Decken und Kissen ausgestattet und als "gedeckter Liegewagen" in Dienst gestellt. Im Vergleich zu Schlafwagen können mehr Fahrgäste befördert werden.

**Pulman-Wagen:** Das Sitzsystem in diesem Wagen hat normalerweise ein 2+1 Pulman-System. In jedem Zug gibt es einen Pulman-Wagen und in einigen Zügen gibt es nur einen Pulman-Wagen. Diese Sitze, bei denen der Komfort und die Sicherheit der Fahrgäste im Vordergrund stehen, sind verstellbar, ergonomisch geformt und haben einen großen Abstand zueinander. Hinter den Sitzen befinden sich Klappische.

**Speisewagen:** Der Speisewagen dient nur als Speisewagen und wird nicht für die Personenbeförderung genutzt. Das Aussehen und die Gestaltung des Wagens entsprechen dem Restaurantkonzept. Im Wagen gibt es 2 gegenüberliegende Sitze und einen Tisch in der Mitte. Der Tisch ist groß genug für 4 Personen, die bequem daran Platz nehmen können.

**Waggon mit Abteilen:** Ein Waggon besteht aus Abteilen mit gegenüberliegenden Sitzen, die nicht zu Betten umgebaut werden können.

**Vorortwagen:** Diese Wagen werden für Kurzstreckenfahrten verwendet und haben weniger Sitz- und mehr Stehplätze.

**Passagierwagen:** Wagen, die vom Zugpersonal benutzt werden und Gepäck befördern können.

**Salonwagen:** Dies sind Wagen, die für Geschäftsreisen und besondere Anlässe gemietet werden. Es handelt sich um speziell konzipierte Wagen mit Salon, Bad, Küche, Bettabteil und WC.

**Konferenz-Wagen:** Er wird speziell für die Nutzung von Industriellen und Geschäftsleuten auf ihren Reisen hergestellt.

**Generatorwagen (D+J):** Wagen mit Wasserstoffgruppen als Energiequelle für die Heizung des Zuges und auch mit einem Furgon-Abteil.

### **14.3 Güterwagentypen**

Güterwagen werden in geschlossene, offene, Plattform-, Schwer- und Zisternenwagen eingeteilt.

## **15. Waggonhauptteile**

Die gezogenen Fahrzeuge für die Personen- und Güterbeförderung, die nach den technischen Normen der Eisenbahn hergestellt und gewartet werden, werden WAGON genannt.

### **15.1 Fahrgestell**

Da das Fahrgestell, das das Skelett des Wagens bildet, zwischen den beweglichen und unbeweglichen Wagenteilen liegt, wird es sowohl von der Straße als auch von anderen Fahrzeugen beeinflusst. Aus diesem Grund werden die Fahrgestelle aus hochfesten U- oder H-Schläuchen hergestellt. Diese werden durch Schweißen, Nieten oder Bolzen miteinander verbunden. Unter jedem der Querträger am Kopf des Fahrgestells sind zwei Handläufe für die Fahrer angebracht, die aus Stufen und Griffen bestehen.

### **15.2 Safe (Truhe)**

Verschläge werden in verschiedenen Formen hergestellt, wie z. B. offen, geschlossen, Plattform, Zisterne, je nach den Eigenschaften der zu transportierenden Ladung. Die Kiste besteht aus Teilen wie Skelett, Bodenplatten, Seitenwandstreben und Strebenstützen, Türen und Fenster, Entladevorrichtung, Parator, Treppe, Geländer. An den Seitenwänden befindet sich in der linken unteren Ecke ein Platz für die Beschriftung.

### **15.3 Radsatz**

Es befördert Massen, indem es auf der Schiene mit einer bestimmten Winkelgeschwindigkeit rollt. Er besteht aus einem Radsatz, einer Achse und zwei Radkörpern. Die Radsätze der Wagen des Typs TVS 2000 haben auch Bremscheiben.

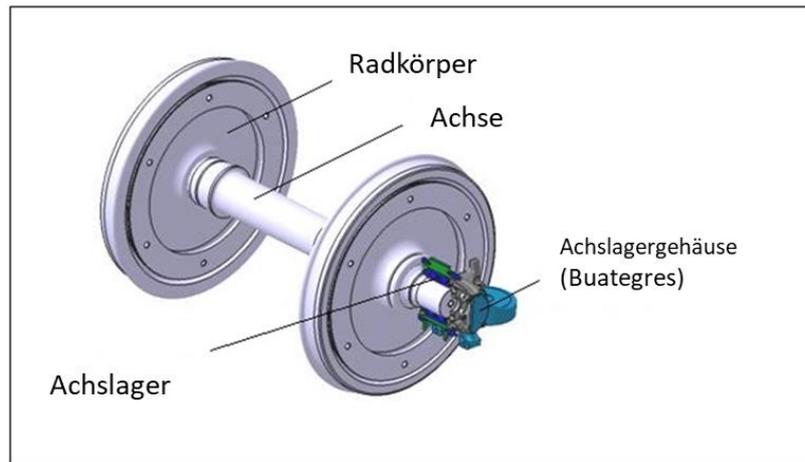


Abbildung 15.1 Radsatz

Ein Radsatz entsteht, indem er den folgenden Verfahren unterzogen wird:

- Die Achse ist in den entsprechenden Abmessungen vorbereitet.
- Radkästen 0,25-0,40 mm. Dichtigkeit, mit Presskraft in die Achse gedrückt.
- Achslager (Lager) werden durch Erwärmung oder Presskraft in die Achsköpfe eingesetzt.
- Zur Abdeckung der Lager werden Achslagergehäuse (buategres) eingebaut.
- Unterschiede im Raddurchmesser und Rundlauffehler werden durch Drehen beseitigt.

Radkörper werden als Monoblock (Einzelkörper oder Vollkörper) gefertigt und bis zur Betriebsgrenze eingesetzt. Räder, deren Durchmesser bis zur Betriebsgrenze abnimmt, werden von den Achsen entfernt und durch neue ersetzt. Achsen hingegen können viele Male verwendet werden, wenn keine Fehlfunktion vorliegt, die ihre Verwendung verhindert.



Abbildung 15.2 Radsatz eines Wagens der Bauart TVS 2000

### 15.3.1 Achslager

Die Achslager nehmen das Gewicht des Wagens auf und übertragen es auf die Achsköpfe (Drehgestelle). In der Vergangenheit wurden Gleitlager verwendet, heute werden Wälzlager eingesetzt.



Abbildung 15.3 Achslager und Achslagergehäuse (Deckel entfernt)

### 15.3.2 Radsatzlager

Das Achsgehäuse (buategres) an den Lagern lagert die Lager und das Achslageröl und schützt sie vor äußeren Einflüssen.

### 15.4 Anordnung der Räder

Je nach der Anordnung der Räder werden die Wagen auf zwei verschiedene Arten hergestellt: als Achsen und als Drehgestelle. Personenwagen und Wagen zur Beförderung schwerer Lasten werden mit Drehgestellen hergestellt, während Wagen zur Beförderung leichter Lasten mit Achsen hergestellt werden.

#### 15.4.1 Achswagen

Sie werden in der Regel mit zwei Achsen und Blattfederung hergestellt. Die Achsen sind durch ein Aufhängungssystem direkt mit dem Fahrgestell des Wagens verbunden. Das Grundelement des Aufhängungssystems sind Blattschalter.

Bei Wagen mit Achsen werden die durch die Bewegung verursachten Schwingungen vom Fahrgestell auf die Stützen, von den Stützen auf die Befestigungen und Stützen, vom Stützengehäuse auf das Achslager und das Achslager, vom Achslager auf den Achskopf und die Achse, von der Achse auf die Räder und die Schienen übertragen. Die Übertragung der Stöße und Schwingungen von den Schienen auf den Wagenrahmen und die Ladung erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

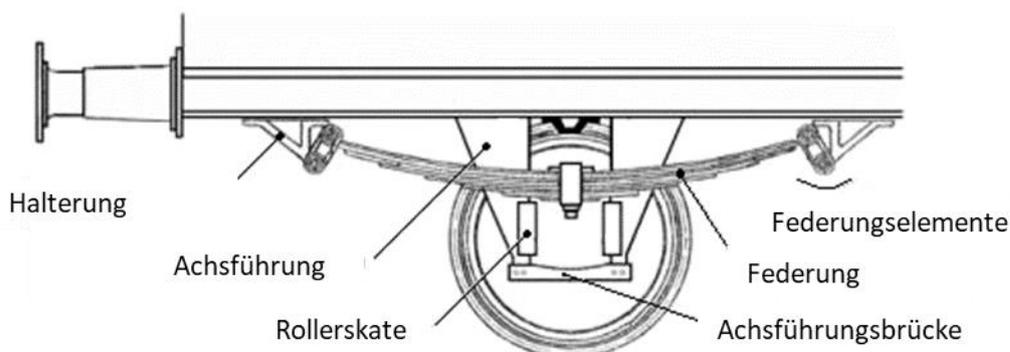


Abbildung 15.4 Radverbindungen eines Achswagens



Abbildung 15.5 Verbindungen eines Achswagens

#### 15.4.1.1 Achsgabel (*plakdögard*)

Es stellt die Verbindung zwischen dem Fahrgestell und dem Radsatz her. Er führt die Bewegungen des Achslagers (von oben nach unten oder von innen nach außen). Er ist durch Schweißen oder Nieten mit dem Fahrgestell verbunden.

#### 15.4.1.2 Achsgabelbrücke (*braga*):

Er verbindet die Achsgabel unter dem Achslager. Sie verhindert, dass sich die Achsgabel aufgrund der bei Starts, Stopps und Kurven auftretenden Kräfte öffnet und bricht.

#### 15.4.1.3 Aufhänger (*susta*) Sport:

Sie wird durch Nieten oder Schweißen mit dem Waggonrahmen verbunden. Sie stellt die Verbindung des Flügelschalters mit dem Waggon mit Befestigungsmitteln her.

#### 15.4.1.4 Das Blatt verstummt:

Sustalar dämpft einen Teil der vertikalen Kräfte und Schwingungen in Waggons. Es wird in Achswagen und einigen Arten von Drehgestellen verwendet. Blattstützen bestehen aus drei Teilen.

- a) Blätter Eines der Susta-Blätter ist das Hauptblatt, die anderen sind Hilfsblätter. Die Anzahl der Blätter nimmt je nach Susta-Typ ab oder zu. In der Regel befindet sich in der Mitte der Blätter ein Kanal. Diese Kanäle verhindern, dass sich die Blätter in die Breite ausbreiten. Das Hauptblatt hat Perno, die sogenannten Susta-Augen. Die Susta ist über Pernos und Menots mit dem Susta-Sport und damit mit dem Wagen verbunden.
- b) Susta-Hülle: Verhindert, dass die Susta-Blätter verstreut werden. Die Düse unter dem Susta-Gehäuse passt in den Schlitz am Achslager und verhindert, dass sich die Susta nach links und rechts bewegt.
- c) Susta-Keil: Dient zum Zusammendrücken der Blätter in der Susta.

#### 15.4.1.5 Ursachen für Brüche in der Susta:

- Ermüdung des Gewebes durch ein bestimmtes Arbeitspensum,
- Ein Riss, der aus irgendeinem Grund auf den Blättern entstehen kann,
- Überlastung,
- Rost

- Austritt von Öl zwischen den Susta (wenn kein Öl vorhanden ist, kann die vom Hauptblatt ausgehende Kraft nicht auf die unteren Blätter übertragen werden),
- Verrutschen der Blätter aufgrund der Lockerheit der Susta-Hülle.

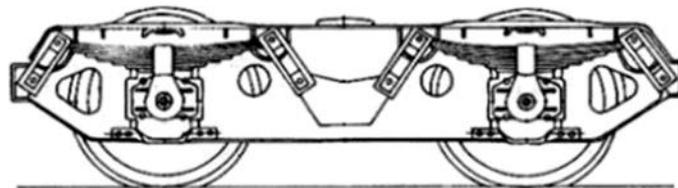
#### 15.4.2 Drehgestellwaggon

Eine Transportgruppe, die aus mindestens zwei Radsätzen und einem Fahrgestell besteht, wird als Drehgestell (Waggon) bezeichnet. Das Fahrgestell des Wagens ist auf einer kugelförmigen Drehgestellnabe montiert und mit einer Welle verbunden, die Perno (Drehverbindung) genannt wird. Dieses kugelförmige Spiel ermöglicht es dem Drehgestell, sich frei unter dem Fahrgestell zu bewegen. Der Drehgestellrahmen besteht aus einer geschweißten Konstruktion oder aus Stahlguss.

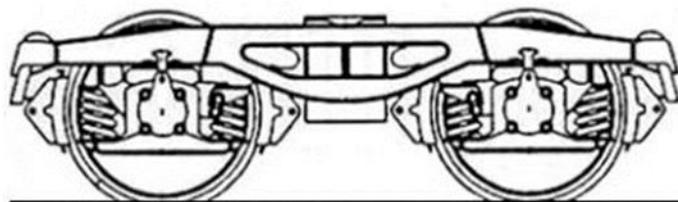
Die Drehgestelle, in einem Fahrzeug:

- Verbessert die Federung, sorgt für Schalldämmung und Komfort,
- Dadurch ist es für hohe Geschwindigkeiten geeignet,
- Erhöht die Anzahl der Achsen, verringert den Achsdruck,
- Sie ermöglicht es, Ihre Körpergröße zu erhöhen,
- Erhöht die Ladetonnage,

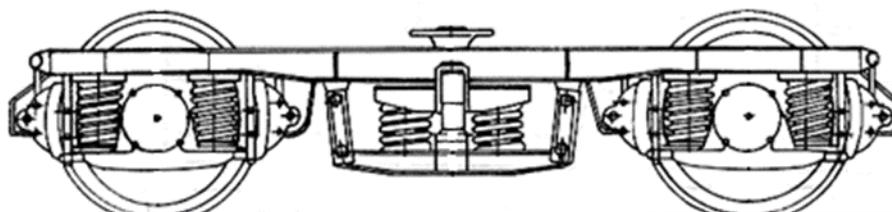
Zur Reduzierung von Schwingungen und zur Federung von Drehgestellen werden Blattdämpfer, Spiralschalldämpfer und Stoßdämpfer verwendet. In Personenwagen werden Drehgestelle der Bauart "Schlieren" und "Y32" verwendet, in Güterwagen Drehgestelle der Bauart "Y25" und "UIC".



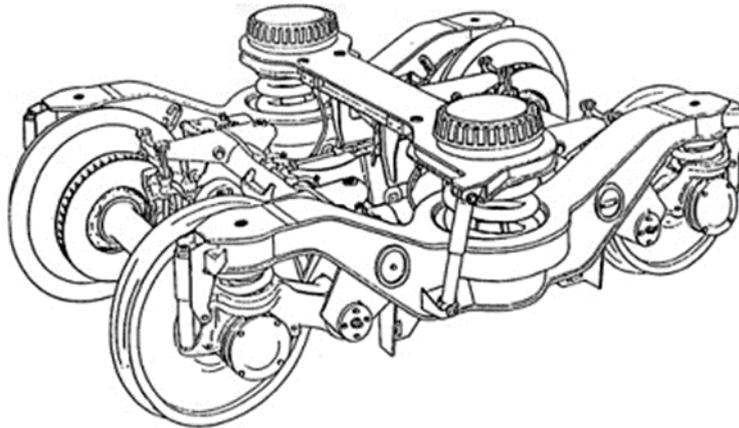
UIC Drehgestell



„Y25“ Drehgestell



“Schlieren” Drehgestell



„Y32“ Drehgestell

## 16. Entgleiste Waggon

Eine Entgleisung liegt vor, wenn das rollende Material von der Strecke abgekommen ist.

Hauptursachen für Entgleisungen:

- Fehlfunktionen der Susta (Susta gebrochen, lose, Susta-Umlenkung defekt, Susta-Verbindungsteile gebrochen)
- Raddefekte (dünner Boden, gebrochener Boden, gebrochene Achse, defektes Lager, loses Rad, lose Bandage, unterschiedliche Raddurchmesser usw.)
- Drehgestell- und Fahrgestelldefekte (gebrochenes Drehgestell, gebrochenes Fahrgestell)
- Plakdögart-Mängel (schief, rissig, fehlende Braga)
- Pufferfehler (Pufferfüllstand niedrig oder hoch, Puffer defekt oder fehlend)
- Störungen im Straßenverkehr
- Beladungsfehler (übermäßige und unausgewogene Beladung, Überschreitung der Spurweite)
- Manövrierfehler (starker Puffer, Schere nicht geschlossen, halbe Schere)
- Apletilik-Veranstaltungen
- Falsche Sequenzbildung
- Teile auf der Schiene platzieren
- Überhöhte Geschwindigkeit
- Karambole (Kollision)
- Waggon, Zugflucht

Entgleiste Wagen dürfen nicht ohne die erforderliche Inspektion/Kontrolle und Wartung in den Werkstätten in Betrieb genommen werden. Auch wenn bei der ersten Prüfung dieser Wagen bei der Inbetriebnahme keine Fehlfunktion festgestellt wird, müssen sie zur Prüfung in die Werkstatt geschickt werden (wie vom AVV und RIC gefordert).

