

Magnetschnellbahn Ausführungsgrundlage

Fahrweg

Teil I

Übergeordnete Anforderungen

Das Urheberrecht an diesem Dokument und sämtlichen Beilagen verbleibt beim Ersteller.
Alle Rechte vorbehalten

1 Verteiler:

Dieses Dokument wurde vom Fachausschuss Fahrweg zur Veröffentlichung freigegeben.

2 Änderungsübersicht:

Datum der Freigabe: 15.02.2007, Weißdruck, Fachausschuss Fahrweg.

3 Inhaltsverzeichnis

1	Verteiler:.....	2
2	Änderungsübersicht:	3
3	Inhaltsverzeichnis	4
4	Allgemeines	9
4.1	Zweck und Anwendungsbereich	9
4.2	Magnetschnellbahn-Ausführungsgrundlagen.....	9
4.3	Abkürzungen und Definitionen	11
4.4	Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien	11
4.5	Kennzeichnung und Verbindlichkeit von Anforderungen	12
5	Betriebsanlagen	14
6	Übergeordnete Anforderungen	15
6.1	Allgemeines	15
6.2	Funktionale Anforderungen.....	15
6.3	Konstruktive Anforderungen	15
6.4	Nachweisführung	19
6.5	Handhabung, Transport und Montage	21
6.6	Allgemeine Anforderungen an die Instandhaltbarkeit	21
7	Fahrwegüberbauten	23
7.1	Allgemeines	23
7.2	Funktionale Anforderungen.....	24
7.3	Konstruktive Anforderungen	24
7.4	Nachweisführung	25
7.5	Handhabung, Transport und Montage	25
8	Fahrwegunterbauten.....	26
8.1	Allgemeines	26
8.2	Funktionale Anforderungen.....	27
8.3	Konstruktive Anforderungen	27
8.4	Nachweisführung	28
8.5	Handhabung, Transport und Montage	28
9	Magnetschnellbahn-spezifische Fahrwegausrüstung	29
9.1	Allgemeines	29
9.2	Langstator	30
9.2.1	Allgemeines	30

Ausführungsgrundlage**Fahrweg**

9.2.2	Funktionale Anforderungen.....	30
9.2.3	Konstruktive Anforderungen	31
9.2.4	Nachweisführung	33
9.2.5	Handhabung, Transport und Montage	35
9.3	Seitenführschiene / Seitenführebenen.....	36
9.3.1	Allgemeines	36
9.3.2	Funktionale Anforderungen.....	36
9.3.3	Konstruktive Anforderungen	36
9.3.4	Nachweisführung	37
9.3.5	Handhabung, Transport und Montage	38
9.4	Gleitleisten / Gleitebenen.....	38
9.4.1	Allgemeines	38
9.4.2	Funktionale Anforderungen.....	38
9.4.3	Konstruktive Anforderungen	38
9.4.4	Nachweisführung	39
9.4.5	Handhabung, Transport und Montage	39
9.5	Bauteile der externen Bordenergieversorgung	40
9.5.1	Allgemeines	40
9.5.2	Stromschiene	40
9.5.3	Induktive Energieübertragung.....	42
9.6	Bauteile zum Ortungssystem	43
9.6.1	Allgemeines	43
9.6.2	Funktionale Anforderungen.....	43
9.6.3	Konstruktive Anforderungen	43
9.6.4	Nachweisführung	44
9.6.5	Handhabung, Transport und Montage	44
10	Bauartspezifische Fahrwegausrüstung.....	45
10.1	Allgemeines	45
10.2	Fahrweglager	45
10.2.1	Funktionale Anforderungen.....	45
10.2.2	Konstruktive Anforderungen	45
10.2.3	Nachweisführung	46
10.2.4	Handhabung, Transport und Montage	47
10.3	Erdung / Blitzschutz	48

Ausführungsgrundlage

Fahrweg

10.3.1	Allgemeines	48
10.3.2	Funktionale Anforderungen.....	48
10.3.3	Konstruktive Anforderungen	48
10.3.4	Nachweisführung	49
10.3.5	Handhabung, Transport und Montage	49
10.4	Trägerspaltabdeckungen	50
10.4.1	Allgemeines	50
10.4.2	Funktionale Anforderungen.....	50
10.4.3	Konstruktive Anforderungen	50
10.4.4	Nachweisführung	50
10.4.5	Handhabung, Transport und Montage	50
11	Sonstige Anbauten.....	51
11.1	Allgemeines	51
11.2	Funktionale Anforderungen.....	51
11.3	Konstruktive Auslegung	51
11.4	Nachweisführung	52
11.5	Handhabung, Transport und Montage	52
12	Spurwechseleinrichtungen.....	53
12.1	Allgemeines	53
12.2	Funktionale Anforderungen.....	54
12.3	Konstruktive Anforderungen	54
12.4	Nachweisführung	56
12.5	Handhabung, Transport und Montage	56
13	Sonderbauwerke.....	57
13.1	Tunnel	57
13.1.1	Allgemeines	57
13.2	Primärtragwerke.....	57
13.2.1	Allgemeines	57
13.2.2	Funktionale Anforderungen.....	57
13.2.3	Konstruktive Anforderungen	57
13.2.4	Nachweisführung	57
13.2.5	Handhabung, Transport und Montage	58
14	Streckenperipherie.....	59
14.1	Allgemeines	59

Ausführungsgrundlage

Fahrweg

14.2	Funktionale Anforderungen.....	59
14.3	Konstruktive Anforderungen	59
14.4	Nachweisführung	59
14.5	Handhabung, Transport und Montage	60
15	Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung	61
15.1	Allgemeines	61
15.2	Nachweis des Fahrweges bezüglich der Kompatibilität zum Gesamtsystem	62
16	Dokumentation	65
16.1	Allgemeines	65
16.2	Nachweisführung der Baugruppen/Bauteile	65
16.3	Projektspezifische Anforderungen	65
16.4	Technischen Unterlagen zur Bauausführung.....	65
16.5	Systemtechnisches Fahrwegausstattungsverzeichnis.....	66
16.6	Unterlagen für die Instandhaltung	67
17	Anhang I-A Maximale Abmessungen für Fahrwegüberbauten	68
18	Anhang I-B Anordnung der Magnetschnellbahn-spezifischen Fahrwegausstattung (informativ)	71
19	Anhang I-C Statorpaket und Motorwicklung (informativ).....	72
20	Anhang I-D Diversitäre redundante Statorpaketbefestigungen (Beispiele).....	73
21	Anhang I-E Lagerungssysteme von Fahrwegüberbauten.....	75

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersicht der Betriebsanlagen.....	14
Abbildung 2:	Lokales und globales Koordinatensystem	16
Abbildung 3:	Übersicht zu den Einbauräumen der Magnetschnellbahn-spezifischen Fahrwegausrüstung	17
Abbildung 4:	Typen von Fahrwegüberbauten	23
Abbildung 5:	Typen von Fahrwegunterbauten	26
Abbildung 6:	Magnetschnellbahn-spezifische Fahrwegausrüstung	29
Abbildung 7:	Bauarten/Typen von Spurwechseleinrichtungen	53
Abbildung 8:	Maximale Querschnittsabmessungen für Regelfahrwegtyp I (Beispiel).....	68
Abbildung 9:	Maximale Querschnittsabmessungen für Regelfahrwegtyp II (Beispiel).....	69
Abbildung 10:	Maximale Querschnittsabmessungen für Regelfahrwegtyp III (Beispiel).....	70
Abbildung 11:	Anordnung der Magnetschnellbahn-spezifischen Fahrwegausrüstung am Fahrwegträger.....	71
Abbildung 12:	Beispiel eines ausgeführten Statorpaketes.....	72
Abbildung 13:	Beispiel einer 3-phasigen Motorwicklung	72
Abbildung 14:	Beispiel einer diversitär redundanten Statorpaketbefestigung an einem Betonkragarm	73
Abbildung 15:	Beispiel einer diversitär redundanten Statorpaketbefestigung an einem Stahlkragarm.....	74
Abbildung 16:	Beispielhafte Lageranordnung für Ein- und Zweifeldträgersysteme	75

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Verwendete Verbformen	13
------------	-----------------------------	----

4 Allgemeines

4.1 Zweck und Anwendungsbereich

Die vorliegende "Ausführungsgrundlage Fahrweg Teil I - Übergeordnete Anforderungen" enthält die allgemeinen projektunabhängigen Anforderungen an das Teilsystem "Fahrweg" und beschreibt auf Basis der Ausführungsgrundlage Gesamtsystem /MSB AG-GESAMTSYS/ dessen Schnittstellen zu den übrigen Teilsystemen der Magnetschnellbahn.

Die vorliegende Ausführungsgrundlage gilt für eine Magnetschnellbahn gemäß Allgemeinem Magnetschwebbahngesetz /AMbG/.

Die allgemeinen systemtechnischen Anforderungen an den Fahrweg basieren im Wesentlichen auf den Erfahrungen mit bisher erprobten Fahrwegbauweisen. Bei neuartigen Bauweisen ist die uneingeschränkte Einhaltung dieser Anforderungen nachzuweisen oder es sind geeignete mit dem Gesamtsystem kompatible Anforderungen in Abstimmung mit der zuständigen Aufsichtsbehörde vorzugeben.

Der Teil I der Magnetschnellbahn-Ausführungsgrundlagen Fahrweg umfasst:

- (1) die funktionalen Anforderungen;
- (2) die konstruktiven Anforderungen;
- (3) die Anforderungen an die Nachweisführungen;
- (4) die Anforderungen an Handhabung, Transport und Montage;
- (5) die Anforderungen an Qualitätssicherung und Dokumentation.