Der Abstand (AR-Messung / E-Distanz) zwischen den Rädern (AR-Messung / E-Distanz) Abstand (von mindestens 3 Punkten) wird definitiv gemessen, ob die Achsen des entgleisten Wagens schief sind, wo er steht.

## 17. PNEUMATIK- UND BREMSENKENNTNISSE

Es ist bekannt, dass die Menschen viele verschiedene Geräte benutzen, um ein besseres Leben zu führen und ihre Arbeit zu erleichtern. Für den Betrieb dieser Geräte werden

verschiedene Arten von Energie verwendet. Wärme, Elektrizität, Licht, mechanische, chemische und Sonnenenergie sind einige dieser Energiearten. Ein Grund für die Bevorzugung von Energie ist, dass sie leicht zu beschaffen, reichlich vorhanden und kostengünstig ist. Druckluft ist eine Energie, die diese Eigenschaften erfüllt. Es ist bekannt, dass die Menschen seit jeher Luft, die in der Atmosphäre reichlich vorhanden ist, als Energiequelle genutzt haben. Windmühlen zum Beispiel sind eines der einfachsten Geräte, die mit Winddruck arbeiten.

Die Fähigkeit der Luft, Mechanismen durch Druckeinwirkung zu betätigen, hat die Menschen dazu gebracht, luftbetriebene Systeme zu erforschen und zu entwickeln. Der Druck der Luft, die in der Atmosphäre reichlich vorhanden ist, wurde in geschlossenen Behältern erhöht, so dass eine kontrollierte Kraft auf mechanische Teile ausgeübt werden kann. Systeme, die auf diese Weise funktionieren, d. h. Systeme, die mit Druckluft arbeiten, werden als "pneumatische Systeme" bezeichnet.

In fast allen Bereichen der Industrie können durch den Einsatz von pneumatischen Systemen verschiedene Vorgänge wie das Anziehen, Lösen, Erzeugen von linearen oder kreisförmigen Bewegungen wirtschaftlicher und sehr schnell ausgeführt werden.

### **17.1 Vorteile des pneumatischen Systems**

1. Luft, die Quelle der pneumatischen Energie, kann unbegrenzt aus der Atmosphäre gewonnen werden.
2. Druckluft kann über große Entfernungen transportiert werden.
3. Druckluft ist unempfindlich gegenüber Temperaturschwankungen und kann in heißen Umgebungen sicher verwendet werden, da keine Entzündungsgefahr besteht.
4. Die Luft ist sauber, Lecks belasten die Umwelt nicht.
5. Die Schaltungselemente sind einfach und preiswert.
6. Es wird eine hohe Geschwindigkeit erreicht. Die Kolbengeschwindigkeit kann Werte von (1 m/s-2 m/s) erreichen.
7. Es ist sicher gegen Überlastungen.
8. Die Geschwindigkeit und die erzeugte Kraft können auf verschiedene Werte eingestellt werden.

### **17.2 Nachteile des pneumatischen Systems**

1. Aufgrund der Kompressibilität der im Pneumatiksystem verwendeten Energie (Luft) ist es nicht immer möglich, die Kolbengeschwindigkeit auf die gewünschten Werte zu bringen und unter allen Bedingungen auf demselben Niveau zu halten.
2. Ohne ein geeignetes Schmiermittel und einen Filter erhöht sich die Reibung und die Bewegung wird schwierig.
3. In die Luft gemischte Feuchtigkeit (Wasserdampf) kann Korrosion verursachen, wenn die Schmierung nicht ausreichend ist.
4. Da der normale Arbeitsdruck 6-7 bar beträgt, variieren die im pneumatischen System zu erzielenden Druck- und Zugkräfte zwischen 2000 kg und 3000 kg. Da Luft komprimierbar ist, können keine großen Kräfte erreicht werden.
5. Da die Luft, die ihre Aufgabe erfüllt hat, aus der Abluftleitung in die Atmosphäre entlassen wird, wird ständig Luft verbraucht, was die Kosten erhöht.
6. Die aus der Abluftleitung in die Atmosphäre ausgestoßene Luft erzeugt ein Geräusch, das die Arbeiter stört, wenn der Schalldämpfer nicht angebracht ist.

### 17.3 Anwendungsbereiche des pneumatischen Systems

Die Tatsache, dass Systeme, die mit Druckluft arbeiten, viele Vorteile haben, hat im industriellen Leben viele Anwendungsbereiche gefunden. Bei der Wahl des Einsatzgebietes von pneumatischen Systemen werden in der Regel die Bedingungen für schnelle Bewegungen bei geringen Kräften (maximal 3000 kg), Sauberkeit und sicherer Betrieb berücksichtigt.

Bei der Eisenbahn wird Druckluft für den Betrieb von Bremssystemen und Hilfskreisläufen von gezogenen und geschleppten Fahrzeugen verwendet. Atmosphärische Luft wird in Kompressoren verdichtet, um den Druck zu erhöhen, und in Behälter gefüllt. Bei Bedarf wird die komprimierte Luft durch die Hähne des Maschinisten oder Modrabl geleitet, der Druck wird eingestellt, durch verschiedene Ventile gelenkt und in den Bremszylindern in mechanische Kraft umgewandelt, und das Bremsen erfolgt durch die Reibung an den sich drehenden Rädern. Die Druckluft kann sowohl durch Ventile, die mit Luftdruck arbeiten, als auch durch elektrische Hohlräume, die diese Ventile betätigen, umgelenkt werden. Diese Art von Systemen wird auch als elektropneumatische Systeme bezeichnet.

### 17.4 Allgemeine Hauptteile eines pneumatischen Systems

Die allgemeinen Hauptbestandteile des pneumatischen Systems variieren je nach den Eigenschaften der Baugruppen. Im Allgemeinen sind es die Motoren, die die Kompressoren zur Druckluftherzeugung in Bewegung setzen. Dementsprechend sind die allgemeinen Hauptteile, aus denen das pneumatische System besteht, wie folgt.

Motor 1,	6. druckregulierende Regler,
2. einen Luftkompressor,	7 Wegeventile,
3. filtern,	8. geschwindigkeitsregulierende Ventile,
4. die Ölelemente,	9. zylinder,
5. die Druckregelventile,	10. luftspeicher

## 18. BREMSEN IN SCHIENENFAHRZEUGEN

### 18.1 Allgemeine Bremse

Die auf Lokomotiven gewonnene Traktionsenergie wird verwendet, um Lokomotiven und Waggons im Eisenbahnverkehr zu bewegen und eine Erhöhung der Geschwindigkeit zu gewährleisten. Es ist notwendig, dass diese Fahrzeuge, die sich mit Zugkraft fortbewegen, bei Bedarf abgebremst und gesteuert werden können und an der gewünschten Stelle angehalten werden können.

Um die Geschwindigkeit von Zügen, die mit Traktionskraft fahren, zu verringern und anzuhalten, muss die in der Bewegung erzeugte kinetische Energie reduziert und vollständig vernichtet werden. Mit anderen Worten: Um die Geschwindigkeit dieser Fahrzeuge zu verringern oder anzuhalten, muss eine Kraft in die entgegengesetzte Richtung der Schub- oder

Zugkraft der Traktionskraft aufgebracht werden. Diese Kraft, die der Bewegung entgegenwirkt, wird als Bremskraft bezeichnet. Wenn die Bremskraft aufgebracht wird und entgegen der Bewegung groß ist, wird die Bremse aktiviert.

Die Bremskraft wird durch eine Reibungskraft entgegen der Drehrichtung der Räder erzeugt, indem die Wirkung der Druckluft in mechanische Kraft umgewandelt wird. Dazu werden Bremsdruckteile verwendet, die die Drehung der Räder verhindern. Nach den obigen Auswertungen können wir die Bremse wie folgt definieren;

**Bremse:** Die Wirkung, die zunächst die Geschwindigkeit eines fahrenden Fahrzeugs durch Zerstörung seiner Antriebs- oder Anziehungskraft verringert, es dann zum Stillstand bringt und es nach dem Anhalten im Stillstand hält, wird als Bremse bezeichnet.

## 18.2 Bremsen-Typen

### A. Hilfsbremsen

1. Dynamische Bremse
2. Hydrodynamische Bremse
3. Magnetische Bremse
4. Kraftschlüssige Feststellbremse
5. Handbremse

### B. Druckluftbremse

1. Direkt wirkende Druckluftbremse (modrabl brake)
2. Indirekt wirkende Druckluftbremse (Lokführerhahnbremse)
  - a. In Bezug auf die Auswirkungen
    - Langsam wirkend ( G )
    - Serieller Effekt ( P )
  - b. Im Hinblick auf die Lösung von
    - Einzelnes Lösungsmittel
    - Sehr lösungsmittelhaltig
3. Druckluftbremse nach dem Reibungseffekt
  - a. Sabolu-Bremsen
  - b. Klotzbremsen

## 18.3 Hilfsbremsen

### 18.3.1 Dynamische Bremse

Bei Lokomotiven, die von Fahrmotoren angetrieben werden, werden die Fahrmotoren als Generatoren betrieben und es handelt sich um eine Bremsung oder Geschwindigkeitsstabilisierung, indem ein elektromagnetischer Widerstand gegen die Drehung der Räder erzeugt wird. Die Fahrmotoren, die im Traktionszustand die Achsen über die Traktionszähne drehen, schalten wie ein Elektromotor (Dynamo) in den Generatorzustand, wenn die Lokomotive vom Lokführer in den dynamischen Bremszustand geschaltet wird. Er nimmt die Antriebskraft von den Achsen auf, denen er Bewegung verleiht. Der elektrische Strom, der durch die Bewegung, die er von den Achsen erhält, erzeugt wird, wird als Gegenkraft verwendet, die die Drehung der Achsen zusammen mit den Hilfsteilen verhindert.

Beim dynamischen Bremsen wird die von den Fahrmotoren erzeugte elektrische Energie zunächst in Wärmeenergie umgewandelt, dann wird die Wärmeenergie auf die Luft übertragen und zerstört, wodurch eine Kraft gegen die Drehung der Achsen entsteht. Die Energie wird durch Widerstände in Wärme umgewandelt und die Wärme in den Widerständen wird durch die Luftgebläse der Fahrmotoren an die Luft übertragen. Die Bremse dient nicht zum Anhalten des Zuges, sondern zum Konstanthalten der Geschwindigkeit der Lokomotive. Sie ist eine sehr nützliche Hilfsbremse, insbesondere bei Rampenabfahrten. Sie ist eine wirtschaftliche Bremse, da sie keine Verschleißteile wie Sabo oder Beläge hat.

### 18.3.2 Hydrodynamische Bremse

Dieses Bremssystem wird bei Lokomotiven mit hydraulischer Kraftübertragung eingesetzt. Damit diese Bremse wirken kann, wird eine hydrodynamische Bremsung durchgeführt, indem das Getriebe in die entgegengesetzte Richtung der Fahrtrichtung bewegt wird, während sich die Lokomotive vorwärts oder rückwärts bewegt und versucht, den Drehmomentwandler im Turbogetriebe in die entgegengesetzte Richtung zu drehen. Es handelt sich um ein System, mit dem die Lokomotive durch hydrodynamisches Bremsen gebremst werden kann, ohne die Druckluftbremse der Lokomotive zu benutzen.

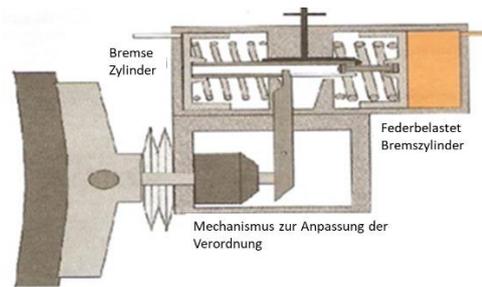
### 18.3.3 Magnetische Bremsen

Magnetbremsen, die als zusätzliche Bremsen in Schienenfahrzeugen eingesetzt werden, haben nichts mit Rädern zu tun. Die Magnetbremsbacke besteht aus einer starken elektrischen Spule, die in einem Stahlgehäuse untergebracht ist, und Eisengleitern, die unter diesem Gehäuse montiert sind. Beim Bremsen werden diese Klötze durch elektropneumatische Steuerung auf die Schiene abgesenkt, und gleichzeitig wird Strom an die Spule geliefert. Durch die von der Spule erzeugte Magnetkraft haftet die Backe an der Schiene und bremst das Fahrzeug ab. Die Magnetbremsbacke wird durch Federkraft usw. angehoben. Sie wird durch solche Systeme realisiert.



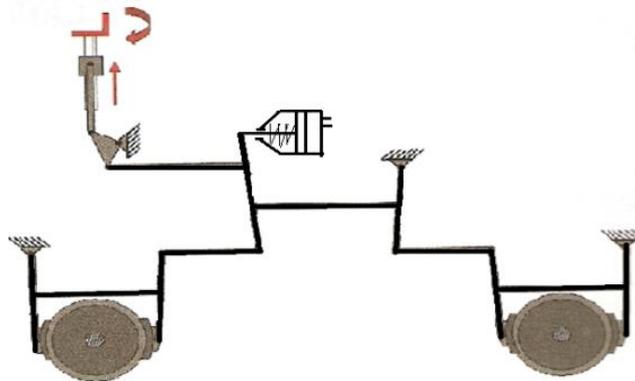
### 18.3.4 Susta Loaded Feststellbremse

Bei dieser Bremse, die als Feststellbremse in Lokomotiven mit Klotzbremsmechanismus verwendet wird, handelt es sich um eine Bremse, die durch die Erzeugung von Druck auf die Räder durch die Bremsbeläge realisiert wird, die mit Druckluft in dem mit Susta gefüllten Bremszylinder unter Druck gehalten werden. Wenn Druckluft in den mit Susta gefüllten Bremszylinder geleitet wird, wird die Bremse entlastet (gelöst).



### 18.3.5 Handbremse

Es handelt sich um eine Bremse, die dazu dient, Zugfahrzeuge und gezogene Fahrzeuge an ihrem Standort zu stabilisieren. Sie ermöglicht die Beaufschlagung des Bremssystems an den Rädern mit Handkraft über einen Hebel, ein Getriebe, eine Kette oder Stahlseile. Handbremsen an Wagen werden in der Regel durch Betätigung eines Hebels, von Handrädern und Kegelrädern an der Zentral- oder Drehstellbremse gebremst.



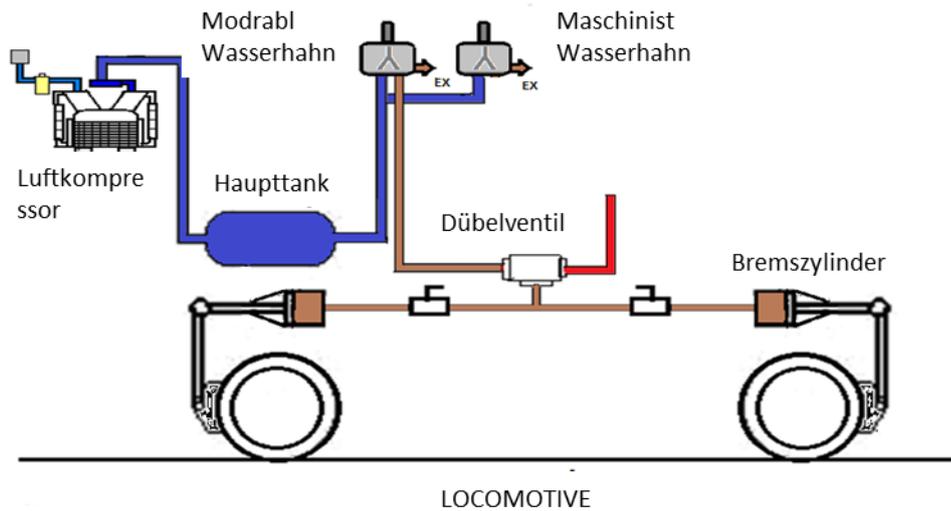
### 18.3.6 Druckluft-Bremsen

Druckluftbremsen werden im Allgemeinen bei Eisenbahnen eingesetzt. Die Druckluft wird von den Kompressoren der Lokomotive erzeugt, in die Haupttanks geleitet und dort gespeichert. Der Lokführer reduziert den Druck der Luft im Haupttank mit Hilfe des Lokführerhahns und leitet sie in die Rohrleitung der Waggon. Die unter Druck stehende Kondensatorluft wird in den Bremszylindern über Dreiwegehähne an den Wagen in mechanische Energie umgewandelt und auf die Bremsklötze oder -sohlen an den Rädern übertragen. Druckluftbremsen werden hinsichtlich der Wirkung der Luft auf die Bremszylinder in direkt und indirekt wirkende Bremsen unterschieden.

Der von der UIC für die Bremsung des Zuges auf der Schiene vorgeschriebene Haupttyp der Bremse ist die indirekt wirkende Druckluftbremse.

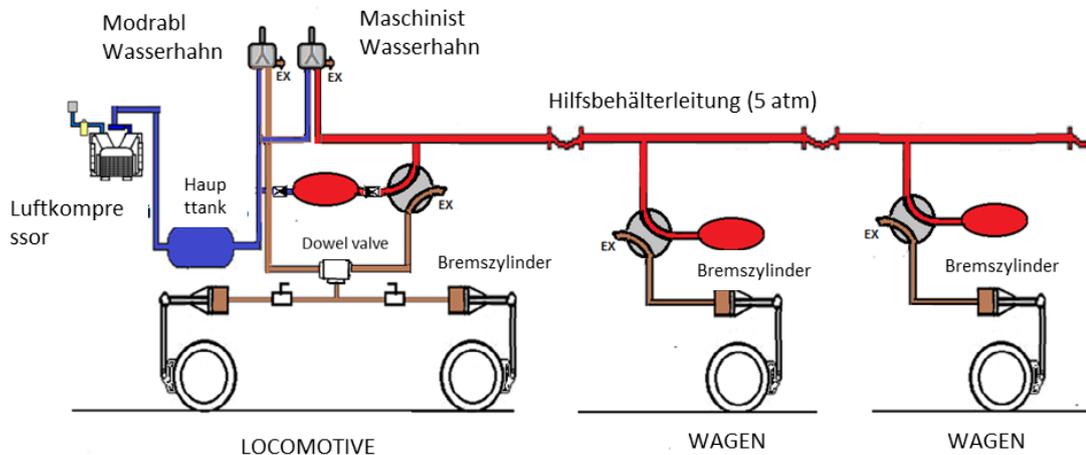
### 18.3.7 Direkt wirkende Druckluftbremse

Die Bremse wird betätigt, indem der Druck der Haupttankluft über den Modrabl-Hahn eingestellt und direkt zu den Bremszylindern geleitet wird, und die Bremse wird gelöst, indem die Luft aus den Bremszylindern über den Modrabl-Hahn wieder in die Atmosphäre abgelassen wird. Sie bremst nur die Lokomotive ab oder löst sie auf. Sie wird nicht zum Bremsen von Waggon verwendet, da es in Waggon kein solches Bremssystem gibt.



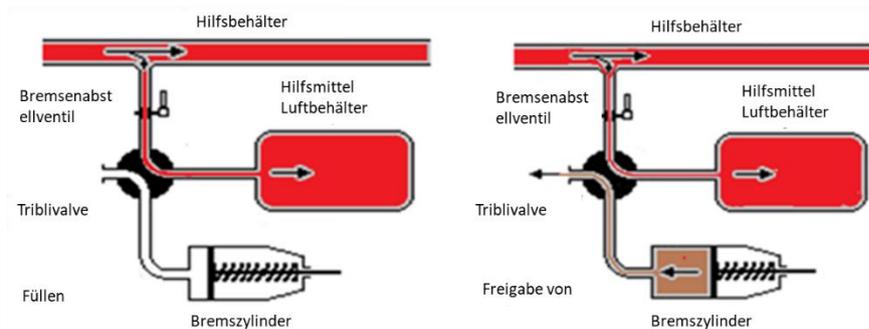
### 18.3.8 Indirekt wirkende Druckluftbremse :

Es handelt sich um eine automatische Bremse, die durch die Verwendung von Kondensatorluft gebildet wird. Die Luft aus dem Haupttank wird durch den Einstellsack des Ingenieurshahns geleitet und es werden 5 atm Luft gebildet. Das indirekte Bremssystem wird mit Hilfe eines Dreiwegeventils (triblivalf) unter dem Einfluss des Drucks in der Leitung in den bremsenden und lösenden Zustand gebracht. Die wichtigste Bremse bei der Eisenbahn ist die indirekt wirkende Druckluftbremse, die je nach dem Druck in der Leitung automatisch betätigt wird.

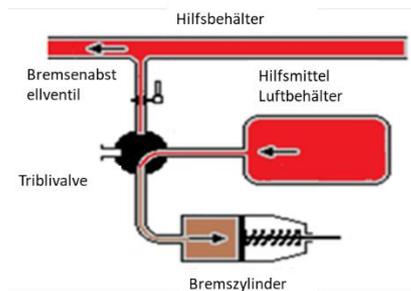


Die einfachen Betriebsbedingungen des Triblivalve, dem Applikator der indirekten Druckluftbremse, sind wie folgt;

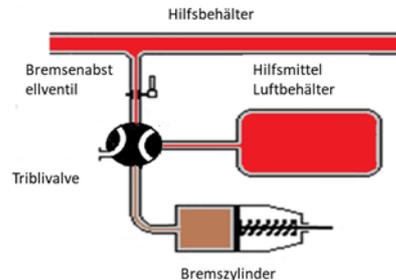
1. Füllen und Entfrostet : Er füllt die Kondensatorluft in den Zusatzluftbehälter, gleichzeitig verbindet er die Bremszylinderluft über sich mit der Außenluft.



2. Bremsen : Sie bremsst, indem sie die Luft des Hilfsbehälters zu den Bremszylindern leitet.



3. Unterbrechung (fest) : Unterbricht den Kontakt zwischen dem Kondensator und dem Hilfsluftbehälter, dem Hilfsluftbehälter und dem Bremszylinder sowie dem Bremszylinder und der Atmosphäre (außen).



- a. **Wirkung:** Es sollte sichergestellt werden, dass die Luft, die über das Steuerventil zu den Bremszylindern geleitet oder abgelassen wird, eine kurze oder lange Zeit anhält. Diese Zeitspanne variiert je nach Beladung oder Fahrgastzustand. Erfolgt das Füllen oder Entleeren der Druckluft in kurzer Zeit, d. h. bremsst das Fahrzeug und löst die Bremsen in Folge, spricht man von einer schnell wirkenden Bremse, steigt oder fällt die Druckluft in langer Zeit, spricht man von einer langsam wirkenden Bremse.
- b. **In Bezug auf das Lösen:** Wenn die Luft in den Bremszylindern durch das Regelventil in einer einzigen Stufe aus den Bremszylindern abgelassen wird, spricht man von einer einfach lösenden Bremse, wenn sie in zwei oder mehr Stufen vorgesehen ist, von einer mehrfach lösenden Bremse. Gemäß den UIC-Vorschriften müssen in Zügen mehrstufige Regelventile verwendet werden.

### 18.3.9 Druckluftbremsen nach dem Reibungseffekt

Nachdem die Druckluftwirkung in den Bremszylindern in mechanische Kraft umgewandelt wurde, wird diese Kraft mit Hilfe von Bremsstangen auf die Reibungsteile übertragen. Die Reibungsteile haben im Allgemeinen eine Bremswirkung, indem sie eine umgekehrte Reibung und Bremskraft auf die Räder ausüben.

- a. **Sabolu-Bremsen** : Sie sind die am häufigsten verwendeten Bremsen in Schienenfahrzeugen. Es handelt sich um ein Bremssystem, das es ermöglicht, die Reibungskraft, die durch die Reibung der Bremsbacken, Sabo genannt, gegen die Rollfläche des Rades erzeugt wird, als Bremskraft zu nutzen.  
Der Druck des Pfluges auf das Rad wird durch eine Druckkraft erzeugt. Wird diese Druckkraft von Hand erzeugt, spricht man von einer Handbremse, wird sie durch Druckluft erzeugt, von einer Druckluftbremse. Druckluftbremsen vom Typ Sabolu werden als Hauptbremsmittel in Schienenfahrzeugen eingesetzt. Die Bremsbacken, die wir Sabo nennen, werden durch eine spezielle Formgebung aus Gusseisen oder einem Mischprodukt (Komposit) hergestellt. Sabos werden in einer Stärke von 60 mm hergestellt und werden ausgetauscht, wenn die Stärke auf 10 mm abnimmt.
- b. **Klotzbremsen**: Bei **dieser** Art von Bremsen drücken die Bremsbeläge auf eine Trommel oder Scheibe, die mit der Radachse verbunden ist, auch bekannt als Scheibenbremse. Die Beläge drücken mit Hilfe von Druckluft auf die Trommel oder Scheibe. Sie wird im Allgemeinen bei Hochgeschwindigkeitsfahrzeugen verwendet. Sie halten länger als Sabos.

### 18.3.10 Definitionen der Druckluftbremstechnik

- **Nenndruck**: Dies ist der Druck der Leitung in der gelösten Bremse. Nach der UIC-Vorschrift beträgt dieser Wert  $5 \text{ kg/cm}^2$ .
- **Bremse mit mehreren Auflösungen**: Eine Bremse ist mehrfach auflösend, wenn die Dreifachbremse einen stufenweisen Druckabbau im Bremszylinder ermöglicht. Nach den UIC-Vorschriften sind im internationalen Verkehr nur mehrstufige Bremsen zugelassen.
- **Ersatzgewicht**: Die Summe aus dem Eigengewicht **des Wagens** und der Teilladung. Es ist auf dem Bremsgewichtsschild in Tonnen angegeben.
- **Tankfüllzeit**: Dies ist die Zeit vom Beginn des Druckanstiegs in der Kontrollzelle und dem Importtank (oder Hilfstank) bis zum Erreichen von  $4,8 \text{ kg/cm}^2$ .
- **Gewicht der Bremse**: Gibt das Gewicht der Bremse in Tonnen an. Dies wird gemäß den ULC-Anweisungen berechnet.
- **Spezifischer Sabodruck**: Die Druckkraft auf eine  $1 \text{ cm}^2$ -Sabofläche.
- **Bremsverhältnis**: Das Verhältnis zwischen der gesamten Sabokraft und dem Wagengewicht (d. h. Tara oder Gesamtgewicht) in Prozent.
- **Entlüftungszeit des Bremszylinders**: Nach einer vollständigen Betriebsbremsung die Zeit vom Beginn des kontinuierlichen Druckabfalls im Bremszylinder bis zum Absinken des Drucks auf  $0,4 \text{ kg/cm}^2$ .
- **Füllzeit des Bremszylinders**: Die Zeit vom Beginn des Druckanstiegs im Bremszylinder bis zum Erreichen von 95 % seines Höchstwerts.
- **Leckageausgleich** : Kompensation von Druckverlusten, die durch Leckagen an Bremszylindern oder Leitungen entstehen, durch das Triblivalve.

- **Vollbremsung (Vollbremsung)** : tritt ein, wenn der Kondensatordruck von  $5 \text{ kg/cm}^2$  (Nennndruck) auf  $3,5 \text{ kg/cm}^2$  ohne Unterbrechung reduziert wird. Dadurch steigt der Druck im Bremszylinder auf seinen Höchstwert.
- **Stufe Betriebsbremse:** Tritt ein, wenn der Verflüssigerdruck allmählich abgelassen wird. Die Stufen können fortgesetzt werden, bis der Verflüssigerdruck auf  $3,5 \text{ kg/cm}^2$  sinkt und damit der maximale Bremszylinderdruck erreicht ist.
- **Notbremse:** Es handelt sich um eine Serienbremse, die durch die Bewegung der Notbremseinrichtung den Druck in der Leitung vollständig entlastet und es dem Bremszylinderdruck ermöglicht, in kurzer Zeit seinen Höchstwert zu erreichen.
- **Befüllung mit mehr als dem Nennndruck:** Dies ist der Fall, wenn der Kondensator und die Importtanks mit einem Druck gefüllt bleiben, der über dem normalen Druck von  $5 \text{ kg/cm}^2$  liegt.
- **Automatische Drucksicherung:** Werden Druckverluste durch das Tribilvalve automatisch kompensiert, wird die Bremse automatisch druckgesichert. In diesem Fall wird der Druck im Bremszylinder trotz Leckage auf dem gleichen Wert gehalten.
- **Automatische Wirkung:** Jede indirekte Bremse ist automatisch. Im Falle eines Kataraktbruchs wird automatisch eine Serienbremse aktiviert, indem der Druck in der Leitung abgelassen wird.
- **Unerschöpflichkeit:** Eine Bremse, die am Ende dieser Phasen keinen geringeren Druck als den normalen oberen Druck des Bremszylinders in einer Serienbremse aufweist, selbst wenn häufiges und schnelles Bremsen und Lösen nacheinander durchgeführt werden, ist eine unerschöpfliche Bremse.
- **Serienbremse:** Dies geschieht, wenn das Kondensat über einen großen Querschnitt vollständig abgeführt wird. Der Bremszylinder erreicht in kurzer Zeit seinen maximalen Druck.

### ***18.3.11 Vergleich von Belägen und Bremsbelägen***

#### *18.3.11.1 Auswirkung von Art und Form des Sabos auf das Bremsen*

Bei der früher verwendeten Bremse mit einem einzigen Sabo verändert sich die Dicke der am Rad reibenden Sabofläche durch die Erwärmung, und eine bestimmte Seite des Sabos berührt das Rad. In diesem Fall erhöht sich die spezifische Sabo-Druckkraft und der Reibungskoeffizient zwischen Sabo und Rad sinkt. Der Reibungskoeffizient zwischen dem Rad und dem Sabo ist bei Sabos aus künstlichen Materialien, Bakelit oder ähnlichen Zusatzstoffen nicht sehr hoch. Um beispielsweise einen Bremsweg von 700 Metern zurückzulegen, kann ein Wagensabo mit einer Bremswirkung von 80 %  $105 \text{ km/h}$  erreichen, wenn es aus Kunststoff besteht, und  $120 \text{ km/h}$ , wenn es aus künstlichem Material hergestellt ist. Bei der Verwendung von künstlichem Material wirkt sich die Nässe jedoch sehr stark auf den Reibungskoeffizienten aus.

Sabos mit Teilen, die aus einem Saboschuh und einem Sabo bestehen, ergaben bessere Ergebnisse als Sabos aus einem Stück. Da der erhitzte Sabo mit Hilfe des Schuhs (Sandale) auf das Rad geschoben wird, berührt er das Rad mit seiner ganzen Fläche.

Durch die Verkürzung der Pflugscharlänge wurde die Veränderung der Pflugscharbreite durch die Erwärmung verhindert. Der Geschwindigkeitszuwachs durch die Verwendung einer Pflugschar mit einem Stück und einer kurzen Länge im Vergleich zu einer einteiligen Pflugschar betrug  $2,9 \text{ km/h}$  bei 80 % Bremsung und  $3,3 \text{ km/h}$  bei 130 % Bremsung. Obwohl

die Länge des Pfluges einige Vorteile bietet, hat sie einen gegenteiligen Effekt in Bezug auf den Pflugverbrauch. Aus diesem Grund wurde ein doppelter Sabo verwendet, der mit demselben Bremsschuh verbunden war. Auf diese Weise konnte ein Geschwindigkeitsgewinn von 5,5 km/h bei einer Bremswirkung von 80 % erzielt werden. Darüber hinaus gibt es beim Doppelsabo keine Brüche und Risse. Da der Sabo mit seiner ganzen Fläche auf dem Rad sitzt und sich diese Situation durch die Erwärmung nicht ändert, sollte der Doppelsabo in Wagen für Hochgeschwindigkeitszüge eingesetzt werden.

#### *18.3.11.2 Die Nachteile von seifigen Bremsen;*

1. Schwere Verarbeitung aufgrund des hohen Gewichts des Sabos und seines häufigen Austauschs,
2. Gesundheitsschädlich durch übermäßigen Eisenstaub,
3. Verursachen von Lärmbelästigung,
4. Große Variation des Reibungskoeffizienten mit der Geschwindigkeit,

#### *18.3.11.3 Vorteile von Belagbremsen;*

1. Durch sein geringes Gewicht ist er leicht zu verarbeiten,
2. Geräuschloser Betrieb,
3. Einsparung von Arbeitskräften, da sie in langen Zeiträumen gewechselt werden müssen,
4. Der Reibungskoeffizient zwischen dem Belag und der Scheibe ändert sich nicht wesentlich.

Da der Reibungskoeffizient des Belags bei Nässe zu klein wird, ist es vorzuziehen, dass der Belag auf eine Scheibe drückt, die sich an einer geschlossenen Stelle der Achse befindet, anstatt auf die Radbandage zu drücken. Da sich diese Scheibe auf der Achse befindet, wird die Achse sowohl gegen Verbiegen als auch gegen Ausknicken gezwungen. Aus diesem Grund sollte die Achse aus legiertem Stahl mit einer Festigkeit von 80-100 kg/mm<sup>2</sup> gefertigt sein. Darüber hinaus ist es wünschenswert, dass der Belag die Bremsscheibe nicht anfrisst, verschleißfest ist und nicht durch Hitze und Nässe beeinträchtigt wird.