Der Fahrweg muss nach der MbBO (für die Anwendung in Deutschland) und den sonstigen einschlägigen Vorschriften so beschaffen sein, dass er den Anforderungen an Sicherheit und Ordnung genügt. Diese Anforderungen sind erfüllt, wenn der Fahrweg den Vorschriften der MbBO oder, soweit diese keine entsprechenden Vorschriften enthält, den übertragbaren einschlägigen allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht (siehe hierzu § 3 Absatz (1) der MbBO).

Darüber hinaus muss er die systemspezifischen funktionalen Anforderungen - beschrieben in den Magnetschnellbahn-Ausführungsgrundlagen Fahrweg - erfüllen.

Alle Abweichungen von den Anforderungen der Ausführungsgrundlage Fahrweg bedürfen eines Nachweises der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem und der Zustimmung der zuständigen Aufsichtsbehörde.

4.2 Magnetschnellbahn-Ausführungsgrundlagen

Dieses Dokument ist Bestandteil einer Dokumentation für Magnetschnellbahnen bestehend aus mehreren Ausführungsgrundlagen. Der Dokumentenbaum ist in Abbildung 1 /MSB AG-GESAMTSYS/ dargestellt.

Die übergeordnete Ausführungsgrundlage Gesamtsystem und seine Anlagen gelten einheitlich für die gesamte Dokumentation:

- Magnetschnellbahn-Ausführungsgrundlage Gesamtsystem, Dok.-Nr.: 50630, /MSB AG-GESAMTSYS/, mit seinen Anlagen:
 - Anlage 1: Abkürzungen und Definitionen, Dok.-Nr.: 67536, /MSB AG-ABK&DEF/
 - Anlage 2: Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien, Dok.-Nr.: 67539, /MSB AG-NORM&RILI/

Ausführungsgrundlage

Fahrweg

- Anlage 3: Umweltbedingungen, Dok.-Nr.: 67285, /MSB AG-UMWELT/
- Anlage 4: Regeln für den Betrieb (Fahrbetrieb und Instandhaltung), Dok.-Nr.: 69061, /MSB AG-BTR&IH/
- Anlage 5: Schall, Dok.-Nr.: 72963, /MSB AG-SCHALL/

sowie den nachgeordneten, mitgeltenden Dokumenten:

- Magnetschnellbahn Ausführungsgrundlage Fahrzeug, Teil I: Generelle Anforderungen, Dok.-Nr.: 67698, /MSB AG-FZ GEN/
- Magnetschnellbahn Ausführungsgrundlage Fahrzeug, Teil II: Bemessung, Dok.-Nr.: 67694, /MSB AG-FZ BEM/
- Magnetschnellbahn Ausführungsgrundlage Fahrzeug, Teil III: Kinematische Begrenzungslinie, Dok.-Nr.: 67650, /MSB AG-FZ KIN/
- Magnetschnellbahn Ausführungsgrundlage Fahrzeug, Teil IV: Trag- /Führtechnik, Dok.-Nr.: 73388, /MSB AG-FZ TRAFÜ/
- Magnetschnellbahn Ausführungsgrundlage Fahrzeug, Teil V: Bremstechnik, Dok.-Nr.: 73389, /MSB AG-FZ BREMS/
- Magnetschnellbahn Ausführungsgrundlage Antrieb und Energieversorgung, Dok.-Nr.: 50998, /MSB AG-ANT/
- Magnetschnellbahn Ausführungsgrundlage Betriebsleittechnik, Dok.-Nr.: 53328, /MSB AG-BLT/
- Magnetschnellbahn Ausführungsgrundlage Fahrweg, Teil I: Übergeordnete Anforderungen, Dok.-Nr.: 57284, /MSB AG-FW ÜBG/
- Magnetschnellbahn Ausführungsgrundlage Fahrweg, Teil II: Bemessung, Dok.-Nr.: 57288, /MSB AG-FW BEM/
- Magnetschnellbahn Ausführungsgrundlage Fahrweg, Teil III: Geometrie, Dok.-Nr.: 41727, /MSB AG-FW GEO/
- Magnetschnellbahn Ausführungsgrundlage Fahrweg, Teil IV: Trassierung, Dok.-Nr.: 60640, /MSB AG-FW TRAS/
- Magnetschnellbahn Ausführungsgrundlage Fahrweg, Teil V: Vermessung, Dok.-Nr.: 60641, /MSB AG-FW VERM/
- Magnetschnellbahn Ausführungsgrundlage Fahrweg, Teil VI: Instandhaltung, Dok.-Nr.: 63842, /MSB AG-FW IH/

Nachfolgend sind die Inhalte der Teile I bis VI der Magnetschnellbahn-Ausführungsgrundlage Fahrweg stichpunktartig zusammengefasst:

Teil I Übergeordnete Anforderungen

- (1) Beschreibung der Struktur des Teilsystems Fahrweg und seiner Baugruppen;
- (2) Definition der funktionalen und konstruktiven Anforderungen an die einzelnen Bauteile/Baugruppen;
- (3) Definition der Anforderungen an die Nachweisführung;
- (4) Definition der erforderlichen QS-Maßnahmen;
- (5) Beispielhafte Darstellung systemtechnisch erprobter Ausführungsvarianten;

Ausführungsgrundlage

Teil II Bemessung

- (1) Definition der Einwirkungen auf den Fahrweg (einschl. der Wechselwirkungen Fahrzeug / Fahrweg);
- (2) Definition der Grenzwerte zur Nachweisführung des Fahrwegs (Tragsicherheit, Werkstoffermüdung und Gebrauchstauglichkeit);
- (3) Definition der zulässigen Verformungen;
- (4) Vorgaben zur Nachweisführung;

Teil III Geometrie

- (1) Definition der Soll-Geometrie des Fahrwegs und der zulässigen Abweichungen von der Soll-Geometrie (Toleranzen in Form von Versätzen, Neigungsänderungen und Spalte der Funktionsebenen);
- (2) Definition der Messpunkte für die Vermessung der Funktionsebenen;

Teil IV Trassierung

- (1) Vorgaben zur Trassierung des Fahrweges;
- (2) Definition der zulässigen Trassierungselemente und der Trassierungsparameter;

Teil V Vermessung

- (1) Beschreibung der Nutzung vorhandener Koordinatensysteme;
- (2) Anforderungen an das Magnetschnellbahn-Koordinaten-System;
- (3) Anforderungen an Messverfahren;

Teil VI Instandhaltung

- (1) Allgemeine Anforderungen an die Fahrweginstandhaltung;
- (2) Grundlegende Anforderungen an die Abläufe von Instandhaltungsvorgängen;
- (3) Grundlegende Anforderungen an Erstellung und Inhalt von Instandhaltungsprogrammen der Fahrwegbaugruppen (inkl. Anforderungen an Instandhaltungspersonal);
- (4) Definition der Anforderungen an fahrweggebundene Sonderfahrzeuge;

4.3 Abkürzungen und Definitionen

Es gelten die in /MSB AG-ABK&DEF/ angegebenen Abkürzungen und Definitionen.

4.4 Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien

Die in /MSB AG-NORM&RILI/ aufgeführten normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in den Magnetschnellbahn-Ausführungsgrundlagen zum Bestandteil der Magnetschnellbahn-Ausführungsgrundlagen werden.

Bei datierten normativen Dokumenten in /MSB AG-NORM&RILI/ gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments.

Der Stand der in einem Magnetschnellbahn-Projekt zu berücksichtigenden Normen und Richtlinien muss projektspezifisch verbindlich festgelegt werden.

4.5 Kennzeichnung und Verbindlichkeit von Anforderungen

Bei der Erstellung des vorliegenden Dokuments wurden die Regelungen gemäß /DIN 820/ im Wesentlichen angewendet.

In den nachfolgenden Kapiteln und in den Anlagen dieses Dokuments sind

- Anforderungen in Standard-Schrift
- Erläuterungen, Richtwerte und Beispiele in *Kursiv*-Schrift

gekennzeichnet.

Der Verbindlichkeitsgrad der Anforderungen wurde in Anlehnung an /DIN 820/, Teil 2, Anhang G festgelegt und in der Formulierung der Anforderungen jeweils berücksichtigt.

In Tabelle 1 sind die hierfür verwendeten Verbformen aus /DIN 820/, Tabellen G1 bis G4 dargestellt. Ergänzend wurde die zusätzliche Verbform „soll“ / „soll nicht“ eingeführt.

Bedeutung	Verbform	Umschreibung (Anwendung nur in Ausnahmefällen)	Anwendung
Anforderung: Gebot	muss	ist zu... ist erforderlich es ist erforderlich, dass ... hat zu lediglich ... zulässig es ist notwendig	... für Anforderungen, die verbindlich, d.h. ohne Abweichung eingehalten werden müssen.
Anforderung: Verbot	darf nicht	ist nicht zulässig, [erlaubt], [gestattet] es ist unzulässig ist nicht zu es hat nicht zu	
Anforderung: geringfügig eingeschränk- tes Gebot	soll		Die Anforderung ist zunächst verbindlich. In begründeten Ausnahmefällen kann jedoch abgewichen werden. Notwendige Abweichungen in Einzelfällen sind vom Anwender aktenkundig zu begründen und es muss der Nachweis der gleichen Sicherheit sowie der Nachweis der Systemverträglichkeit erbracht werden.
Anforderung: geringfügig eingeschränk- tes Verbot	soll nicht		
Empfehlung	sollte	es wird empfohlen, dass ... ist in der Regel ...	wenn von mehreren Möglichkeiten eine besonders empfohlen wird, ohne andere Möglichkeiten zu erwähnen oder auszuschließen, oder wenn (in

Ausführungsgrundlage

Fahrweg

	sollte nicht	wird nicht empfohlen sollte vermieden werden	negativer Form) von einer bestimmten Möglichkeit abgeraten wird, diese jedoch nicht verboten ist.
Zulässigkeit	darf	ist zugelassen ist zulässig ... auch um eine zulässige Handlung anzugeben.
	braucht nicht ... zu ...	ist nicht erforderlich keine ... nötig	
Möglichkeit	kann	vermag es ist möglich, dass ... lässt sich ... in der Lage (sein), zu zur Angabe von Möglichkeiten und Vermögen.
	kann nicht	vermag nicht es ist nicht möglich, dass lässt sich nicht ...	