## **19. BREMSANLAGEN UND PNEUMATISCHE SYSTEME FÜR GEZOGENE FAHRZEUGE**

### ***19.1 Bestandteile des Bremssystems von Güterwagen***

#### ***19.1.1 Pneumatische Teile***

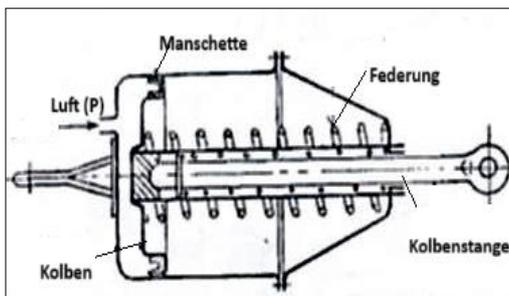
Teile, die unter dem Einfluss von Druckluft stehen;

1. Hauptrohrleitung
2. Bremszylinder
3. Luftabsperrhähne
4. Reinigungsmittel
5. Luftschläuche
6. Notbremsvorrichtung
7. Auf-Zu-Baugruppe
8. Speicherung von Hilfsluft (Import)
9. Staubsaugerbeutel
10. Bremssysteme und Dreifachventile

**Hauptluftleitung:** Diese Leitung, durch die 5 Atmosphären Druckluft strömen, verläuft durch den Wagen und führt zu den Lufthähnen auf den Pufferschwellen. Die von den Luftkompressoren der Lokomotive gelieferte Druckluft wird von hier aus in den Haupttank der Lokomotive geleitet und dann durch den Druckregler unter der Kontrolle des Lokführers als 5 Atmosphären in die Leitung geleitet. Dieser Durchgang zum Zug wird durch das Hauptleitungsrohr, die Acerman-Hähne und die Luftschläuche gewährleistet.

In der Schleifleitung sollten 5 atm. Luft zum Bremsen zur Verfügung stehen, und theoretisch sollte es keinen Luftverlust geben. Da dies jedoch aus verschiedenen Gründen nicht möglich ist, sollte bei einem 100-achsigen Güterzug in einer Minute nicht mehr als 0,5 atm Luft austreten und bei einem Personenzug nicht mehr als 0,3 atm Luft. Liegt die Leckluft über diesem Wert, wird die Leckluft gesucht und beseitigt. Die Luftleckage wird mit dem Leitungsmanometer an der Lokomotive und am Waggon geprüft. An Rohrverbindungen, Hähnen und Schläuchen wird nach Luftlecks gesucht. Zu diesem Zweck wird Schaumstoff verwendet. Wagen mit gebrochenem oder gerissenem Hauptrohr werden aus dem Verkehr gezogen.

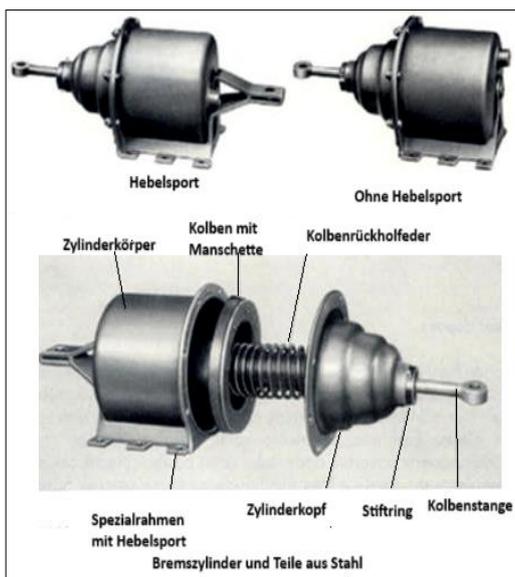
### 19.1.2 Bremszylinder:



den Standarddurchmessern 8",

Die Hauptquelle der auf die Räder übertragenen Kraft sind die Bremszylinder, in denen die Druckluft in mechanische Kraft umgewandelt wird. Die auf die Kolbenfläche wirkende Druckluft überträgt zusammen mit dem Kolben und der mit ihm verbundenen Stange die Kraft über Bremsstangen auf die Beläge oder Klötze.

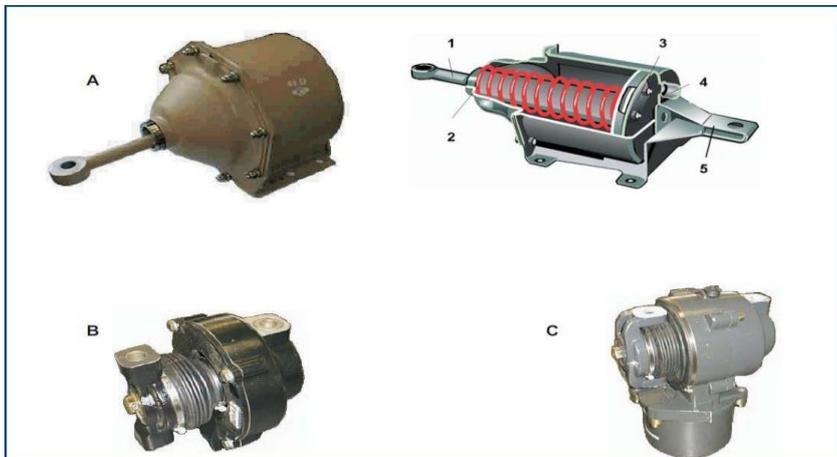
Bremszylinder werden aus Gusseisen oder Stahlblech in 8", 10", 12", 14", 16", 20" (Zoll) hergestellt. Stahlblechbremszylinder sind 50 % leichter als Gussbremszylinder.



Zur Verbindung des Bremszylinders mit dem Waggon wird ein spezieller Sport verwendet. Der Bremszylinder ist mit dieser Halterung verbunden, und die Halterung ist mit dem Rahmen des Wagens verbunden. Es ist möglich, den Bremszylinder in der Halterung zu drehen, um eine gute Verbindung der Leitungen zu gewährleisten. Hinter dem Bremszylinder befindet sich eine Halterung für den Anschluss des Bremshebels, aber es gibt auch eine sportlose Version, die dort verwendet werden kann, wo sie nicht benötigt wird. Die Rückholfeder befindet sich im Inneren des Bremszylinders.

Die Abdichtung erfolgt im Bremszylinder durch eine Leder- oder Gummimanschette (Lasche), die am Kolben des Bremszylinders befestigt ist. Wenn sich der Handbremshebel bewegt, ist die Kolbenstange so gefertigt, dass sie abnehmbar ist und den Kolben nicht mitzieht. Wenn die Bremse gelöst wird, werden die Hebel durch die Federkraft des Hebels zurückgezogen. Der

Bremszylinderdeckel kann leicht demontiert werden, da der Druckschalter hinter dem Kolben beim Lösen der Bremse nicht unter Spannung steht.



### 19.1.3 Luftabsperrhähne (Akerman-Hähne)

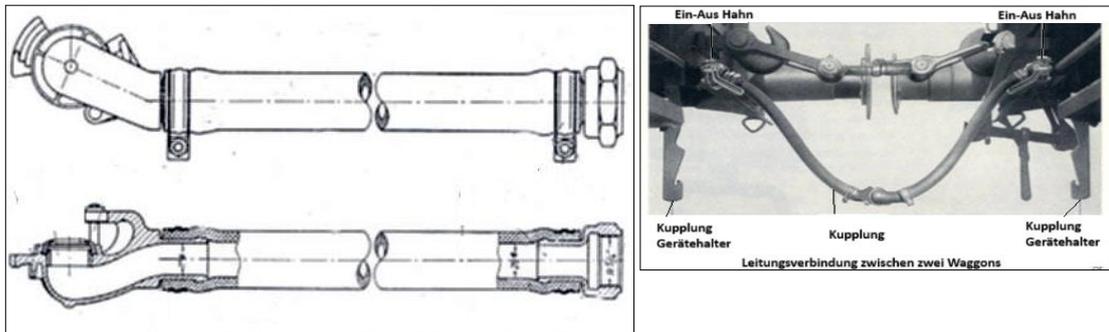


An jedem Ende des Wagens befinden sich Luftabsperrhähne eines bekannten und geschätzten Typs. Der drehbare Teil des Hahns ist kugelförmig und drückt in der geschlossenen Stellung auf eine Gummischeibe, die die Leitung sicher verschließt. Gleichzeitig wird die Luft im Bremsspeicher über den Gummiventilsitz abgelassen. In diesem Fall kann beim Schließen der Hähne die Leitung gefahrlos gelöst werden, da in den Leitungsschläuchen zwischen den beiden Waggons

kein Druck herrscht. Der Hebel des Absperrhahns steht in geschlossener Stellung senkrecht nach oben und in geöffneter Stellung in Richtung der Flüssigkeit. Da der Hahn nicht durch Schmutz beeinträchtigt wird, kann er problemlos jahrelang ohne Wartung arbeiten.

### 19.1.4 Reinigungsmittel

Es handelt sich um eine Vorrichtung, die das manuelle Ablassen der Luft aus den Bremszylindern über das Dreifachventil ermöglicht. Es ermöglicht das manuelle Ablassen der Luft aus den Bremszylindern, um sicherzustellen, dass ein Wagen, dessen Bremse nicht gelöst ist, ohne Bremsen im Wagen fährt. Wenn die Bremse gehalten wird, wird das Entlüftungsventil nicht gezogen. Ist die Luftklappe defekt, entweicht ständig Luft.

19.1.5 *Luftschläuche*

Die Luftschläuche werden an die Verschraubungen der Absperrhähne an beiden Enden der Wagen geschraubt und mit Sechskantmuttern gesichert und verschlossen. Die Leitungen werden mit den Kupplungen zwischen den Wagen miteinander verbunden, und die nicht benutzten Kupplungen werden an dem Hänger, zu dem sie gehören, befestigt, um zu verhindern, dass Staub ins Innere gelangt.



Abbildung 19.1 Notbremsvorrichtung

Die automatische Druckluftbremse wird bevorzugt, weil sie von jedem Teil des Zuges aus bedient werden kann. Im Gefahrenfall kann der Zug mit Hilfe der Notbremseinrichtung auf kürzestem Weg angehalten werden. Eine Serienbremse wird durch Ablassen des Kondensats aus dem großen Loch durch das Ventil oder den Hahn betätigt. Jeder Personenwagen muss mit Notbremskästen ausgestattet sein. Bei Gefahr kann der versiegelte Handgriff am Notbremskasten herausgezogen werden, aber er kann von den Fahrgästen nicht wieder angezogen werden. Auf diese Weise wird deutlich, an welcher Stelle die Notbremse gelöst wurde. Der Notbremskasten ist über ein dünnes Drahtseil mit dem Notbremsventil an der Rohrleitung verbunden. Sobald die Notbremse betätigt wird, öffnet sich der Deckel des Notbremsventils schlagartig, als würde er aufplatzen und gibt die Leitung über einen vollen Querschnitt frei. Wenn sich der Deckel wieder schließt, wird das Drahtseil wieder gestrafft und der Hebel des Notbremskastens in seine ursprüngliche Position gebracht. Bei Güterwagen mit Bremskasten ist in der Rohrleitung ein Notbremsahhn eingebaut. Dieser wird durch einen Hebel im Bremskasten betätigt. Erst wenn der Zug steht, kann der Hahn durch direktes Drehen des Hebels wieder geschlossen werden. Ausländische Bahngesellschaften verwenden anstelle des Notbremsahhns das Notbremsventil. Obwohl der Aufbau der Notbremsventile für Personen- und Güterwagen unterschiedlich ist, ist ihre Funktionsweise gleich. Sowohl beim Notbremsahhn als auch beim Notbremsventil ist der Hebel in der geschlossenen Stellung senkrecht nach unten und in der geöffneten Stellung waagrecht.

### 19.1.6 Auf-Zu-Schaltgruppe



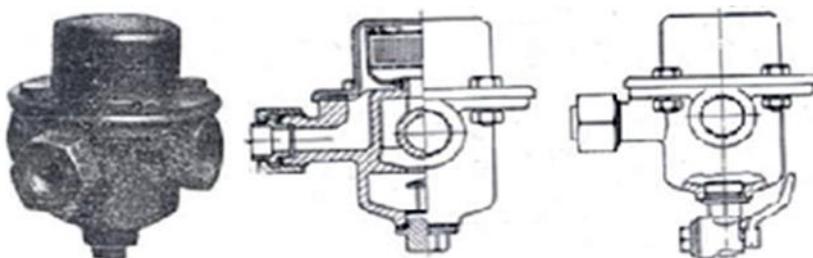
Die Bremse wird entweder direkt über den Lösehahn am Triblivalve oder indirekt über eine Auf-Zu-Schalteinrichtung ein- oder ausgeschaltet. Diese sind mit einer Verriegelungsvorrichtung mit einem Hebel verbunden und können von beiden Seiten des Wagens aus bedient werden. Der Vorteil der Auf-Zu-Schalteinrichtung ist, dass von außerhalb des Wagens leicht zu erkennen ist, ob die Druckluftbremse angezogen oder aufgehoben ist. Steht der Hebel senkrecht nach unten, ist die Bremse angezogen. Steht der Hebel parallel zur Schiene, ist die Bremse aufgehoben.

### 19.1.7 Hilfslufttank (Import)

Hilfsluftbehälter, die zusammen mit der Wagenbremse verwendet werden, haben keine Steuerfunktion. In diesen Behältern wird Luft für den Bremszylinder gespeichert. Ihr Volumen hängt von der Größe des jeweiligen Bremszylinders ab. Bei einer voll funktionsfähigen Bremse mit normalem Kolbensystem ist der Druck der Luft in den Behältern etwas höher als der im Bremszylinder berechnet. Dies stellt eine Art Garantie dar, indem Leckagen ausgeglichen werden, um den Druckabfall im Bremszylinder zu kompensieren.

### 19.1.8 Staubsaugerbeutel

Staubbeutel verhindern, dass Staub, Schmutz und Feuchtigkeit in der Druckluft zu den empfindlichen Bremsteilen gelangen. Auf diese Weise wird verhindert, dass die empfindlichen Bremsteile in kurzer Zeit verschleifen und die Empfindlichkeit beeinträchtigt wird. Wenn die Bremsteile auf einer Leitung montiert sind, werden die Staubbeutel wie in der Abbildung gezeigt vor diesen Teilen angebracht.



Staubfänger vom Zentrifugentyp

Im Prinzip tritt die Luft in das obere Anschlussrohr ein und trifft auf der gegenüberliegenden Seite auf, wodurch sich die Verunreinigungen und das Wasser in der Luft absetzen können. Die im oberen Feinfilter gereinigte Luft setzt ihren Weg durch den unteren Anschlussstutzen fort. Für den Abfluss des im Staubsaugerbeutel angesammelten Wassers ist unten ein Stöpsel angebracht, an dessen Stelle bei Bedarf auch ein Wasserhahn gesetzt werden kann. Der Staubsaugerbeutel sollte so nah wie möglich an dem zu schützenden Teil und mit dem Ablassstopfen nach unten angebracht werden. Lufteinlass und -auslass sollten in

Pfeilrichtung auf dem Staubsaugerbeutel liegen. Die Filter sollten in bestimmten Zeitabständen gereinigt und defekte Filter ersetzt werden.

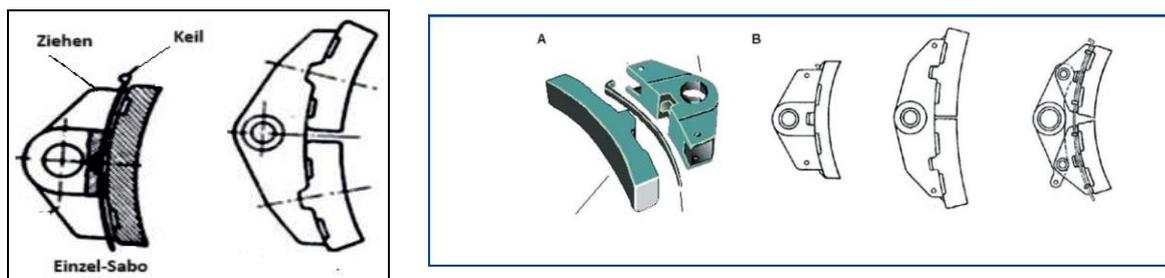
### 19.1.9 *Bremssysteme und Dreifachventile*

Die mehrfach aufgelöste Druckluftbremse, die in Schienenfahrzeugen eingesetzt wird, wurde erstmals 1917 als Kunze-Knorr-Bremse bei deutschen Eisenbahnen eingesetzt. Ungefähr ab 1933 wurde die Hildebrand-Knorr-Druckluftbremse in Deutschland und anderen Ländern eingesetzt. Dieser Entwicklung folgte 20 Jahre später die Knorr-Druckluftbremse mit KE-Triblventil. Entsprechend den verschiedenen Arten von Bremssystemen, die in Schienenfahrzeugen eingesetzt werden, gibt es unterschiedliche Typen von Bremsstangen und Triblventilen. Die Triblventile von Oerlikon, Westinghouse und Hildebrand-Knorr (Hik), die in einigen Waggontypen unserer Organisation verwendet werden, haben keine weite Verbreitung gefunden. Dagegen hat das KE-Triblventil aufgrund seiner einfachen Anwendung mit einem Einheitsfußventil und seiner Fähigkeit, die technischen Anforderungen der Bremse zu erfüllen, in verschiedenen Fahrzeugtypen, wie z. B. motorisierten Zügen, Güter-, Personen- und Schnellzugwagen, breite Anwendung gefunden.

### 19.1.10 *Mechanische Teile*

1. Sabos
2. Bremsstangen
3. Handbremsen
4. Load Change Box und Leer-Voll-Griffe
5. Last-Passagier-Schaltvorrichtung
6. Bremsenregulatoren

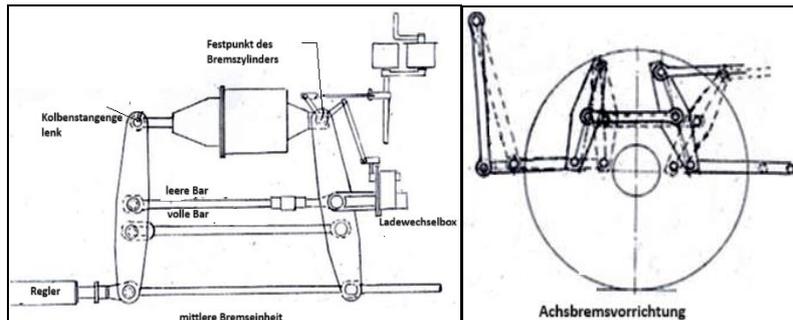
### 19.1.11 *Sabos*



Sabos werden aus Gusseisen oder Verbundwerkstoff nach speziellen Fertigungsvorschriften hergestellt. Es sollte weicher sein als das Radmaterial. Die Dicke beträgt in der Regel 60 mm, wobei 10 mm verwendet werden, bis sie dick ist. Das Teil, mit dem die ein- oder zweiteiligen Sabos verbunden sind, wird als Sandale bezeichnet. Es ist auch möglich, mehr als einen Sabo mit demselben Sandal zu verbinden. Der Sabo hat eine Härte von 180 brinell. In letzter Zeit werden Sabos aus Verbundwerkstoffen bevorzugt, weil sie haltbar, leicht und einfach zu ersetzen sind.

### 19.1.12 Bremsstangen

Die Bremsstangen übertragen die im Bremszylinder erzeugte mechanische Kraft auf die Sabos, damit diese auf die Räder drücken können. Die Kompression der Kraft wird im Allgemeinen vergrößert. Die Bremsstangen bestehen aus zwei Teilen: der Mittelbremseinheit und der Achsbremseinheit. Die Mittelbremsbaugruppe besteht aus dem Bremszylinderhebel, dem Festpunkthebel und dessen Halterung, der Verbindungsstange und den Teilen, während die Achsbremsbau­gruppe aus Bremsdreiecken, Aufhängungsstangen, Festpunkt und Bremshebelbrücke besteht.



Die Anordnung der Bremsstangen wird von den Herstellerfirmen in Abhängigkeit von den verwendeten Bremssystemen und Reglern geregelt. Bei der Anordnung sollten einige Punkte beachtet werden. Die Stangen sollten so angeordnet sein, dass es keine Unterbrechung beim Bremsen und Abwickeln gibt und dass alle Sabos beim Abwickeln gleichmäßig von den Rädern getrennt werden. Das Bremsgestänge sollte außerdem durch einen Einzugschalldämpfer verstärkt werden. Wenn die Bremse betätigt wird, müssen zunächst die Lücken zwischen den Rädern und den Sabos, dann die Lücken, die durch die Dehnung der Bremsstangen und den Verschleiß der Perno-Löcher und Perno-Löcher entstehen, ausgeglichen werden. Mit anderen Worten: Mit zunehmendem Verschleiß vergrößert sich auch der Kolbenweg des Bremszylinders. Infolge der Vergrößerung des Kolbenweges nimmt der Luftdruck im Bremszylinder ab und die Bremswirkung lässt nach. Um diese Nachteile zu vermeiden, muss der Kolbenweg des Bremszylinders konstant gehalten werden, d.h. der Verschleiß und die Durchbiegung müssen ausgeglichen werden. Am einfachsten geht das, wenn man an der hinteren Bremsstange Nachstellbohrungen anbringt. Der Abstand zwischen den Nachstellbohrungen sollte bei Personenwagen 100-150 mm und bei Güterwagen 100-200 mm betragen. Die Nachstelllöcher sollten sich auf beiden Seiten des Wagens am Anfang und am Ende befinden.

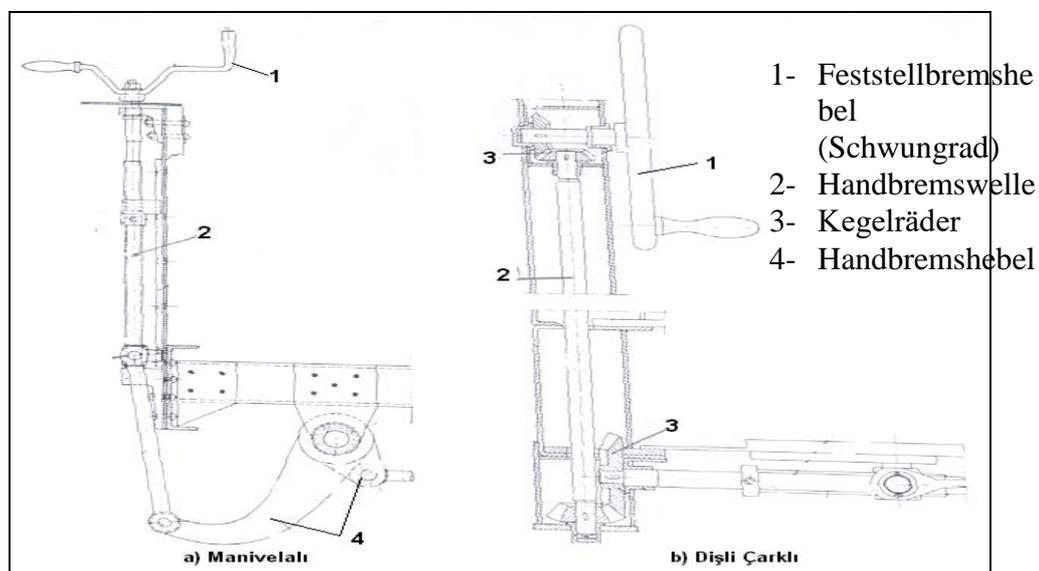
Um den Verschleiß automatisch auszugleichen, wurden Regler konstruiert, wobei insbesondere die SAB-Regler Anwendung fanden. Aufgrund der Herstellung der Wagen ist es jedoch manchmal nicht möglich, dass der Regler alle Lücken bis zum Ende aufnimmt. Aus diesem Grund ist es notwendig, auch bei Waggons mit Reglern Einstelllöcher an der hinteren Zugstange anzubringen.

### 19.1.13 Handbremsen

Handbremsen bremsen mit Handkraft. Die Kraft, die eine Person aufbringen kann, wird mit 50 kg angenommen. Die Handkraft wird auf drei Arten auf die Klötze übertragen;

- Durch Drücken des Hebels,
- Durch Drehen der mit einem Zahnrad verbundenen Enden,
- Hydraulisch.

Am weitesten verbreitet sind Handbremsen, die durch Drücken des Hebels und Drehen der mit einem Zahnrad verbundenen Enden betätigt werden. Die Handbremse eines Fahrzeugs muss stark genug sein, um zu verhindern, dass sich das Fahrzeug spontan in Bewegung setzt, wenn die Bremse betätigt wird, wenn das Fahrzeug an einem steilen Abhang angehalten wird. Die Handbremsen der Waggons, die an den Zugwagen übergeben werden, müssen gelöst werden. Andernfalls kommt es zu Aporien.

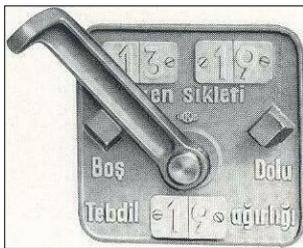


### 19.1.14 Lastwechselbox und Leer-Voll-Griffe

Um einen schweren Wagen zu bremsen, ist eine größere Bremskraft erforderlich als bei einem leichten Wagen. Ebenso muss ein beladener Wagen stärker abgebremst werden als ein leerer Wagen. Zu diesem Zweck wird entweder ein zweiter Bremszylinder verwendet (wie bei den KKG-Bremsen) oder der Kraftübertragungsfaktor der Bremsstangen wird erhöht. Das in der letzten Abbildung beschriebene Verfahren wird bei der Lastverschiebeeinrichtung SAB angewendet. Es wird in der Regel bei Güterwagen mit Hik- und KE-Bremsen eingesetzt. Dazu werden die Bremsstangen über zwei Stangen, eine Vollstange und eine Leerstange, verbunden. An der leeren Stange wird die Lastwechselvorrichtung montiert. Ein Ende der Vollstange ist geschlitzt. Bei leerem Wagen, d. h. wenn sich der Lastwechselhebel auf der leeren Stange befindet, wird die Bremskraft über die leere Stange übertragen, bei vollem Wagen über die beladene Stange. Die über den Lastwechselkasten betätigte Bremse ist eine progressive Lastbremsung.

**Betrieb:** Die Abbildung zeigt die Entlade- und Bremsbedingungen im leeren und beladenen Zustand. Bei unbelastetem Hebel ist die Verriegelung der Lastwechselvorrichtung geschlossen. Bei belastetem Hebel ist diese Verriegelung geöffnet. Wenn die Bremse im beladenen Zustand betätigt wird, bleibt die neutrale Stange locker, während die beladene Stange angespannt wird und die Kraft über sie übertragen wird. Im leeren Zustand ist die Klinke geschlossen. Wenn die Bremse betätigt wird, bewegt sich die Sperrklinke um  $S_x$  nach rechts und nimmt die Bremskraft auf, bevor die Laststange gespannt wird und die Kraft mit einem kleinen Übertragungskoeffizienten übertragen wird. Wann der Lastwechselhebel leer und wann er belastet sein soll, ist auf einem Schild an beiden Seiten des Wagens angegeben.

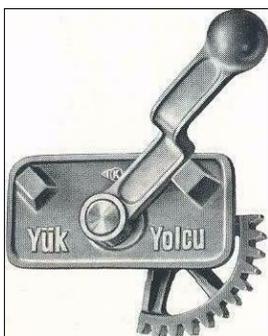
#### 19.1.15 Leer-Vollast-Wechselhebel



Die Umschaltvorrichtung hat zwei Zustände B = leer und D = voll;

Sie kann von beiden Seiten des Wagens aus bedient werden. Durch Drehen des Hebels wird er bei mechanischer Bremsung mit einem Lastschaltkasten, bei pneumatischer Bremsung mit einem Relaisklappe oder einem Schalthahn verbunden, der mit Druckluft verstellt werden kann. Die Bremsgewichtstafel eines gebremsten Güterwagens hat 3 feste Zahlen, von denen zwei oben stehen und das Bremsgewicht angeben. Die untere Zahl zeigt das Ersatzgewicht, d.h. die Tara des Wagens und einen Teil der Ladung. Ist die Summe aus Wagentara und spezifischer Ladung kleiner als das Ersatzgewicht, wird der Hebel auf "Leer" geschaltet. Wenn die Summe aus der Tara des Wagens und der darin befindlichen Ladung gleich oder größer als das Ersatzgewicht ist, wird der Hebel auf "Voll" umgeschaltet. Bei falscher Anordnung des Leer-Voll-Hebels, d. h. bei vollem Wagen und leerem Hebel, ist die Bremswirkung unzureichend und führt zum Weglaufen des Wagens, bei leerem Wagen und vollem Hebel ist die Bremswirkung zu groß und führt zur Apathie. Daher muss der Leer-Voll-Hebel richtig eingestellt werden.

#### 19.1.16 Last-Passagier (G-P)-Schaltbügel



Diese Schalteinrichtung ist auf Personenwagen montiert, die auch auf Güterwagen eingesetzt werden können. Der G-P-Hebel hat zwei Zustände, G=Güterwagen und P=Personenwagen, die von beiden Seiten des Wagens aus bedient werden.

Durch Drehen des Hebels kann man entweder auf die Güterzugbremse mit langsamer Bremswirkung oder auf die Personenzugbremse mit schneller Bremswirkung umschalten.

Ob ein Personenwagen mit dieser Umschaltvorrichtung ausgestattet ist oder nicht, hängt von den Anforderungen des Eisenbahnunternehmens ab.

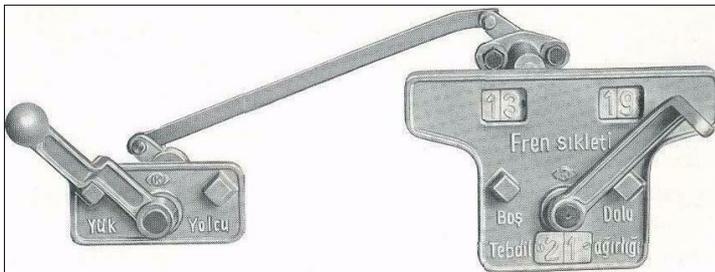
Diese Vorrichtung, die die Brems- und Lösezeit über den Kontakt des Bremszylinders mit dem Dreifachventil einstellt, ist über eine Stange mit einem Hebel an der Seite des Wagens verbunden. Sie stellt die Brems- und Lösezeiten in Güter- und Personenwagen ein, da diese unterschiedlich sind.

Bremse schalten

Lösen

Auf Güterzügen (G):	18-30 Sekunden	45-60 Sekunden
In Personenzügen (P):	3-5 Sekunden	15-20 Sekunden

#### 19.1.17 Verbindung der Leer-Volllast-Umschalteinheit mit der Fracht-Passagier-Wagen-Umschalteinheit (B-D/G-P-Umschalteinheit)



In schnell fahrenden Güterwagen mit Last-Passagier-Bodenbremsen gibt es neben der Leer-Voll-Schalteinrichtung (B-D) auch eine G-P-Schalteinrichtung. Die B-D-Schalteinrichtung hat einen nummerierten Schieber auf der Bremsgewichtsplatte und wird mit

der G-P-Schalteinrichtung verbunden und von dieser gesteuert. In den Fenstern der Bremsgewichtsplatte werden im G-Zustand die Bremsgewichte für den Güterzugbetrieb und im P-Zustand die Bremsgewichte für den Personenzugbetrieb mit einem größeren Wert angezeigt. Die Wechselgewichte für die Zustände G und P sind gleich.

#### 19.1.18 Bremsen-Regler

Sabo und Bandagen und bei Scheibenbremsen die Bremsbeläge verschleifen durch die Reibung, die beim Bremsen an den Kontaktflächen entsteht. Auf die gleiche Weise werden mit der Zeit die Lücken in den Perforationen und Löchern in den Bremshebeln größer. Diese Abriebstellen vergrößern sich auch durch den Vorlauf in den Bremshebeln und führen so zu einer unerwünschten Verlängerung der Kolbenlänge. Aus diesem Grund ist es notwendig, die Bremsstangen von Zeit zu Zeit nachzustellen. Zu diesem Zweck ist es sinnvoll, Bremsregler zu verwenden, die sich selbst auf die während des Betriebs auftretenden Änderungen der Kolbengeschwindigkeit einstellen können. Dadurch entfällt die Notwendigkeit, die Bremsstangen manuell nachzustellen. Normalerweise wird der Bremsregler zwischen der mittleren und der Achsbremsstange anstelle der Hauptbremszugstange montiert.

#### 19.1.19 Waggon mit automatischem Vollentladungssystem

Es ist festzustellen, dass die in den letzten Jahren produzierten Güterwagen mit einem automatischen Vollentladungssystem hergestellt werden. Die Vorteile des automatischen Vollentladungssystems sind wie folgt:

- Da es keinen mechanischen Drehgriff gibt, sind menschliche Fehler ausgeschlossen.
- Er bietet eine mehrstufige Lastbremsung anstelle einer zweistufigen Lastbremsung, die wie bei den mechanischen Vorrichtungen für volle und leere Wagen definiert ist.

- Sie beseitigt die Abhängigkeit der Bremse von der Last, da sie die erforderliche Bremsleistung bei steigender Last automatisch anpasst und dabei ein konstantes Bremsverhältnis anstrebt.