Tabelle 1: Verwendete Verbformen

5 Betriebsanlagen

Die ortsfesten Anlagen der Magnetschnellbahn werden als Betriebsanlagen bezeichnet. Sie umfassen den Fahrweg sowie die sonstigen baulichen Anlagen und die ortsfesten Einrichtungen wie z.B. Unterwerke und Stationen.

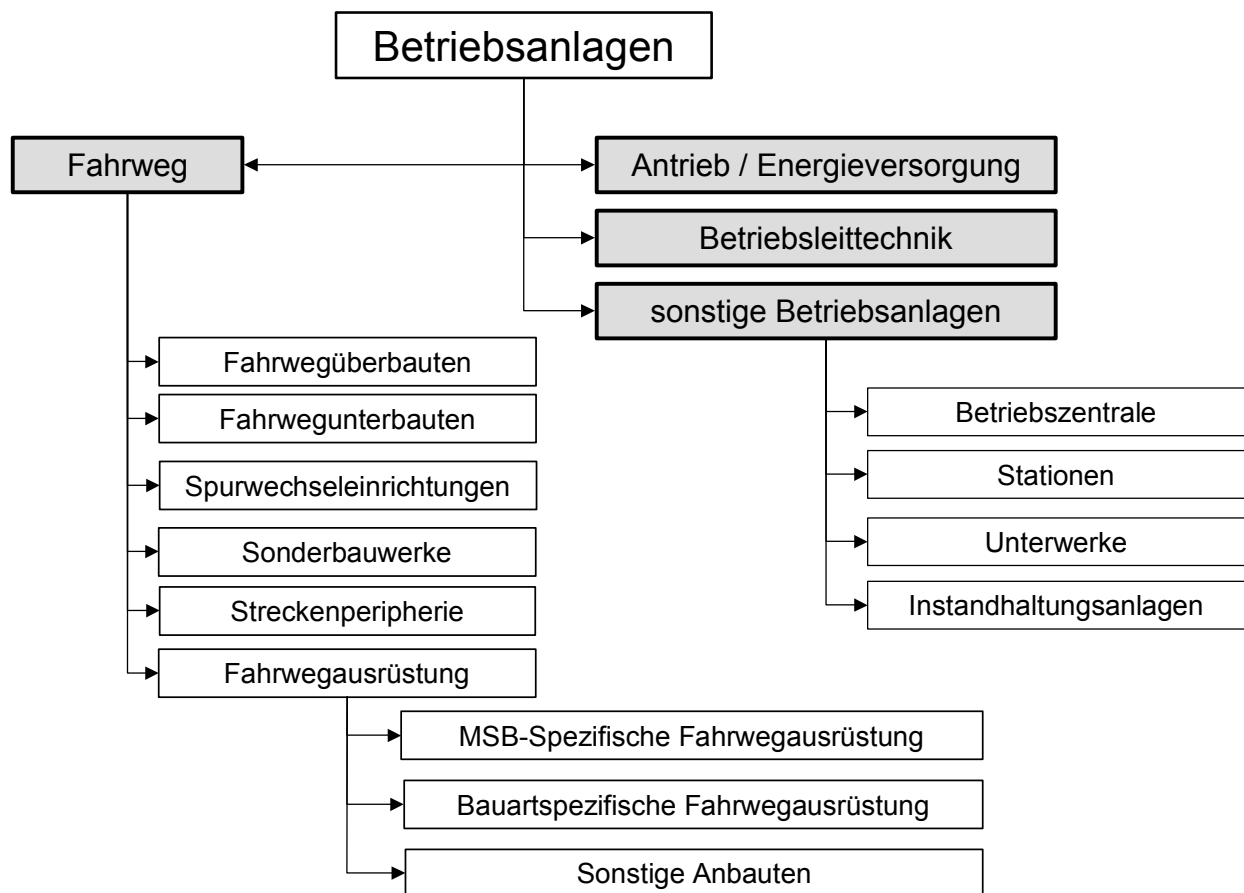


Abbildung 1: Übersicht der Betriebsanlagen

6 Übergeordnete Anforderungen

6.1 Allgemeines

Nachfolgend werden die für alle Baugruppen und Bauteile des Fahrwegs für das MSB-System übergeordnet gültigen Anforderungen definiert. Die übergeordneten Elemente des Fahrwegs als Teil der Betriebsanlagen sind aus Abbildung 1 ersichtlich.

6.2 Funktionale Anforderungen

Die für alle Bauteile/Baugruppen des Fahrwegs übergeordnet zutreffenden funktionalen Anforderungen sind:

- (1) Der Fahrweg muss alle aus dem Betrieb und der Umwelt resultierenden Einwirkungen zuverlässig aufnehmen und in den Baugrund einleiten.
- (2) Es sollen im MSB-Betrieb nur erprobte Bauteile/Baugruppen verwendet werden. Andernfalls ist die Kompatibilität zum Gesamtsystem nachzuweisen.
- (3) Der Fahrweg muss zuverlässig die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit während der geforderten Nutzungsdauer unter den spezifizierten Randbedingungen einhalten. Die Nutzungsdauer ist projektspezifisch festzulegen. Als Richtwert kann von 80 Jahren ausgegangen werden.
- (4) Der spontane Ausfall des Fahrwegs und/oder seiner Elemente ist auszuschließen.
- (5) Die Konstruktionen sollen fehlertolerant und fehleroffenbarend oder redundant und fehleroffenbarend ausgebildet werden.
- (6) Freiraumverletzungen durch Versagen/Ausfall eines Bauteils oder einer Baugruppe (Bruch, unzulässige Verformung) und damit der Verlust der Funktionalität sind auszuschließen.
- (7) Verformungs-, Neigungs- und/oder Versatzänderungen in den Funktionsebenen als Folge von Ausfällen (z.B. von Befestigungselementen) müssen durch betriebsbegleitende Prüfungen erkennbar sein, bevor die zulässigen Verformungen, Neigungen und/oder Versätze überschritten werden.

6.3 Konstruktive Anforderungen

Die bei der Auslegung und Ausführung aller Bauteile/Baugruppen des Fahrwegs zu berücksichtigenden übergeordneten konstruktiven Anforderungen sind:

- (1) Sämtliche Bauteile/Baugruppen sind so auszuführen, dass sie den spezifizierten Beanspruchungen bei den projektspezifischen Umweltbedingungen während der gesamten Nutzungsdauer der einzelnen Baugruppen / Bauteile zuverlässig und sicher standhalten.
- (2) Der Fahrweg ist so zu konstruieren, dass die Funktionsebenen unter gleichzeitigem Einfluss der Einwirkungen aus dem Fahrzeug und der Umwelt keine unzulässigen Abweichungen vom Verlauf der Raumkurve aufweisen.
- (3) Der Fahrbetrieb darf durch mögliche Schwingungen des Fahrwegs - bestimmt durch die dynamischen Eigenschaften (Steifigkeit, Massenbelegung, Dämpfung) - nicht unzulässig beeinträchtigt werden.
- (4) Anforderungen aus der Umwelt sind projektspezifisch in Abstimmung mit der zuständigen Aufsichtsbehörde zu berücksichtigen. Hierzu gehören u.a. Einwirkungen aus Wind, Temperatur, Niederschlägen, Eis und Erdbeben.
- (5) Alle Bauteile/Baugruppen des Fahrwegs sind so zu konstruieren, dass umweltrelevante Emissionen die zulässigen Werte (siehe einschlägige Vorschriften und Gesetzgebung einschl. MbB0) nicht überschreiten. Wenn zulässige Immissionsgrenzwerte entlang einer Trasse nicht eingehalten werden können, sind zusätzliche Maßnahmen durchzuführen.

Ausführungsgrundlage

Fahrweg

- (6) Die Eignung der vorgesehenen Materialien und Herstellungsverfahren ist durch entsprechende Untersuchungen und/oder Zeugnisse/Bescheinigungen/Zulassungsbescheide zu belegen.
- (7) Bei Einsatz des Fahrweges in Tunneln und geschlossenen Räumen sind bei der Wahl der Materialien die aktuellen Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an Fahrwege in Tunneln oder in geschlossenen Räumen zu beachten. Die Anforderungen im Einzelnen sind projektspezifisch festzulegen.
- (8) Die Lage des Fahrweges ist definiert durch die im Rahmen der projektspezifischen Trassierung festgelegten Raumkurven der einzelnen Fahrspuren und die zugehörigen Angaben der Fahrwegquerneigung α . Die für die Lage dieser Raumkurven und der Ausführung (Herstellung und Montage) des Fahrweges definierten Fahrwegkoordinatensysteme (lokal und global) sind in Abbildung 2 dargestellt. Das lokale Koordinatensystem (Trägerfertigungskoordinatensystem) wird in der Ausführungsgrundlage Fahrweg Teil III "Geometrie" /MSB AG-FW GEO/ erläutert. Das globale Koordinatensystem (Magnetschnellbahnkoordinatensystem) wird in der Ausführungsgrundlage Fahrweg Teil V "Vermessung" /MSB AG-FW VERM/ erläutert.
- (9) Die Nummerierung der Bauteile/Baugruppen des Fahrwegs und sonstige relevante Details (Lageranordnung, Typ, etc) sind in die Instandhaltungsdokumentation und das Bauwerksverzeichnis zu übernehmen.
- (10) Die Instandhaltung des Fahrwegs und speziell der Fahrwegüberbauten und der Fahrwegausrüstung muss von der Fahrwegoberseite (z.B. mittels Sonderfahrzeugen) aus möglich sein. Die Konstruktion des Fahrwegs soll wartungsfrei und instandsetzungsarm sein und eine weitestgehend automatisierte Inspektion ermöglichen.