Um die Funktionsweise des Systems zu erläutern, wird im Folgenden das auf Drehgestell-Containerwagen montierte Bremssystem "KE-GP-A-2X16" als Beispiel vorgestellt.

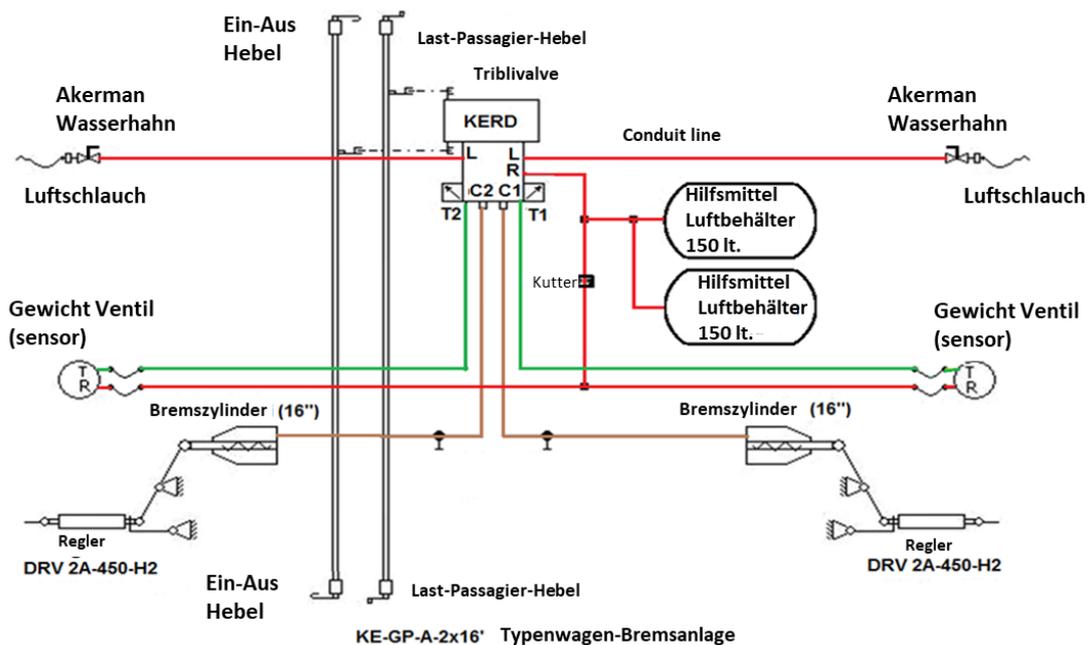


Abbildung 19.2 Schematische Darstellung des Bremssystems "KE-GP-A-2X16" auf Drehgestell-Containerwagen

- 1) Das Bremssystem besteht aus 2 Bremsreglern des Typs DRV2A-450-H2, 2 Zusatzluftbehältern des Typs 150 litre mit einer Gesamtkapazität von 300 litre, Dreifachventilen des Typs KERd-KSLn, 2 Bremszylindern des Durchmessers 16", einem pro Drehgestell, und einem Gewichtsventil (Sensor) pro Drehgestell.

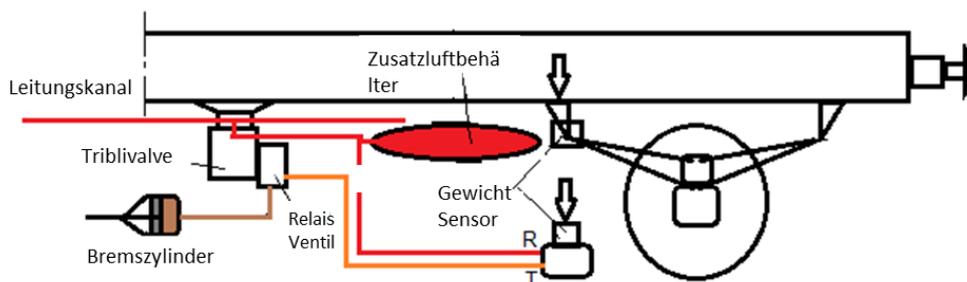


Abbildung 19.3 Gewichtsventil (Sensor)

- 2) Die Sensoren sind an den Spulenschaltern montiert, die für die Federung des Drehgestells sorgen. Die Luft wird durch die Leitung zu den Zusatztanks geleitet. Wenn der Wagen leer ist, werden etwa 1,00 bar Luft durchgelassen. Mit zunehmender Beladung des Wagens erhöht sich der Durchlassdruck und beträgt bei voller Beladung 3,65 bar.

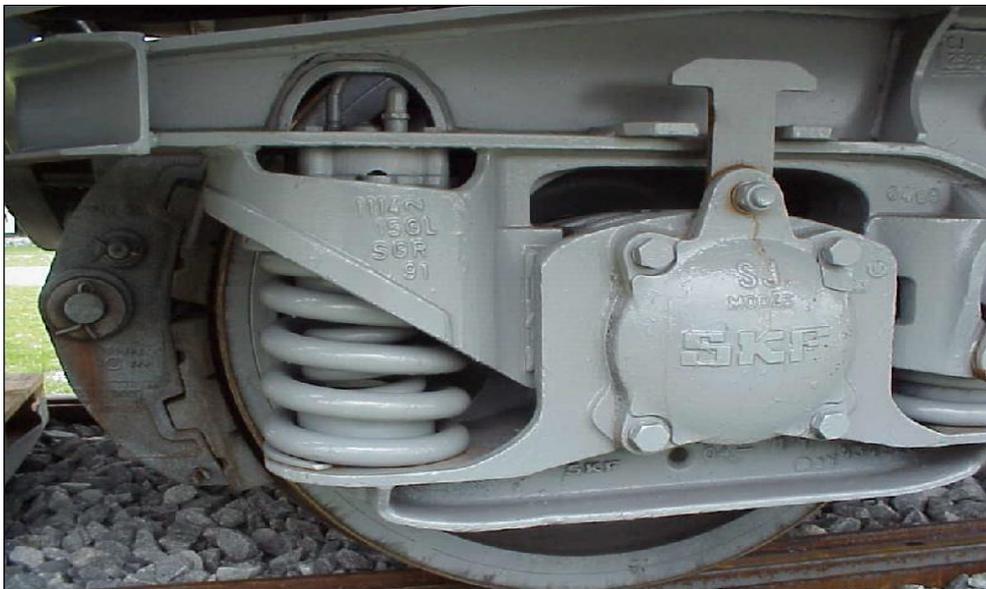
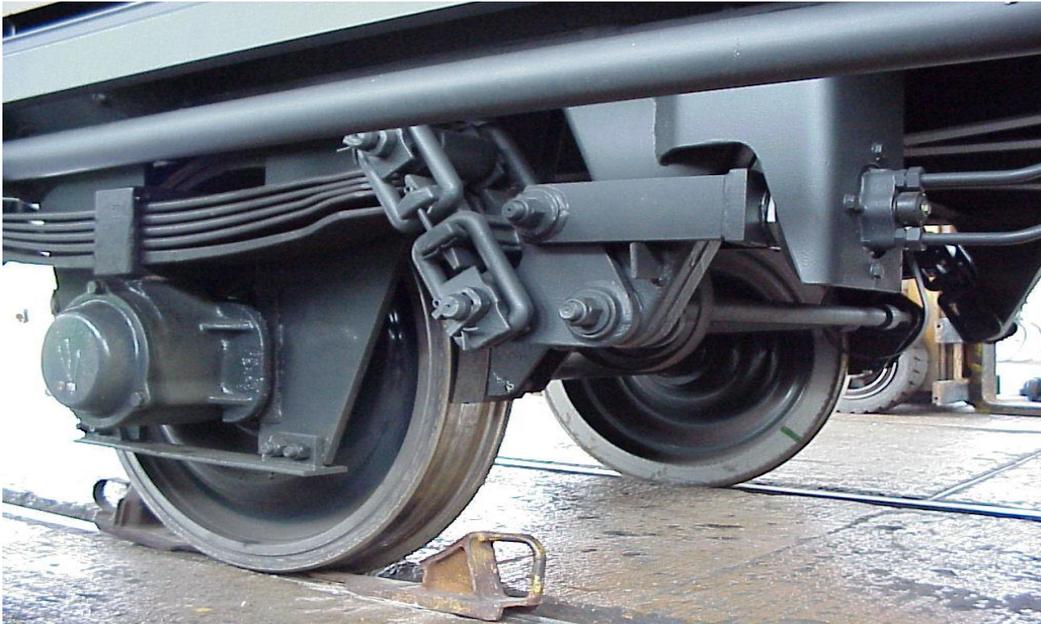


Abbildung 19.4 Gewicht Ventile

- 3) Je nach Sensordurchgangsdruck verändern die am Tribilvalve montierten Lastrelaisventile den maximalen Bremszylinderdruck bei Vollbremsung. Ein Beispiel aus der Tabelle: Bei einer Vollbremsung mit einem Gesamtgewicht des Wagens von 70 Tonnen und der darin

befindlichen Ladung ergibt sich ein Bremszylinderdruck von 3,52 bar. Bei einer schrittweisen Bremsung sinkt der Druck im Bremszylinder proportional zur Verringerung der Leitung.

- 4) Mit zunehmender Beladung des Wagens steigt der Sensorübergangsdruck, mit zunehmendem Sensorübergangsdruck steigt der maximale Bremszylinderdruck bei Vollbremsung. In diesem Fall nimmt bei Vollbremsung das Bremsgewicht, d.h. die Bremskraft, mit steigendem Bremszylinderdruck zu (umgekehrte Vorgänge bei sinkender Last).
- 5) Da das Bremsgewicht mit zunehmender Beladung des Wagens steigt, ändert sich das Bremsverhältnis nicht wesentlich.
- 6) Der Wert für das maximale Bremsgewicht ist auf dem Wagen angegeben. Bei dem Beispielwagen beträgt dieser Wert 72 Tonnen.
- 7) Das Bremsgewicht ist die Summe aus Ladung und Tara, sofern es nicht geringer ist als die Tara des Wagens und den auf dem Wagen angegebenen Höchstwert des Bremsgewichts nicht überschreitet. Mit anderen Worten: Es wird bei 100 % Abbremsung ermittelt, sofern es den Höchstwert nicht überschreitet.

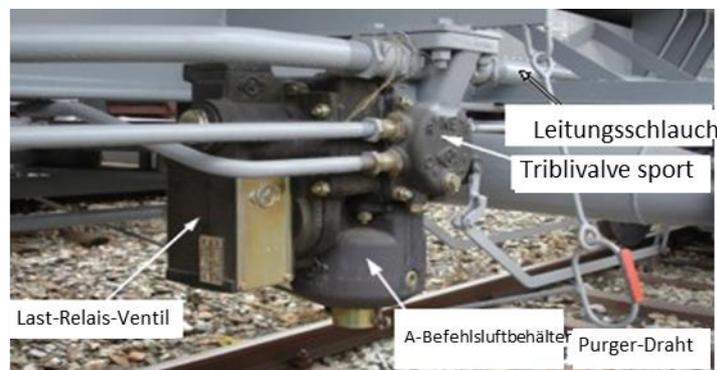


Abbildung 19.5 Triblivalve und montiertes Lastrelaisventil



Abbildung 19.6 Triblivalve und montiertes Lastrelaisventil

Die folgenden Beispiele erläutern die Aufschriften auf dieser Art von Wagen und ihre Bedeutungen.



Abbildung 19.7 Beispielhafte Beschriftungen auf dem Waggon

MH : Spitzname des Unternehmens für Bremssysteme (MZT HEPOS)

GP : Bremsen-Modi.

A : Passt die Bremsleistung automatisch an die Last an (mit automatischer Vollentleerung)

MAX : 29 t : Bremsgewicht bei voller Last und voller Bremse

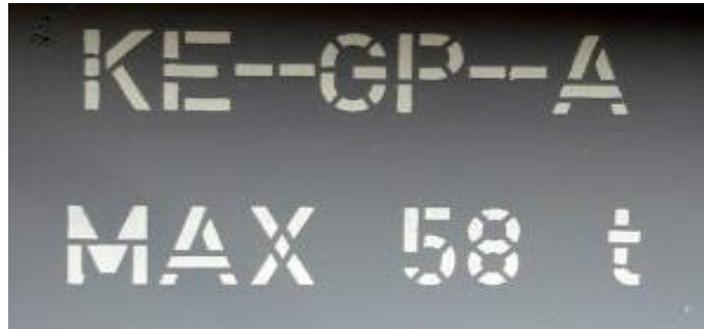


Abbildung 19.8 Beispielhafte Beschriftungen auf dem Waggon

KE : Spitzname des Unternehmens für Bremssysteme

GP : Bremsen-Modi

A : Passt die Bremsleistung automatisch an die Last an (mit automatischer Leer-Voll-Vorrichtung)

MAX 58 t : Bremsgewicht bei voller Last und voller Bremse

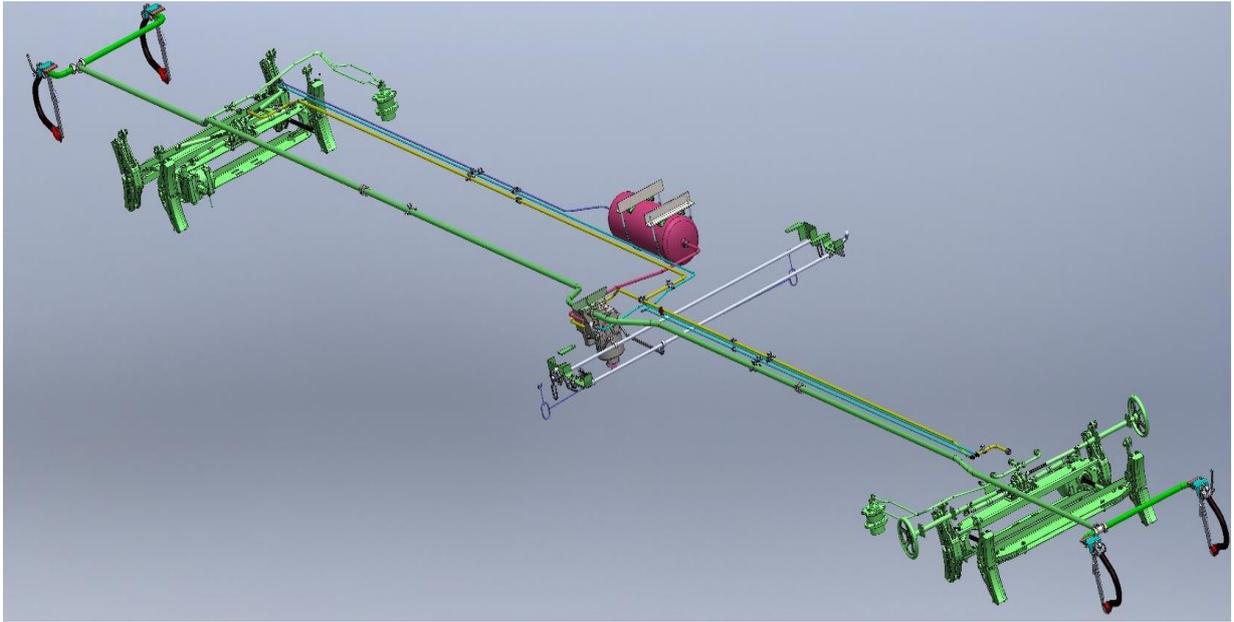
## 19.2 Y25 Drehgestell mit integriertem Kompaktbremssystem

Integriertes Drehgestell-Bremssystem

CFCB (Knorr) / IBB10 (Wabtec) /BFCB (Faiveley)



Abbildung 19.9 BFCBBremsanlage



*Abbildung 19.10 CFCB-Leuchte -Kompakt-Güterwagen-Bremsleuchte*



### Vergleich der Hardware von Bremssystemen in Drehgestellen

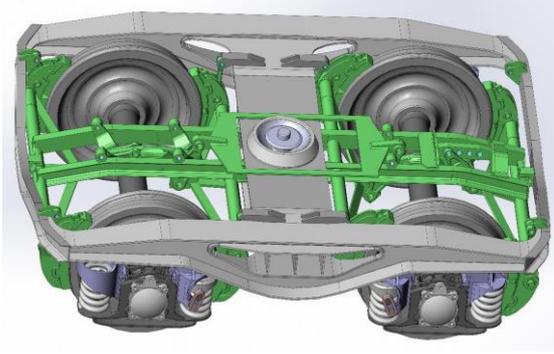


Abbildung 19.11 Konventionelles Drehgestell Y 25

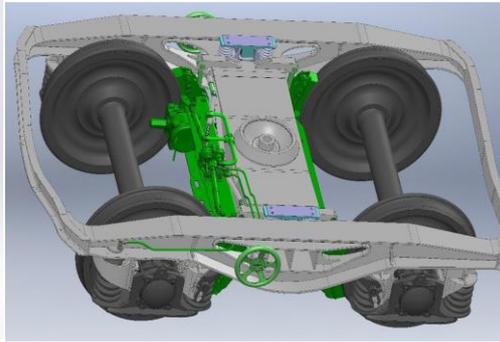


Abbildung 19.12 BFCBY 25 Drehgestell

Die in grüner Farbe dargestellten Teile gehören zur Bremsanlage.

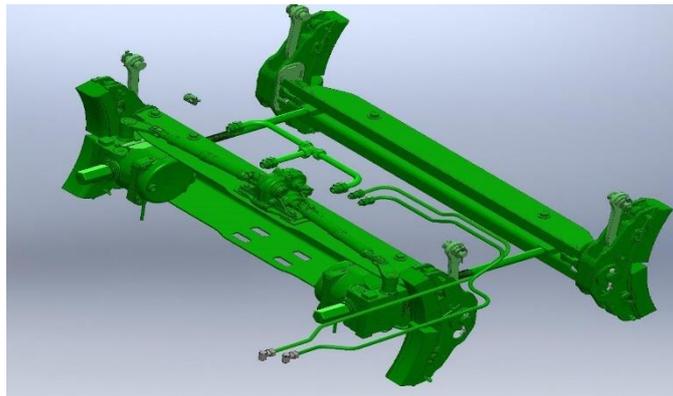
### Spezifikationen des Bremssystems

#### KompactBrake System

Bremszylinder,

Bremsenregler

Es gibt keine Muscheln



#### Kompaktes Bremssystem Merkmale

-Geschwindigkeit von 120 km/h im Leerlauf

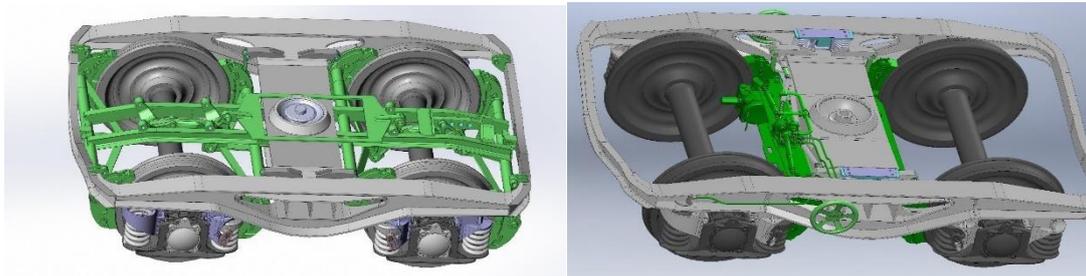
-100 km/h Geschwindigkeit bei Hagel

-Höchstlast von 18 Tonnen Achsdruck kann bei einer Geschwindigkeit von 120 km/h befördert werden

-Sabolar TSI zugelassen Cosid810/Jurid816 Marke Bgu/Bg'K' Typ



Kompaktes Bremssystem Vorteil - geringes Gewicht



### Konventionelles Drehgestell

#### Gewicht

4777 kg

### BFCB-Drehgestell

#### Gewicht

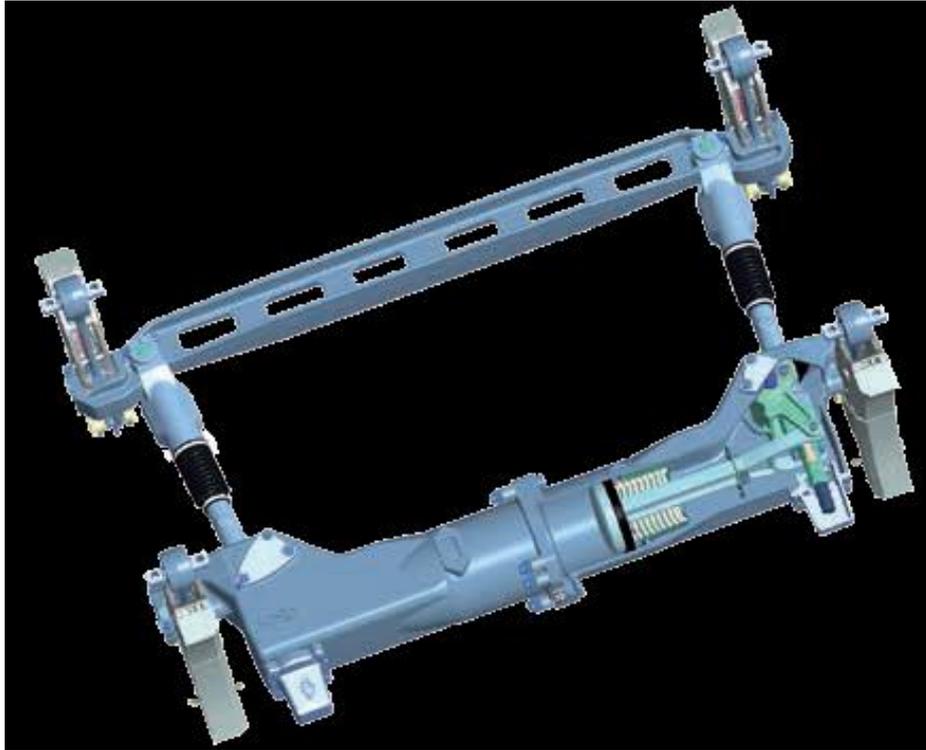
4228 kg (mit Handbremse)

4190 kg (ohne Handbremse)

Die Gewichtsreduzierung von -500 kg ergibt sich aus dem Wegfall des am Fahrgestell montierten Bremszylinders, des Bremsreglers und der Halterungen, die sie mit dem Fahrgestell verbinden.

-Vergleich zu konventionellen Bremssystemen *sorgt* das BFCB-Bremssystem *für ein um ca. 1.600 kg geringeres Gewicht pro Waggon.*

Geringere Material- und Arbeitskosten in der Produktion durch weniger Teile



## 20. BREMSENFEHLER

### 20.1 Fehlfunktionen der Wagenbremse

Mögliche Bremsenausfälle, die bei Waggons auftreten können, lassen sich in zwei Hauptgruppen einteilen;

- a. Funktionsstörungen, die durch einen Mangel an der Bremsanlage verursacht werden, wie z. B. Bruch, übermäßige Abnutzung, Lockerung von Verschraubungen, Verunreinigungen aus den Bremsluftleitungen oder durch Frost nicht funktionierende Teile
- b. Fehlfunktionen aufgrund von Mängeln bei der Wartung und Vorbereitung der Bremsen;
  - Falscher Anschluss der Schläuche: TVS 2000-Wagen haben an jedem Ende 4 Anschlusschläuche. Diese liegen in einer Reihe von 2 in 2. Türleitungsschläuche und Bremsschläuche.  
**Hinweis:** Hier kommen 5 bar Druck vom Ingenieursventil in der Bremsleitung und 8-10 bar Druck vom Hauptluftbehälter der Maschine in der Türleitung.
  - Falscher Zustand der Griffe der Luftanschlussähne
  - Handbremse klemmt
  - Notbremshähne bleiben offen, kein ausreichender Druck in der Leitung
  - Halten Sie die Jalousien offen.

Fehler, die auf die unter "b" genannten Mängel zurückzuführen sind, können durch Befolgung der Anweisungen leicht behoben werden.

Viele Störungen lassen sich vermeiden, indem man die unbenutzten Luftschläuche aufhängt, sie durch Zufuhr von Luft zum Verflüssiger reinigt und die verbogenen Spülleitungen korrigiert.

Luftschläuche, die nicht an ihren Plätzen aufgehängt sind, funktionieren aufgrund von Vibrationen beim Manövrieren und während der Fahrt nicht richtig. Staub, Schmutz und Schnee sammeln sich an diesen Stellen an und gelangen in die Leitung und von dort zu den Teilen der Bremssteuerung, was zu schnellem Verschleiß und Verstopfung der Ventile führt. Gurte oder ähnliche Teile, die nicht an ihrem Platz aufgehängt sind, verursachen ebenfalls Fehlfunktionen der Bremsschläuche.

### **20.2 Bei Störungen zu beachtende Verfahren**

Bei Fehlern werden in der Regel nicht die einfachsten, sondern die schwierigsten Möglichkeiten in Betracht gezogen. Bei der Suche nach Bremsenfehlern kommt es darauf an, nachzudenken und ohne Eile zu arbeiten. Bevor mit der Fehlersuche begonnen wird, wird geprüft, ob sich Luft im System befindet und ob die Ablasshebel in der richtigen Stellung sind. Ein 150-achsiger Zug braucht 10-15 Minuten zum Auffüllen.

Aus diesem Grund sollte eine ausreichende Zeit für die Länge des Zuges eingeplant und dann das Bremsen geübt werden. Für das Bremsen und Lösen sollte ausreichend Zeit gelassen werden. Die Signale "**Bremse anziehen**" und "**Bremse lösen**", die dem Lokführer gegeben werden, sollten nicht übereilt und nicht sofort ausgeführt werden.

### **20.3 Suche nach der Ursache des Scheiterns**

Es ist Zeitverschwendung, zu versuchen, die Störung zu beseitigen, bevor die Ursache der Störung vollständig geklärt ist. In vielen Fällen liegt die Störung nicht in dem angenommenen Wagen, sondern in einem anderen Wagen. Denn die Störung kann auch in vielen Waggons liegen. Deshalb wird geprüft, ob die Störung in einem oder in mehreren Wagen auftritt, ob sie beim Bremsen oder beim Abrollen auftritt, ob die Bremszylinder und Bremsbeläge angezogen sind oder nicht.

Zunächst wird der Zustand der roten und grünen Platten auf der Bremsanzeige beim Bremsen und Lösen überprüft. Bei Anomalien wird geprüft, ob die Bremsscheiben durch die Beläge angezogen sind. Es kann auch eine Fehlfunktion der Anzeige vorliegen.

### **20.4 In einem Waggon auftretende Fehler**

Wenn es eine Störung in einem Wagen gibt, dann gibt es keine Störung in den Leitungen und Luftschläuchen. Denn eine solche Störung betrifft mehrere Waggons.

Die Ursache des Fehlers liegt in der Bremsanlage des Wagens. Sie kann im Dreifachventil, in den Luftbehältern, im Bremszylinder, in der Löscheinrichtung oder in der Entlüftung liegen. Zeigt das Manometer im Wagen einen Druck von 3,6 bar an, so liegt der Fehler in der Bremsanlage des Drehgestells, andernfalls in der Bremsanlage des Wagens. Wenn der Fehler auf einen Mangel zurückzuführen ist, dauert es lange, bis er behoben ist. Wenn eine Reparatur nicht möglich ist, muss die Bremse ausfallen. Dies muss jedoch bei der Bremsberechnung berücksichtigt werden. Die Bremse des Wagens, dessen Bremsversagen nicht behoben werden kann, ist zu stornieren und zu kennzeichnen. Die Bremse des Wagens, dessen Bremse entwertet ist, muss durch Ziehen der Entlüftung gelöst werden.

#### **20.4.1 Wenn die Bremse eines Wagens nicht hält oder sich spontan löst;**

Wenn die Anzeige eines Wagens nach der Bremserfahrung immer grün ist (d.h. die Beläge ziehen die Scheibe nicht an), wird entschieden, ob der Fehler an der Anzeige selbst liegt oder ob die Beläge die Scheibe anziehen.

Das Manometer am Handbremsgehäuse zeigt den Druck im Bremszylinder an. Dieser zeigt an, ob der Fehler am Drehgestell oder an den Bremszylindern des Wagens liegt.

Zeigt das Manometer einen Druck von 3-3,8 bar an und die Bremse funktioniert nicht, kann der Fehler in den Verbindungsschläuchen, den Antischlupfventilen oder den Bremszylindern liegen.

Zeigt das Manometer nicht 3-3,8 bar an, kann der Fehler im Tribivalve, im Tank, im Ablasshahn oder in der Spülung liegen.

Wenn die Bremse immer noch nicht hält und sich aufgrund der Kontrollen nicht löst, liegt der Fehler bei diesem Wagen. Auch wenn die Störung behoben ist, wird die Bremse im Betriebszustand belassen und bei späteren Bremstests während der Fahrt geprüft, ob die Bremse dieses Wagens funktioniert oder nicht. Denn manchmal können solche Fehlfunktionen durch eine Blockierung und Verklemmung auftreten.

Solange die Bremse dieses Wagens nicht funktioniert, wird er bei der Bremsberechnung des Zuges nicht berücksichtigt.

#### **20.4.2 Wenn sich die Bremsen eines Wagens nicht lösen lassen;**

Wenn sich die Bremse eines Wagens nicht löst, obwohl sie die Bremse in den Wagen vor und nach ihm löst;

1. Prüfen Sie zunächst, ob die Feststellbremse angezogen ist.
2. Wenn die Handbremse lose ist, versuchen wir, den Sabo oder die Verkleidung zu lösen, indem wir Kraft auf die Bremszylinder-Hebel ausüben. Lässt sie sich nicht lösen, wird der Techniker informiert.
  - Der Ingenieur gibt eine sehr kurze Welle von Druckluft ab (er muss die Leitung über 5 atm belasten).
  - Löst sich die Bremse des Wagens nicht wieder, wird die Entlüftung leicht gezogen.
  - Wenn es immer noch nicht klappt, wird die Bremserfahrung wiederholt.
  - Löst die Bremse wieder nicht, wird die Bremse abgebrochen und die Wagenluft durch Ziehen der Entlüftung abgelassen, bis keine Luft mehr austritt.
  - Lässt sich die Bremse des Wagens nicht durch Ziehen des Abstreifers lösen, wird, wenn es die Zeit erlaubt, ein Meister, der sich mit Bremsarbeiten auskennt, benachrichtigt. Andernfalls wird dieser Wagen vom Wagen entfernt.

#### **20.4.3 Ausfall von mehreren Waggons**

Treten während der Bremsprobe bei mehreren Wagen Störungen auf, so können diese nicht durch Aufhebung der Bremse eines Wagens behoben werden. In solchen Fällen liegt die Ursache der Störung in der Regel im Zug. Wenn es möglich ist, die Prüfung mit einem fest installierten Druckluftsystem durchzuführen, sollte der Prüfzug getrennt geprüft werden, indem von beiden Enden des Zuges Luft zugeführt wird. Zunächst werden der erste Wagen mit

fehlerhaften Bremsen, der Wagen, dessen Bremsen einwandfrei funktionieren, und der Zugwagen untersucht.

Da es möglich ist, dass eine Verstopfung in der Leitung nach dem Luftanschluss zum Tribilvalve des Wagens vorliegt, dessen Bremse normal funktioniert, wird geprüft, ob die Luftanschlusshähne zwischen diesen beiden Wagen offen sind und ob sie die Luft ordnungsgemäß durchlassen. Wird kein Fehler festgestellt, wird ermittelt, ob der Fehler beim Bremsen oder beim Abwickeln auftritt.

Es muss sichergestellt sein, dass alle Bremsen vor dem Versuch gelöst wurden.

Wenn sich bei einigen Wagen die Bremsen vor der Bremsprobe nicht lösen, wird dies dem Lokführer gemeldet. Der Lokführer prüft, ob der Luftdruck voll ist oder nicht, indem er auf die Manometer schaut (indem er den Hahnhebel des Lokführers in die inaktive Stellung bringt).

Der Ingenieur prüft, ob ein Luftleck vorhanden ist, während sich der Wasserhahn in der Schwebe befindet. Der Luftaustritt wird beseitigt. Wenn dies nicht möglich ist, wird der Wagen aus dem Zug entfernt. Wenn sich die Bremsen einiger Wagen immer noch nicht lösen, liegt der Verdacht nahe, dass zu viel Luft in die Leitung eindringt. In diesem Fall wird der Druck in der Leitung auf 4,5 bar gesenkt, die Bremsen werden angezogen und die Reinigungsvorrichtungen an den Waggons werden gezogen. Führt dies zu keinem Ergebnis, wird davon ausgegangen, dass die Leitung verstopft ist, und es werden die nachstehend beschriebenen Maßnahmen ergriffen.

Um herauszufinden, ob eine Verstopfung in der Leitung vorliegt, werden die Luftverbindungsschläuche zwischen dem Wagen, dessen Bremsen ordnungsgemäß funktionieren, und dem Wagen, dessen Bremsen nicht gelöst sind, kurzzeitig geöffnet und vor allem durch genaue Beobachtung des Geräuschs festgestellt, von welcher Seite der Luftaustritt stark ist. Auf der Seite, auf der der Luftaustritt schwach ist, liegt eine Verstopfung in der Leitung vor. In der Regel befindet sich die Verstopfung in einem der beiden Wagen. Der verstopfte Waggon wird aus dem Zug entfernt. Wenn der Luftstrom aus beiden Schläuchen gleich groß ist, liegt die Störung bei den Lufthähnen. In diesem Fall werden die Lufthähne geschlossen und die Luftschläuche ausgetauscht. Es sollte ein Bremstest durchgeführt und festgestellt werden, dass die Störung behoben ist. Bleibt die Störung bestehen, ist davon auszugehen, dass die Ursache für die Verstopfung im ersten fahrenden Wagen liegt und dass dieser durch die Wirkung der Druckluft, die beim Bremsen von hinten nach vorne strömt, die Straße blockiert. In diesem Fall sollte ein Versuch gemacht werden, indem der Luftschlauch auf der gegenüberliegenden Seite geöffnet wird und auf den Luftaustritt geachtet wird.