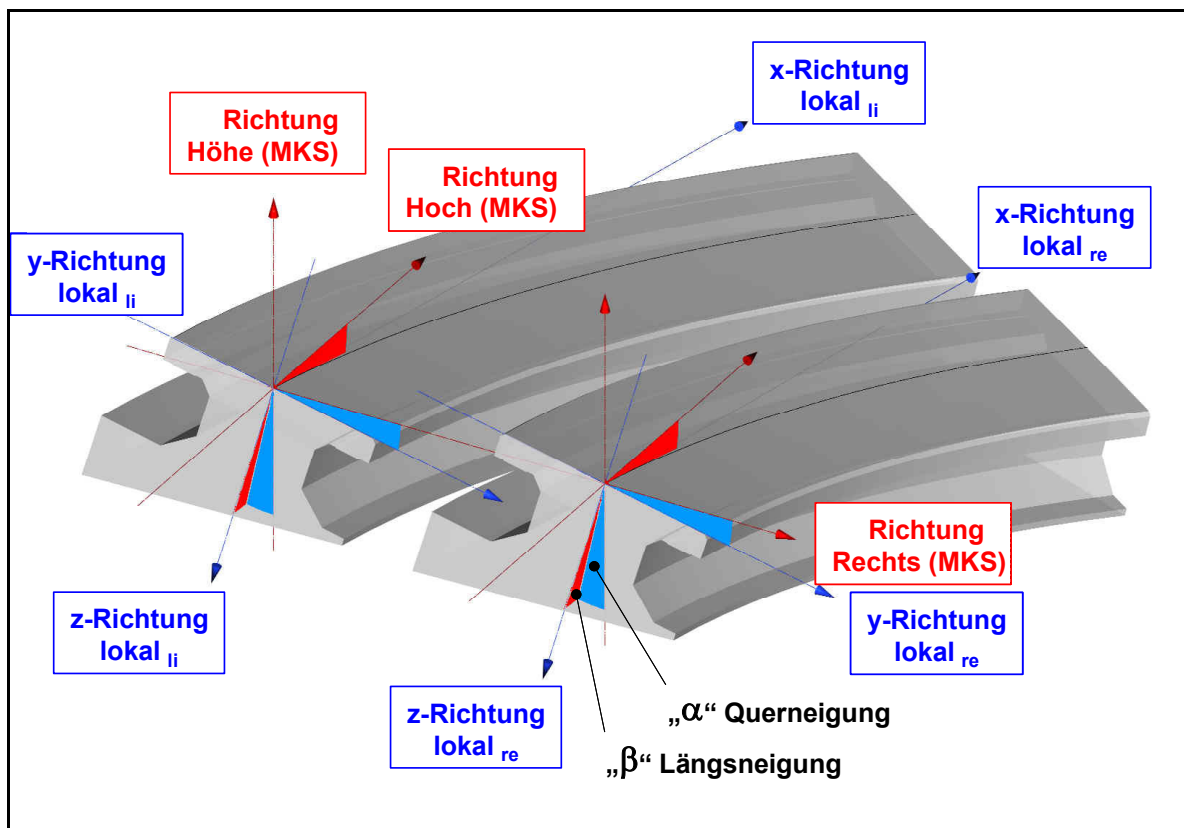


Abbildung 2: Lokales und globales Koordinatensystem

- (11) Der Lichtraum (die Lichtraumumgrenzung, die kinematische Fahrzeugbegrenzung, die Grenzlinie zu festen Einbauten und der Spurmittenabstand) ist übergeordnet in /MSB AG-GESAMTSYS/ definiert.

Ausführungsgrundlage

Fahrweg

Abweichungen hiervon sind ggf. durch die zuständigen Aufsichtsbehörde zu genehmigen. Die Einbau-räume der Fahrwegausrüstung sind in /MSB AG-GESAMTSYS/ definiert.

- (12) Die Einbau-räume der Magnetschnellbahn-spezifischen Fahrwegausrüstung sind in der nachfolgenden Abbildung 3 dargestellt. Die Abmessungen der Einbau-räume sind in /MSB AG-FW GEO/ auf Basis von /MSB AG-GESAMTSYS/ festgelegt.
- (13) Die im Anhang für Regelfahrwegtypen als Richtmaße angegebenen maximalen Abmessungen der Fahrwegüberbauten sollen eingehalten werden.

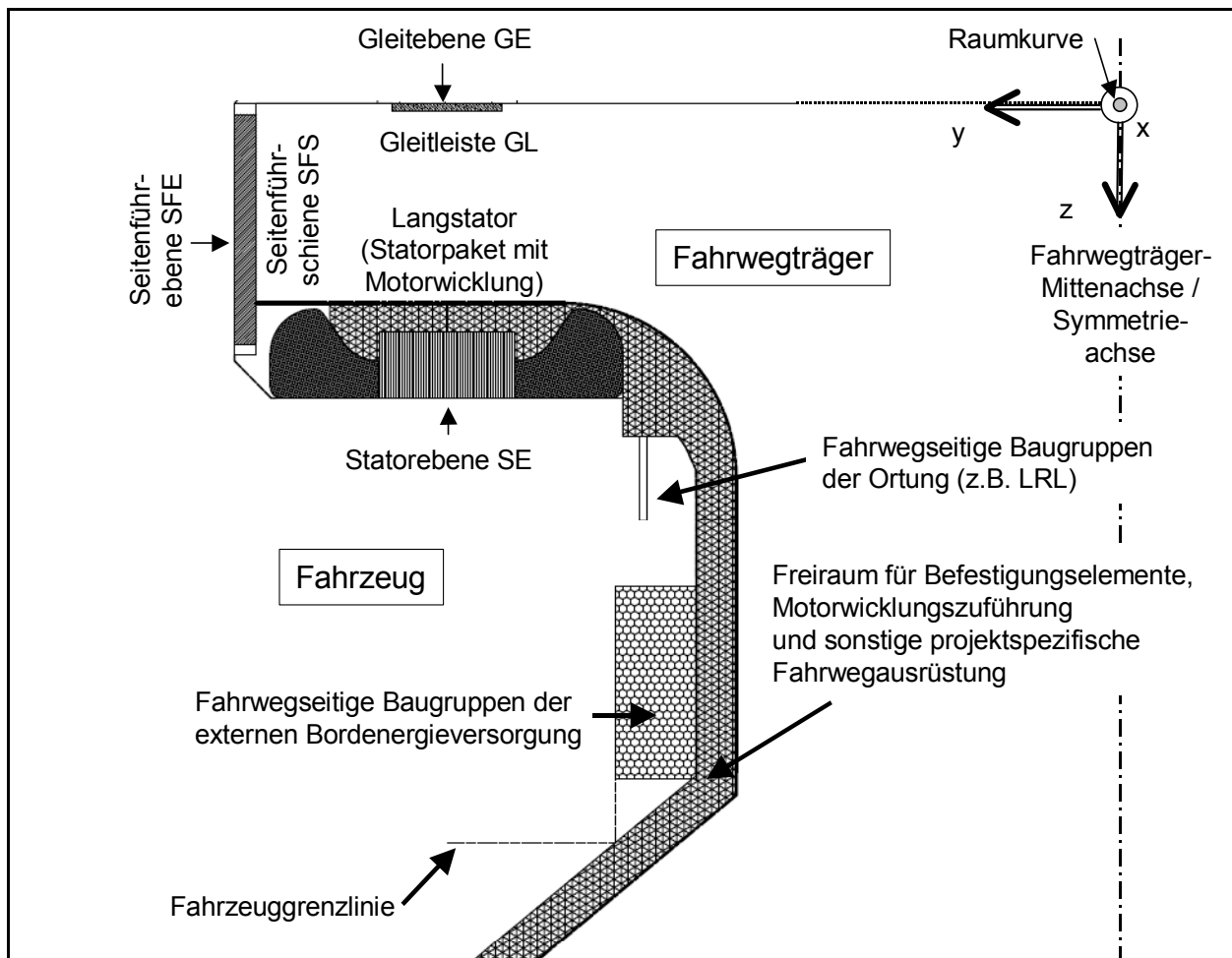


Abbildung 3: Übersicht zu den Einbau-räumen der Magnetschnellbahn-spezifischen Fahrwegausrüstung

- (14) Die Systemlängen von Fahrwegüberbauten sind abzuleiten aus dem Abstand der einzelnen Phasen der Motorwicklung von 86 mm, der sich aus der Polteilung des Langstatormotors von 258 mm ($3 \cdot 86$ mm) ergibt, und der daraus beispielhaft entstandenen Systemlänge eines Standard-Statorpaketes von 1032 mm aus $12 \cdot 86$ mm ($n \cdot 86$ mm).

Daraus ergeben sich beispielhaft folgende mögliche Regelsystemfeldlängen (vgl. Abbildung 8, Abbildung 9, Abbildung 10) der Fahrwegüberbauten:

- Fahrwegtyp I: $n \cdot 24,768$ m bzw. $n \cdot 30,960$ m (24 bzw. $30 \cdot 1,032$ m);
- Fahrwegtyp II: $n \cdot 12,384$ m ($12 \cdot 1,032$ m);

Ausführungsgrundlage

Fahrweg

- *Fahrwegtyp III:* 6,192 m (6 · 1,032 m);
(mit $n = 1$ für Einfeldträger und $n \geq 2$ für Zwei- und Mehrfeldträger)

(15) Die Systemlängen müssen sich auf die Raumkurve beziehen. Bei Fahrwegen in Kurven, Kuppen und Wannen sind abweichende Längen, die sich geometriebedingt an den Funktionsebenen ergeben /MSB AG-FW GEO/ und /MSB AG-FW TRA/, zu berücksichtigen.

(16) Ein Fahrweg, dessen Gradienten mindestens 3,5 m über dem Gelände liegt, ist als "aufgeständerter Fahrweg" zu bezeichnen.

Für diesen Fahrweg wird in der Regel Fahrwegtyp I verwendet.

(17) Ein Fahrweg, dessen Gradienten zwischen 1,25 m und 3,50 m über Gelände liegt, wird als "ebenerdiger Fahrweg" bezeichnet.

Für diesen Fahrweg wird in der Regel Fahrwegtyp II oder III verwendet. Die minimale Gradientenhöhe des ebenerdigen Fahrwegs ist abhängig von der vorhandenen Querneigung, dem Einbaubereich und projektspezifischen Randbedingungen (z.B. mögliche Schneeansammlungen).

6.4 Nachweisführung

Die nachfolgenden Anforderungen an die Nachweisführung gelten übergeordnet für alle Bauteile/Baugruppen des Fahrwegs:

- (1) Basis für die Nachweisführung der baulichen Anlagen sind die im Eurocode EN 1990 und in DIN 1055-100 zusammengestellten "Grundlagen der Tragwerksplanung".
- (2) Basis für die Nachweisführung elektrischer Bauteile und Baugruppen sind DIN VDE 0100 und DIN VDE 0101.
- (3) Die in der "Eisenbahnspezifischen Liste Technischer Baubestimmungen (ELTB)" des Eisenbahn Bundesamtes enthaltenen Anmerkungen sind zu berücksichtigen.
- (4) Für alle Bauteile und Baugruppen des Fahrweges ist die Nachweisführung unter Berücksichtigung der in /MSB AG-FW BEM/ spezifizierten Einwirkungen aus Umwelt und Betrieb, der zusätzlichen projektspezifischen Randbedingungen (Nutzungsdauer, Betriebsparameter usw.) sowie unter Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik mit Hilfe folgender Methodik durchzuführen:
 - theoretische Nachweisführung (Berechnungen);
 - versuchstechnische Nachweisführung (Beanspruchungsmessungen/Prüfstandsversuche).
- (5) Falls in vorhandenen Vorschriften (z.B. Ausführungsgrundlagen Fahrweg, Normen, Richtlinien usw.) nicht geregelt, sind Verfahren zur Nachweisführung und deren Parameter zu ermitteln und mit der zuständigen Aufsichtsbehörde abzustimmen.
- (6) Bei der Nachweisführung projektunabhängiger typisierter Bauteile/ Baugruppen sind die Anforderungen der Magnetschnellbahn-Ausführungsgrundlagen einzuhalten. Wenn diese Anforderungen in begründeten Ausnahmefällen nicht eingehalten werden können, so ist ein Nachweis gleicher Sicherheit und der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit zu führen.
- (7) Besonderes zu beachten ist bei der Nachweisführung des Fahrweges die aus dem Fahrzeug resultierende dynamische Anregung des Fahrweges (siehe /MSB AG-FW BEM/).
- (8) Die Umweltbeständigkeit und weitere Eigenschaften wie z.B. Auswirkungen auf Aerodynamik, Auswirkungen auf den Schall usw. sind zu verifizieren.
- (9) Mögliche zeitabhängige Einflüsse (z.B. Setzungen von Korrosionsschutzbeschichtungen bei vorgespannten Schraubverbindungen, Kriechen von verspannten Elementen) sind bei der Nachweisführung auf der sicheren Seite liegend zu berücksichtigen.
- (10) Bei Bauteilen/Baugruppen, für die keine zuverlässigen Grenzwerte der Beanspruchbarkeiten vorliegen, sind diese durch Prüfstandsversuche (z.B. Bauteilversuche, Werkstoffversuche) zu ermitteln.
- (11) Nicht erprobte Bauweisen, Bauteile/Baugruppen dürfen erst nach Prüfung und der Qualifikation in einem Testbetrieb unter anwendungsnahen Randbedingungen für den kommerziellen Betrieb eingesetzt werden.
- (12) Bei nicht erprobten Materialien, Bauweisen, Bauteile/Baugruppen, bzw. nicht erprobten Kombinationen derselben ist der Nachweis der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem zu erbringen.
- (13) Die durch theoretische Untersuchungen ermittelten maßgebenden Beanspruchungen und Beanspruchungskollektive sollen durch Messungen nachvollziehbar verifiziert werden.
- (14) Die in der Nachweisführung verwendeten theoretischen Annahmen, insbesondere die ggf. im Testbetrieb noch nicht nachgewiesenen Einwirkungen, sind im Rahmen der Inbetriebnahme durch Messungen zu verifizieren.

Ausführungsgrundlage

Fahrweg

-
- (15) Das Sicherheitsniveau des Fahrwegs soll mindestens dem Sicherheitsniveau vergleichbarer spurgeführter öffentlicher Verkehrssysteme entsprechen.
- (16) Projektspezifisch können aus der auf Basis der DIN EN 50126 erstellten projektspezifischen Risikoanalyse weitergehende sicherheitsrelevante Anforderungen an den Fahrweg und seine Bauteile/Baugruppen resultieren.
- (17) Bei der Nachweisführung sind alle Bauteile/Baugruppen des Fahrwegs im Hinblick auf das Ausfallfolgeverhalten zu untersuchen (z.B. durch eine FMEA).
- (18) Ein Ausfall von Bauteilen/Baugruppen ist unter Berücksichtigung der Ausfallfolgen und der Wirtschaftlichkeit mit ausreichender Zuverlässigkeit auszuschließen.
Für ausfallsichere Konstruktionen (Fehlerrückmeldung) sind in der Regel zusätzlich nachfolgende Anforderungen an die Nachweisführung zu berücksichtigen:
- Die durch theoretische Untersuchungen ermittelten maßgebenden Beanspruchungen und in der Nachweisführung angesetzten Beanspruchungskollektive sind vor Aufnahme des kommerziellen Betriebs versuchstechnisch zu verifizieren.
 - Eigenschaften, welche für die Funktion der Bauteile/Baugruppen entscheidend sind (z.B. Werkstoff, Rissfreiheit, Festigkeit, Einhaltung bestimmter Abmessungen, Vorspannung von Schrauben) müssen als kritische Merkmale bekannt sein. Für diese Merkmale ist eine vom Umfang her an die Wichtigkeit des Bauteils angepasste Prüfung durchzuführen.
- (19) Fehlertolerante Konstruktionen können durch eine robuste Ausführung erzielt werden, d.h. zum Beispiel:
- Bauteile/Baugruppen versagen nicht schlagartig und/oder kündigen den Verlust eines ausreichenden Tragwiderstandes durch "große"/rechtzeitig erkennbare Verformungen oder Rissbildung an.
- (20) Fehlertolerante Konstruktionen können durch Fehlereffektanalysen (Ausfallverhalten bei Bauteilversagen) nachgewiesen werden, zum Beispiel:
- Bei einem theoretisch anzunehmenden (z.B. schlagartigen) Ausfall eines Bauteiles ist nachzuweisen, dass durch Lastumlagerung die Tragfähigkeit und die Gebrauchstauglichkeit aller im Kraftfluss liegenden Bauteile und Baugruppen während der restlichen Nutzungsdauer bzw. während der Dauer bis zur Instandsetzung zuverlässig erhalten bleiben.
 - Die Lastumlagerung kann dabei durch diversitäre oder homogene redundante Lastpfade erfolgen. Es ist zulässig, dass die Kräfte bei Ausfall eines Bauteiles über Lastpfade weitergeleitet werden, die auch bei intaktem Zustand betrieblich beansprucht werden ("heiße" Redundanz).
 - Bei redundanten Lastpfaden, die im intakten Zustand nicht direkt betrieblich beansprucht werden ("kalte" Redundanz), sind in diesem Zustand nur die Einwirkungen aus der Umwelt und die indirekten Einwirkungen aus dem Betrieb (z.B. Trägerschwingungen) zu berücksichtigen.
 - Die nachzuweisenden Ausfallsituationen sind in Abstimmung mit der zuständigen Aufsichtsbehörde für alle betroffenen Bauteile/Baugruppen unter Berücksichtigung der Instandhaltung (Ausfallerkennbarkeit, Inspektionsintervalle usw.) festzulegen.
 - Im Falle einer zuverlässigen Fehleroffenbarung ist für ein projektspezifisches Nutzungsprofil eine betriebsfeste Auslegung der bei der jeweils zu berücksichtigenden Ausfallsitu-

tion im Kraftfluss liegenden Bauteile/Baugruppen mit Angabe der zulässigen Lastwechsel (Fahrzeugüberfahrten) ausreichend. Die zuverlässige Fehleroffenbarung/-erkennung im Rahmen der Fahrweginstandhaltung ist nachzuweisen.

- (21) Die im Hinblick auf die geforderte Qualität der Bauteile/Baugruppen zu erfüllenden Anforderungen sind vollständig und eindeutig zu definieren.
- (22) Wenn die Beurteilungsmethoden zur Überprüfung der geforderten Qualität der Bauteile/Baugruppen nicht bereits in zutreffenden vorhandenen Normen usw. vorgegeben sind, so sind sie in Abstimmung mit der zuständigen Aufsichtsbehörde festzulegen. Die Beurteilungsmethoden sind bei der Beurteilung nachweislich anzuwenden.
- (23) Die Herstellung/Montage ist so durchzuführen, dass die der Nachweisführung zugrunde gelegten Randbedingungen nachweislich eingehalten werden. Hierzu sind Herstellungs-/Montageanweisungen zu erstellen, in denen die anzuwendenden Verfahren und Werkzeuge, alle einzuhaltenden Werte der Parameter und die Angaben der zulässigen Toleranzen der Parameter festzulegen sind.
- (24) Die korrekte Lage der Magnetschnellbahn-spezifischen Fahrwegausrüstung des Fahrwegs ist vor Inbetriebnahme des Fahrwegs durch eine Freiraumüberprüfung und eine Überprüfung der lang- und kurzweiligen Abweichungen und der Versätze nachzuweisen.
- (25) Die Einhaltung der nachfolgenden allgemeinen Forderungen sind darüber hinaus die Voraussetzung dafür, dass die erforderliche Zuverlässigkeit und Gebrauchstauglichkeit des Fahrwegs erreicht werden können:
 - Für Entwicklung, Konstruktion und Nachweisführung sind qualifizierte Personen beauftragt.
 - Die Ausführung erfolgt durch sorgfältig ausgebildetes und qualifiziertes Personal.
 - In den Herstellwerken, den Produktionsstätten und auf der Baustelle ist eine sachgerechte Aufsicht und Überwachung sichergestellt.
 - Der Fahrweg wird den Planungsannahmen entsprechend genutzt.
 - Die Fahrwegelemente werden sachgerecht instand gehalten. Voraussetzung hierfür ist ein vom Hersteller zu erstellendes Instandhaltungsprogramm.