Wenn mehrere Wagen die Bremse nicht passieren, passieren die vorderen Wagen die Bremse und die hinteren Wagen die Bremse nicht, weil der Luftstrom von hinten nach vorne nicht gleichmäßig ist. Die Prüfung erfolgt ab den ersten Wagen in den bremsenden und nicht bremsenden Abschnitten.

Wenn sich die Bremsen mehrerer Wagen nicht lösen, der Luftstrom von vorn nach hinten nicht gleichmäßig ist, der Druck in den Luftbehältern hoch ist und die Luftlecks zu groß sind, kann dies die Ursache sein. Diese Punkte sollten der Reihe nach überprüft werden.

Bei diesen Inspektionen muss der Ingenieur immer an der Maschine anwesend sein und sich vergewissern, dass genügend Luft in der Leitung ist.

#### 20.4.4 *Luftlecks*

Eine der wichtigsten Ursachen für Bremsversagen sind Luftlecks. Es gibt zwei Arten von Luftlecks;

- Eine davon ist eine Leckage am Kondensator, an den Luftbehältern, an den Luftschläuchen und an den Bremszylindern, die in der Regel als Geräusch hörbar ist.
- Die andere ist das Entweichen von Luft aus den Hochdruckkammern in die Niederdruckkammern als Folge eines Defekts im Tribilvalve, das im Allgemeinen nicht hörbar ist.

Die erste Art von Leckage sollte einen bestimmten Wert in einem Zug nicht überschreiten. Wenn diese Leckagemenge (0,5 atm im Güterzug, 0,3 atm im Personenzug) in einer Minute in einem 100-achsigen Zug überschritten wird, sollten die undichten Stellen gefunden und der Fehler behoben werden. Bei der Beseitigung von Leckagen sollte fachkundiges Personal eingesetzt werden. Leckagen in den Dreifachventilen führen zu spontanem Bremsen oder Abbremsen. Auch solche Fehler können im Laufe der Zeit durch mehrmaliges Abbremsen und Abwickeln beseitigt werden.

Luftlecks des zweiten Typs werden in der Regel vorübergehend durch Schließen des Annullierungshebels behoben. Allerdings muss die Bremse dieses Wagens gelöst und vom Bremskonto abgezogen werden.

## 21. BREMSERFAHRUNG UNTER BETRIEBSBEDINGUNGEN

Mit Hilfe von Bremstests wird festgestellt, ob die Bremsen des Zuges für den Einsatz geeignet sind.

- a. dass die Druckluft normal von der Leitung bis zum Ende des Zuges fließt und dass es keine Luftlecks in der Leitung, den Luftschläuchen, den Luftkupplungshähnen, den Dreifachventilen, den Tanks und den Bremszylindern gibt,
- b. Nach einer Bremsung durch die Lokomotive wird überprüft, ob die Räder aller gebremsten Wagen mit Bremsen fest angezogen sind, ob die Bremsklötze die Scheiben fest anziehen (dies kann man auch an der Anzeige erkennen).

Das Bremsen wird auf zwei Arten geübt;

1. Vollständige Zugerfahrung: Hier wird geprüft, ob alle Bremsen des Zuges funktionieren.
2. Einfacher Bremstest: Hier wird geprüft, ob die Bremsen der dem Zug hinzugefügten Wagen und des letzten Wagens des Zuges funktionieren.

### 21.1 *Vollbremsung erleben*

Ein vollständiger Bremstest wird in den folgenden Fällen durchgeführt;

- Am Abfahrts- und Ankunftsbahnhof, wo die Züge organisiert werden,
- Grenzbahnhöfe,

- Rampen-Kopfstationen,
- Der Ingenieur vermutete, dass die Bremswirkung schwach war,
- Auf Verlangen des Unternehmens wird ein vollständiger Bremstest durchgeführt.

### 21.1.1 *So wird es gemacht:*

Der Lokführer, der Zugbegleiter und der Wagenmeister führen die vollständige Bremsprobe gemeinsam durch.

- Vor Beginn der Vollbremsprüfung prüfen der Zugführer und der Wagenmeister, ob die Luftschräuche richtig angeschlossen sind, die Lufthähne in der geöffneten Stellung sind, die Voll-Leer-Hebel entsprechend der Tonnage der Ladung angeordnet sind, die dreifach geöffneten Hebel in den Wagen ohne Bremsversagen in der geöffneten Stellung angeordnet sind. Nachdem er die festgestellten Mängel beseitigt hat, weist er den Lokführer an, die Luft zu füllen. Der Lokführer bringt den Hahnhebel in die Füll- und Fahrstellung, und wenn diese Arbeiten abgeschlossen sind, wird der Bremsversuch gestartet.
- Nachdem der Zugführer und der Wagentechniker vom Lokführer erfahren haben, dass das Knie vollständig mit Luft gefüllt ist, prüfen sie, ob alle Bremsen lose sind oder nicht, und wenn es einen Wagen mit einer losen Bremse gibt, wird die Ursache untersucht. Kann der Fehler nicht behoben werden, wird die Bremse gelöst und die Luft durch Ziehen der Entlüftung vollständig abgelassen. Der Aufkleber "**Bremse ist defekt**" wird angebracht.
- Nachdem festgestellt wurde, dass alle Bremsen locker sind, gibt der Zugführer an der Spitze des Zuges das Signal "**Bremse**". Der Lokführer antwortet auf dieses Signal mit der Lokpfeife und bremst, indem er 0,5 Atmosphären Luft aus der Leitung ablässt.
- Der Zugführer und der Wagenmeister prüfen dann, ob alle Bremsen vom Anfang bis zum Ende des Zuges angezogen sind. Wenn die Bremse versagt, wird die Ursache untersucht und die Bremse gegebenenfalls erneut angezogen. Kann der Fehler nicht behoben werden, wird die Bremse annulliert und als defekt gekennzeichnet.
- Nachdem der Zugführer gesehen hat, dass der letzte Wagen der Reihe die Bremsen angezogen hat, gibt er von hier aus das Signal "**Bremse lösen**". Der Lokführer antwortet mit der Lokpfeife und löst die Bremsen. Der Zugbegleiter und der Wagenmeister gehen die gesamte Sequenz durch und kontrollieren, ob alle Bremsen gelöst wurden.
- Währenddessen überprüft der Lokführer den Zug auf Luftlecks.
- Die Bremsen müssen vom Lokführer gelockert werden. Es ist gefährlich und verboten, zu versuchen, eine Bremse zu lösen, die sich nicht mit dem Hahn des Lokführers lösen lässt, indem man ihn spült, anstatt ihn zu löschen und so zu verhindern, dass die Störung sichtbar wird.
- Wenn festgestellt wird, dass die Bremsen aller Wagen der Reihe nach lose sind, gilt die Prüfung als beendet und der Lokführer erhält das Signal "**Bremse in Ordnung**".

### 21.2 *Einfaches Bremserlebnis*

- Wenn ein oder mehrere Waggons aus dem Zug entfernt oder hinzugefügt werden,
- Für den Fall, dass die Lokomotive, die den Zug zieht, ausgetauscht oder für einen kurzen Zeitraum außer Betrieb gesetzt wird (z. B. Unterbrechung der Oberleitung bei Elektrolokomotiven, Stromabnehmer bleibt für längere Zeit in der unteren Position).

- c. Abnehmen und Wiederanbringen der Bremsschläuche aus irgendeinem Grund und Öffnen und Schließen der Akerman-Hähne,
- d. Nach der Behebung eines Bremsdefekts wird ein einfacher Bremstest durchgeführt.

Die einfache Bremsprobe ist ähnlich wie die Vollbremsprüfung. Nur wird bei der einfachen Bremsprobe geprüft, ob der Wagen mit der letzten Druckluftbremse und die zum Zug hinzugefügten Wagenbremsen ordnungsgemäß funktionieren. Der Ablauf ist wie bei der Vollbremsprüfung beschrieben.

### **21.3 Bei Bremsverfahren zu berücksichtigende Aspekte**

1. Es ist verboten, dass andere Personen als der Zugführer während der Bremsprobe Signale geben und andere als die in den Signalanweisungen angegebenen Signale verwenden. Der Triebfahrzeugführer darf die Signale, die entgegen diesen Anweisungen gegeben werden, nicht akzeptieren und wiederholen.
2. Vom Beginn bis zum Ende der Erfahrung richtet der Lokführer seine ganze Aufmerksamkeit auf die vom Zugbegleiter gegebenen Signale. Der Zugbegleiter darf den Zug nicht verlassen, um eine andere Arbeit zu verrichten, er darf auch nicht von seinen Vorgesetzten zu einer anderen Arbeit eingeteilt werden und er darf seine Arbeit nicht stören. Die mit dem Kontrolldienst betrauten Personen dürfen die von ihnen festgestellten Mängel und Unregelmäßigkeiten nur dem Zugbegleiter melden.
3. Die Ordnungsmäßigkeit der Bremsen wird vom Zugbegleiter in die Verkehrskarte eingetragen und bei Vollbremsprüfungen vom Zugbegleiter, dem Lokführer und dem Wagenmeister gemeinsam unterschrieben. Der Zugbegleiter am Ende des Zuges ist für einfache Bremsproben zuständig. Er unterschreibt die Verkehrskarte nicht. Er ist jedoch für das Signal "**Bremse in Ordnung**" verantwortlich, das er gegebenenfalls am Ende des Zuges gibt.
4. Während der Bremsproben stehen die Wagenmeister unter dem Kommando des Zugführers und sorgen dafür, dass die bei den Bremsproben festgestellten Schäden und Mängel behoben werden.
5. Sowohl bei vollständigen als auch bei einfachen Bremstests darf der Lokführer den Zug erst dann bewegen, wenn er das Signal "Bremsen in Ordnung" erhält und die Tatsache, dass die Bremsen in Ordnung sind, auf der Verkehrskarte vermerkt und von ihm unterzeichnet wird.
6. Wenn in Bahnhöfen mit festen Bremsanlagen die Bremsprüfung von Personenzügen kurz vor der Abfahrt des Zuges durchgeführt wird und bis zur Abfahrt keine Änderungen am Zug vorgenommen werden, gilt diese Prüfung auch als Bremsprobe, doch sollte auch eine einfache Bremsprobe durchgeführt werden, nachdem die Maschine an den Zug angeschlossen wurde.

## **22. Literaturverzeichnis**

MEB . (2011). RAYLI Sistemler Teknolojisi Raylı Sistemler İşletmeciliği Ders Notu .

Aktaş, E. (2019). Hava Aracı Bakım Teknisyenlerinin Emniyetli Davranışlarını Etkileyen Unsurların İncelenmesi: Türkiye Sivil Havacılık Sektöründe Bir Uygulama. *Doktora Tezi*. Anadolu Üniversitesi.

- Avrupa Birliđi Demiryolları Ajansı. (2022). *AB'de demiryolu güvenliđi ve birlikte çalışabilirlik raporu*. Avrupa Birliđi Yayın Ofisi, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2821/28376>.
- Avrupa Birliđi Demiryolu Ajansı. (2020). *Introduction to the European Railway Safety Culture Model*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Carroll, J. S. (1998). Safety culture as an ongoing process: Culture surveys as opportunities for enquiry and change. *Work & Stress*, 12(3), 272-284.
- Cooper, M. (2000). Towards a Model of Safety Culture. *Safety Science*, 111-136.
- Dekker, J. (2007). (). Just Culture: Balancing Safety and Accountability. *Ashgate*.
- Dekker, S. (2003). When human error becomes a crime. *Human Factors and Aerospace Safety*, 83-92.
- ERA. (2022). *Safety management system requirements for safety certification or safety authorisation*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- ESEN, K. (2021). ECM Temel Bilgilendirme Eđitimi .
- Esen, K. (2023). Demiryolu İşletmelerinde Emniyet Kültürü: TCDD Taşımacılık A.Ş. Tren Makinistleri Örneğinde Bir Faktör Analizi Çalışması .
- European Union Agency For Railway. (2020). *Report on Railway Safety and interoperability in the EU*.
- Frankel, A., Leonard, M., & Denham, C. (2006). Fair and Just Culture, Team Behavior and Leadership Engagement: The Tools To Achieve High Reliability. *HSR: Health Services Research*, 41(4), 1690-1709.
- French, W., & Bell, C. (1984, Kasım 2). Organization Development: Behavioral Science Interventions for Organization Improvement . *Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall*,. sandylearningblog: <https://sandylearningblog.files.wordpress.com>. adresinden alındı
- Hale, A., Guldenmund, F., & Borys, D. (2010). The Evolution of Safety Management Systems. *Journal of Loss Prevention in the Process*, 23(4), 466-473.
- Hamid, R., Majid, M., & Singh, B. (2008). Causes Of Accidents At Construction. *Malaysian Journal of Civil Engineering*, 20.2, 242 – 259.
- Heinrich, H. W. (1959). *Industrial accidents prevention: A scientific approach (4. baskı)*. . ABD: New York: McGraw-Hill Book.
- Hollnagel, E. (2014). *Safety-I and Safety-II : The Past and Future of Safety Management*.
- Hosseinian, S., & Torghabeh, Z. (2012). Major Theories of Construction Accident Causation Models: A Literature Review. *International Journal of Advances in Engineering & Technology*, 4.2, 53-66. .
- İnci, N. (2016). *Risk yönetimi ve deđerlendirmesi*. <https://docplayer.biz.tr/36721215->. adresinden alındı
- Misnani, M. S. (2007). Development of safety culture in the construction industry: A conceptual framework. Association of Researchers in Construction Management. *Proceedings of the 23rd Annual Conference*. . Researchgate.

- Nam, D. (2019, Mayıs). İş Güvenliği Kültürü ve Güvenli Davranış Arasındaki İlişki: Gemi İnşa Sanayinde Bir Araştırma. *Doktora Tezi*. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Özer, M., & Erdem, E. (2022). Drift Teorisi Bakış Açısıyla Havacılık Sektöründe Emniyet Kültürünü Şekillendirmek. *EBYÜ İİBF Dergisi*, 4(1), 23-41.
- Pişkin, M., & Dalyan, O. (2020). İşyerlerinde Ramak Kala Bildirimlerinin İş Kazalarına Etkisi ve İnşaat Sektöründe Uygulama. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt 6, Sayı 1, Sayfa: 133-143.
- Reason, J. (1997). Managing the risk of organizational accidents. *Ashgate*.
- Reason, J. (1998). Achieving a safety culture: theory and practice. *Work & Stress*, 12(3), 293-306.
- Reason, J., & Hobbs, A. (2003). Managing maintenance error, A practical guide. *Ashgate*.
- SHGM. (2012). Emniyet Yönetim Sistemi Temel Esaslar. Pegem Akademi Yayıncılık.
- TCDD Taşımacılık AŞ Kurumsal Emniyet Yönetimi Dairesi Başkanlığı. (2022). *Emniyet Yönetim sistemi El Kitabı*.
- TCDD Taşımacılık Yayınları. (2016). Yeterliğe Dayalı Tren Makinisti Eğitim Programı İş Sağlığı Ve Güvenliği, Çevre Koruma Ve Kalite Yöntemi Modülü Ders Notu.
- Türkiye Demiryolu Akademisi-TCDD. (2020). İşletme emniyeti ve Kazaların Önlenmesi Konferansı. *İşletme emniyeti ve Kazaların Önlenmesi*. Ankara.
- Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı. (2015, Kasım 19). Demiryolu Emniyet Yönetmeliği. *Yönetmelik*. Resmi Gazete.
- Ustaömer, T., & Şengür, F. (2020). Havacılıkta Emniyet Kültürü: Reason'ın Emniyet Kültürü Modelinin İncelenmesi \*. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1) 95–104.
- Vincent, T. (2017). The Evolution of Safety: A Historical Perspective. In *Occupational Safety and Hygiene IV*.
- Yılmaz, N. H. (2019). Havacılıkta Emniyet Yönetim sistemi ve Emniyet Kültürü Ölçümü.
- Zohar, D. (1980). Safety climate in industrial organizations: theoretical and applied implications. *Journal of Applied Psychology*, 65(1), 96 – 102.
- Zohar, D. (2014). Conceptualization, measurement, and improvement. *Oxford University Press*, 317-334.