6.5 Handhabung, Transport und Montage

Die Hersteller sollen für alle Fahrwegelemente detaillierte Anweisungen für die Handhabung, den Transport, die Montage und Demontage erstellen. Diese müssen die spezifischen Randbedingungen (Auslegung, Einwirkungen infolge Transport usw.) berücksichtigen.

Bei bewährten untergeordneten Bauteilen/Baugruppen kann auf die Erstellung detaillierter Anweisungen für die Handhabung, den Transport, die Montage und die Demontage verzichtet werden.

Alle Herstellungs-/Montagevorgänge sind als Bestandteil der Nachweisführung zu dokumentieren.

6.6 Allgemeine Anforderungen an die Instandhaltbarkeit

Folgende grundlegende Anforderungen an die Instandhaltbarkeit von Bauteilen und Baugruppen des Fahrwegs sind einzuhalten:

Ausführungsgrundlage

Fahrweg

Alle Baugruppen und Bauteile des Fahrweges sind so auszubilden, dass der Instandhaltungsaufwand minimiert wird. Dafür sind fehlertolerante, robuste und möglichst redundante Konstruktionen zu bevorzugen.

- (1) Die Baugruppen und Bauteile des Fahrweges sollen wartungsfrei und instandsetzungsarm ausgeführt werden.
- (2) Die Wartung ist nur vorzusehen wenn sie unvermeidlich ist (z.B. bei beweglichen Teilen der Spurwechseleinrichtungen) oder wenn die Wartung im Vergleich zu Inspektion / Instandsetzung wirtschaftliche und / oder betriebliche Vorteile aufweist.
- (3) Bereits bei der Konstruktion von Baugruppen und Bauteilen des Fahrweges sind hinsichtlich der Instandhaltung die Anforderungen aus Kapitel 5.3.3 in /MSB AG-GESAMTSYS/ und /MSB AG-BTR&IH/ zu berücksichtigen.
- (4) Schäden müssen sich so offenbaren, dass sie durch entsprechende Inspektionsverfahren zuverlässig erkannt werden können.
- (5) Ausfälle von Bauteilen/Baugruppen müssen unter Berücksichtigung der individuellen Konstruktion im Rahmen von Überwachungsmaßnahmen gemäß /MSB AG-BTR&IH/ zuverlässig erkennbar und der Normalzustand durch Instandsetzungsmaßnahmen wiederherstellbar sein.
- (6) Der Ausfall eines einzelnen Bauteils oder einer einzelnen Baugruppe darf nicht zu Behinderungen oder zu der Einstellung des Fahrbetriebes führen.

Hinweis: Beim nicht völlig auszuschließenden Fall des Austausches ganzer Fahrwegträger ist eine Einschränkung des Fahrbetriebes möglich.

- (7) Wichtiges Ziel der Fahrwegentwicklung und -herstellung ist die Verringerung, im Idealfall Vermeidung von Instandsetzungsmaßnahmen.
- (8) Durch sorgfältige, mängel- und fehlerfreie Herstellung (mit Unterstützung durch ein Qualitätssicherungssystem) ist eine hohe Qualität des Fahrweges zu erreichen.
- (9) Alle Baugruppen und Bauteile sind unter Berücksichtigung der Einwirkungen aus Betrieb und Umwelt für die jeweils geplante Nutzungsdauer betriebsfest auszulegen.
- (10) Konstruktive Ausbildungen, die eine betriebsbegleitende, weitgehend automatisierte Inspektion ermöglichen, sind zu bevorzugen.
- (11) Ist die direkte Erkennung eines Ausfalls nicht gegeben, so ist nachzuweisen, dass sich ein möglicher Fehler indirekt (z.B. durch Versatzänderungen an den Funktionsebenen) nachweisen lässt, bevor ein unzulässiger Zustand entsteht.
- (12) Die Baugruppen und Bauteile des Fahrweges sind so zu realisieren, dass eine aufwandsarme Inspektion möglich ist.
- (13) Baugruppen und Bauteile sind so zu kennzeichnen, dass eine eindeutige Zuordnung im Rahmen der Auswertung automatischer Inspektionsverfahren möglich ist und Arbeitsaufträge eindeutig erfolgen können.
- (14) Der für die Instandhaltung zur Verfügung stehende Zeitraum ist projektspezifisch zu definieren.

7 Fahrwegüberbauten

7.1 Allgemeines

Die Fahrwegüberbauten bilden die Fahrspuren des Fahrweges. Die Untergliederung der Fahrwegüberbauten ist in Abbildung 4 dargestellt.

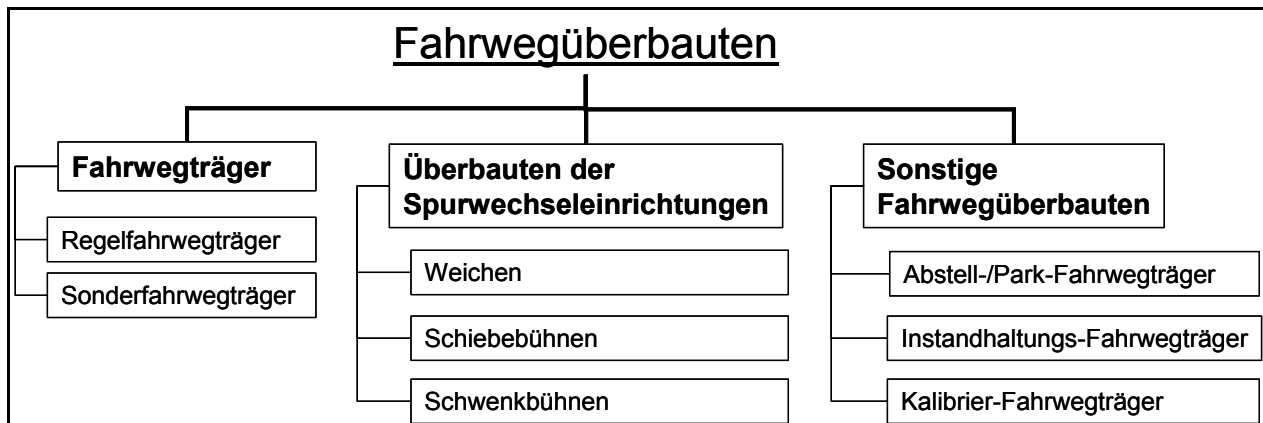


Abbildung 4: Typen von Fahrwegüberbauten

- (1) Bei der Planung von Magnetschnellbahn-Strecken soll mit folgenden Regelfahrwegträger-Typen (vgl. Abbildung 8, Abbildung 9, Abbildung 10) gearbeitet werden:
 - Fahrwegträgertyp I: Ein- /Mehrfeldträger mit Systemlängen von $> \approx 16$ m;
 - Fahrwegträgertyp II: Ein- /Mehrfeldträger mit Systemlängen von $\leq \approx 16$ m;
 - Fahrwegträgertyp III: Mehrfeldplatten mit geringen Systemlängen von z.B. ≈ 6 m;
- (2) Die Festlegung des jeweiligen Regelfahrwegträgertyps und der Systemlänge erfolgt projektspezifisch.
- (3) Die Fahrwegträgertypen I und II sind in der Regel diskret auf Stützen mit Einzelfundamenten gelagert. Die Auflagerungskräfte des Fahrwegträgertyps III werden in der Regel über Streifenfundamente in den Baugrund weitergeleitet.
- (4) Für die Fahrwegträger sind folgende „Bauweisen“ gegenwärtig erprobt:
 - Betonbauweise (Betonträger/-platte mit integrierten (Beton-)Kragarmen);
 - Stahlbauweise (Stahlträger/-platte mit integrierten (Stahl-)Kragarmen);
 - Hybridbauweise (Betonträger/-platten mit daran befestigten Modulen aus Stahl als Kragarme).

Darüber hinaus sind jedoch auch weitere Bauweisen, wie z.B. die Verbundbauweise möglich.
- (5) Mögliche „Bauarten“ beziehen sich auf die konstruktive Ausführung der Fahrwegüberbauten (\Rightarrow bauartspezifisch).

7.2 Funktionale Anforderungen

Die maßgebenden funktionalen Anforderungen an die Fahrwegüberbauten sind:

- (1) zuverlässige Aufnahme der Einwirkungen aus Betrieb und Umwelt und Weiterleitung in die Fahrwegunterbauten;
- (2) zuverlässige Aufnahme der MSB - spezifischen Fahrwegausrüstung;
- (3) zuverlässige Aufnahme der sonstigen bauart- und bauweisenabhängigen Fahrwegausrüstung;
- (4) Gewährleistung der erforderlichen Lagegenauigkeit der MSB - spezifischen Fahrwegausrüstung (Toleranzen und Verformungen).

7.3 Konstruktive Anforderungen

Die konstruktiven Anforderungen an die Fahrwegüberbauten sind:

- (1) Der Querschnitt der Fahrwegüberbauten soll die Vorgaben aus Abbildung 3, Abbildung 8, Abbildung 9 und Abbildung 10 sowie die definierten Einbauträume der systemtechnischen Fahrwegausrüstung gemäß /MSB AG-FW GEO/ einhalten, wobei alle Anschlüsse der Fahrwegausrüstung entsprechend deren konstruktiver Auslegung zugänglich und instandhaltbar sein sollen.
- (2) Die in Abbildung 3, Abbildung 8, Abbildung 9 und Abbildung 10 dargestellten Querschnitte dürfen überschritten werden, wenn die Kompatibilität zum Gesamtsystem nachgewiesen wird. Die angegebenen Trägerlängen sind nur beispielhaft (vgl. Kapitel 6.3 (14)).
- (3) Die Wahl der Materialien (inkl. Korrosionsschutz) ist unter Berücksichtigung der geforderten Nutzungsdauer entsprechend dem Stand der Technik zu treffen.
- (4) Durch eine optimierte Querschnitts- und Oberflächengestaltung sollen der Instandhaltungsaufwand und ungünstige akustische Auswirkungen (Schallemissionen) minimiert werden.
- (5) Zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit und zur Minimierung des Instandhaltungsaufwandes sind die allgemeinen Anforderungen an den konstruktiven Korrosionsschutz zu beachten.
- (6) Eine einfache Zugänglichkeit aller tragenden Bauteile zur Instandhaltung soll gewährleistet werden.
- (7) Hohlkästen/Hohlräume sollen so gestaltet werden, dass eine Inspektion im Inneren dieser Hohlkästen/Hohlräume nicht erforderlich wird (z.B. geschlossene Stahlhohlkastenträger).
- (8) Die Entwässerung der Oberseite der Fahrwegüberbauten soll so gestaltet werden, dass das gesamte Niederschlagswasser von der Fahrwegoberseite ablaufen kann. Eine Entwässerung über die Seitenführschiene ist zulässig. In geraden Fahrwegbereichen sollte eine Fahrwegquerneigung von $1,15^\circ$ (entspricht 2 %) zur Entwässerung ausgebildet werden.
- (9) Querspalte zwischen aufeinanderfolgenden Fahrwegträgern sollen geschlossen werden (z.B. durch eine Trägerspaltabdeckung), wenn sie größer als 20 mm werden können (Einflussgrößen: Verformung der Unterbauten, Längenänderung des Überbaus infolge Temperatur und Schwinden und Kriechen des Betons) und in Streckenabschnitten mit Überfahrgeschwindigkeiten gemäß örtlichem Istfahrprofil von > 150 km/h liegen. Die Notwendigkeit der Ausführung und der davon betroffenen Bereiche sind projektspezifisch zu definieren.
- (10) Längsspalte und sonstigen Öffnungen auf der Fahrwegoberseite sollen vermieden werden.
- (11) Um den Anbau von Bauteilen an den Fahrwegüberbauten zu ermöglichen, sind geeignete Anschlussstellen einzuplanen (z.B. durch Freiräume im Bewehrungskorb). Falls diese Anschlüsse die projektunabhängigen statischen Nachweise der Fahrwegüberbauten (Tragsicherheit und Ermüdungsfestigkeit)

keit) der Typzulassung beeinflussen, sind diese Anschlüsse bereits bei der Erstellung dieser Nachweise zu berücksichtigen.

- (12) Die Fahrwegüberbauten sind nach projektspezifischen Vorgaben eindeutig zu nummerieren. Die Nummerierungen einer Fahrspur haben dabei kontinuierlich zu erfolgen. Die Nummern sind dauerhaft und gut lesbar auf der Oberseite der Fahrwegüberbauten (ggf. über dem zugehörigen Stützort) anzubringen. Es wird empfohlen, die Nummerierung zusätzlich auch seitlich anzubringen. Die Nummerierung von Fahrwegüberbauten und -unterbauten ist aufeinander abzustimmen.
- (13) Die konstruktive Ausführung ist so zu gestalten, dass Inspektionen der Fahrwegüberbauten weitestgehend mit Hilfe von automatisierten Verfahren (z.B. Auswertung von Videoaufzeichnungen) durchgeführt werden können.
- (14) Die konstruktive Ausführung soll so gestaltet werden, dass nicht langfristig planbare Instandsetzungsmaßnahmen (Vorlaufzeit < 3 Monate) unter allen projektspezifisch möglichen Umweltbedingungen in der dafür zur Verfügung stehenden Zeit durchgeführt werden können.

7.4 Nachweisführung

Es sind die in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs zu beachten.

Besonders zu beachten sind dabei nachfolgende Anforderungen:

- (1) In Ergänzung zu den theoretischen Nachweisen sind Fahrwegüberbauten im Hinblick auf folgende Eigenschaften versuchstechnisch zu qualifizieren:
 - Nachweis des dynamischen Verhaltens und der dynamischen Beanspruchungen bei Fahrzeugüberfahrt von $v = 0$ km/h (bei schwebendem Fahrzeug) bis $v = v_{\max}$;
 - Nachweis ausreichender Tragfähigkeit und Betriebsfestigkeit;
 - Nachweis der Gebrauchstauglichkeit;
 - Einhaltung der Grenzwerte der Schallemission nach /MSB AG-GESAMTSYS/;
 - Nachweis der Instandhaltbarkeit (Inspizierbarkeit, Zugänglichkeit usw.).
- (2) Erfahrungen und Erkenntnisse aus bisherigen Qualifikationen (z.B. aus einem Testbetrieb, aus dem Betrieb von Anwendungsprojekten) sind bei der Nachweisführung neuer Fahrwegüberbauten heranzuziehen.

7.5 Handhabung, Transport und Montage

- (1) Für den Transport und die Montage der Fahrwegüberbauten sind an die jeweilige Bauart angepasste Vorrichtungen zur Vermeidung von mechanischen Beschädigungen und bleibenden Verformungen zu verwenden.
- (2) Der Vorgang der Montage und der Feinpositionierung der Fahrwegüberbauten ist im Hinblick auf Genauigkeit, Witterungsunabhängigkeit und Schnelligkeit, zu optimieren. Hierzu sind eine Montage- und eine Positionieranweisung mit allen erforderlichen Vorgaben zu erstellen.

8 Fahrwegunterbauten

8.1 Allgemeines

Die Fahrwegunterbauten sind erforderlich, um:

- den Höhenunterschied zwischen den Fahrwegüberbauten und dem Gelände zu überbrücken (Fahrwegstützen);
- die Kräfte aus den Fahrwegüberbauten unter Berücksichtigung der systemtechnischen Anforderungen in den Baugrund weiter zu leiten.

Für die Stützen sind gegenwärtig die Beton- und die Stahlbauweise erprobt. Darüber hinaus sind jedoch auch weitere Bauweisen möglich.

Die Fahrweggründungen werden in der Regel in Betonbauweise hergestellt.

Die Gestaltung der Fahrwegunterbauten ist primär abhängig von den Steifigkeitsanforderungen, die durch die zulässigen Verformungen und Verdrehungen nach /MSB AG-FW BEM/ festgelegt sind. Die ästhetische Gestaltung der Unterbauten hat sich den nachfolgenden funktionalen und konstruktiven Anforderungen unterzuordnen.

Die Untergliederung der Fahrwegunterbauten ist in Abbildung 5 zusammengestellt.

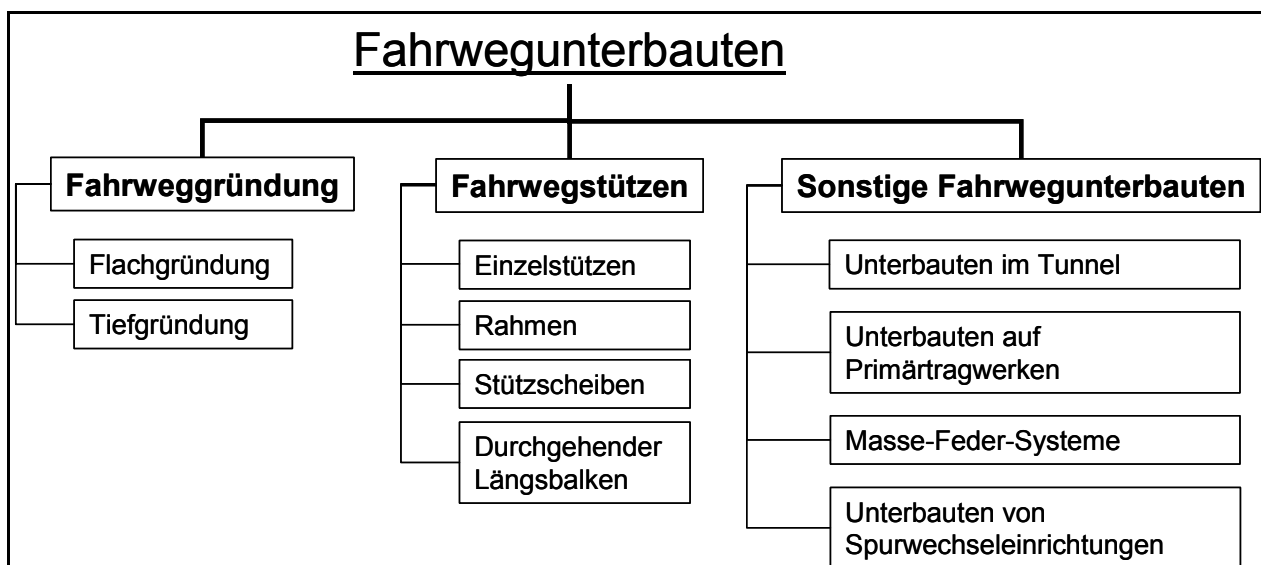


Abbildung 5: Typen von Fahrwegunterbauten

8.2 Funktionale Anforderungen

Die maßgebenden funktionalen Anforderungen an die Fahrwegunterbauten sind:

- (1) Die Fahrwegunterbauten müssen die Einwirkungen aus den Fahrwegüberbauten direkt über die Fahrwegauflager aufnehmen und zuverlässig in den Baugrund weiterleiten (zuverlässige Aufnahme der Fahrwegüberbauten).
- (2) Bauteile/Baugruppen der Fahrwegausrüstung (z.B. Zuleitungen der Motorwicklung und der externen Bordenergieversorgung) sind zuverlässig aufzunehmen.
- (3) Die Fahrwegunterbauten müssen die erforderliche Lagegenauigkeit der Fahrwegüberbauten dauerhaft gewährleisten.

8.3 Konstruktive Anforderungen

Nachfolgende konstruktive Anforderungen sind bei der Auslegung von Fahrwegunterbauten zu berücksichtigen:

- (1) Zur Sicherung vor Anprall von Fahrzeugen und Geräten bei kreuzenden und parallelen Verkehrswegen sind in der Regel Schutzeinrichtungen gemäß projektspezifischem Sicherheitskonzept vorzusehen.
- (2) Getrennte Unterbauten für aufeinanderfolgende Fahrwegüberbauten sollen vermieden werden.
- (3) Zum Anschluss des Blitzschutzsystems der Fahrwegüberbauten an die Bewehrung der Fahrwegunterbauten sind nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik dimensionierte Befestigungspunkte vorzusehen.
- (4) Die Ausbildung der Übergänge zwischen:
 - Sonderbauwerken und anschließendem Regelfahrweg,
 - diskret und kontinuierlich gelagerten Fahrwegen und
 - Fahrwegen auf Masse-Feder-Systemen und anschließendem Fahrweg

bedarf eines individuellen Nachweises der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem.

- (5) Um ggf. den nachträglichen Anbau von Bauteilen an die Fahrwegunterbauten zu ermöglichen, sind entsprechende konstruktive Maßnahmen vorzusehen (z.B. durch Freiräume im Bewehrungskorb). Diese sind projektspezifisch abzustimmen.
- (6) Für die Leitungsführung zum Langstator und zur externen Bordenergieversorgung sind an allen Stützen Befestigungsmöglichkeiten vorzusehen.
- (7) Die Fahrwegüberbauten der zwei Fahrspuren des Doppelspurfahrweges sollen auf gemeinsamen, radial zur Trassierungsachse angeordneten Fahrwegunterbauten lagern.
Abweichungen hiervon sind z.B. bei Aufweitungen des Spurmittenabstandes oder bei Einsatz des Fahrwegträgertyps III zulässig.
- (8) Sensible Bereiche der Fahrwegunterbauten (z.B. das Umfeld der Fahrweglager) sind so zu gestalten, dass Schäden im Rahmen der Auswertung einer automatisierten Fahrweginspektion erkannt werden können.

8.4 Nachweisführung

Es sind die in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs zu beachten.

Besonders hingewiesen wird dabei auf nachfolgende Anforderungen:

- (1) Bei der Bemessung der Fahrwegunterbauten sind projektspezifisch folgende Punkte zu beachten:
 - Einwirkungen aus den Fahrwegüberbauten, Umwelt und Betrieb;
 - zulässige Verformungen;
 - jeweiliges statisches System der Fahrwegüberbauten;
 - lokal vorhandene Baugrundverhältnisse;
 - lokale Gradientenhöhen der Fahrspuren.
- (2) Bei der Bemessung der Gründung sind auch die (hohe) Belastungsgeschwindigkeit und die dynamischen Kräfte (Frequenz, Amplituden) aus den Fahrwegüberbauten zu beachten.
- (3) Wenn keine Erfahrungen mit einer Bauart der Unterbauten vorliegen, sind vertiefte theoretische und/oder versuchstechnische Nachweise zu erbringen.

8.5 Handhabung, Transport und Montage

In der Regel werden die Fahrwegunterbauten in Ortbetonbauweise erstellt. Bei Verwendung von Fertigteilen (Betonfertigteile, Stahlstützen, Verbundstützen) sind entsprechende Anweisungen für Handhabung, Transport und Montage zu erstellen.

9 Magnetschnellbahn-spezifische Fahrwegausrüstung

9.1 Allgemeines

Unter der Bezeichnung "Magnetschnellbahn-spezifische Fahrwegausrüstung" werden alle Bauteile und Baugruppen zusammengefasst, die zum Betrieb der Magnetschnellbahn unabhängig von der Bauart des Fahrwegs erforderlich sind (siehe Abbildung 6 und Abbildung 11).

Die Elemente der Magnetschnellbahn-spezifischen Fahrwegausrüstung sind:

- Langstator;
- Seitenführschienen;
- Gleitleisten;
- fahrwegseitige Bauteile der externen Bordenergieversorgung;
- fahrwegseitige Bauteile der Ortung;
- Blitzschutz und Erdung der Fahrwegausrüstung.

Nachfolgend werden die allgemeinen Anforderungen an die Elemente der Magnetschnellbahn-spezifischen Fahrwegausrüstung beschrieben.

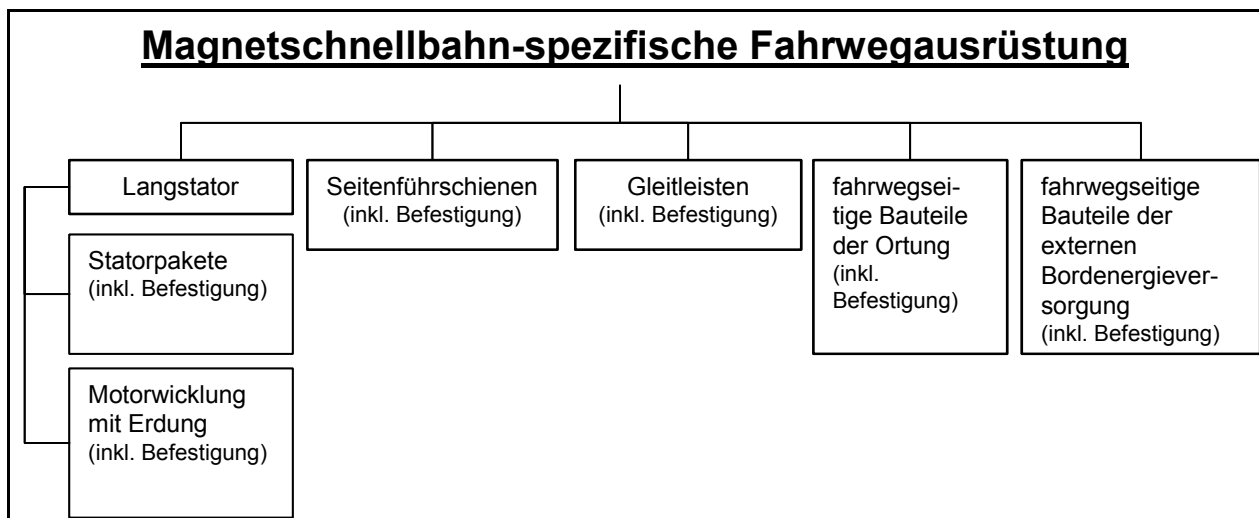


Abbildung 6: Magnetschnellbahn-spezifische Fahrwegausrüstung

9.2 Langstator

9.2.1 Allgemeines

Der Langstator ist Teil des Fahrwegs und dient dem Antrieb von MSB-Fahrzeugen.

Er besteht aus folgenden Elementen:

(1) *Statorpaket, bestehend aus:*

- einem Elektroblechpaket mit Nuten zur Aufnahme der Motorwicklung und zur Aufnahme von integrierten Elementen zur Befestigung am Fahrwegüberbau (Abbildung 12 im Anhang zeigt beispielhaft ein Statorpaket);*
- den integrierten Elementen zur Befestigung des Statorpaketes am Fahrwegüberbau (z.B. Nuttraversen);*
- Schutzbeschichtung (Korrosionsschutz).*

(2) *Elemente zur Befestigung der Statorpakete an den Fahrwegüberbauten (z.B. Schrauben);*

(3) *3-phasige Motorwicklung (Abbildung 13 zeigt beispielhaft einen Langstatorabschnitt mit einer Motorwicklung, deren Kabel einzeln nacheinander verlegt wurden);*

(4) *Erdung der Motorwicklung und zusätzliche Halterung der Motorwicklung in den Statorpaketnuten (z.B. Erdungsmanschetten und zugehöriges Erdungskabel).*

Abbildung 14 und Abbildung 15 im Anhang zeigen beispielhaft ausgeführte Lösungen von redundanten Statorpaketbefestigungen.

Auf Grund der Anordnung an der Fahrwegunterseite ist der Langstator gegen direkten Blitzeinschlag geschützt. Zur Vermeidung von Schäden aus indirekten Einwirkungen von Blitzschlägen muss jedoch die Weiterleitung von Blitzströmen über die Befestigung in das Erdungssystem des Tragwerks gewährleistet sein.

9.2.2 Funktionale Anforderungen

9.2.2.1 Statorpaket

Die Schnittstelle zwischen Statorpaket und Motorwicklung ist so auszubilden, dass die Motorwicklung unter allen zu berücksichtigenden Einwirkungen gemäß /MSB AG-FW BEM/ sicher in ihrer Lage gehalten wird.

Das Statorpaket hat folgende Funktionen zu erfüllen:

- (1) Führung des durch die Tragsmagnete des Fahrzeuges erzeugten magnetischen Flusses mit Aufnahme und Weiterleitung der durch den magnetischen Fluss erzeugten Kräfte (Tragkräfte);
- (2) Aufnahme und Weiterleitung der Beschleunigungs- und Bremskräfte;
- (3) Bildung der Referenzfläche (Statorebene) zur Messung des Luftspaltes zwischen Statorpaket und Tragsmagnet;
- (4) Bildung der Referenzfläche zur Fahrwegüberwachung (z.B. Lageüberwachung durch Versatzmessung);
- (5) Bildung der Zahn-Nut-Folge zur Ortung des Fahrzeuges;
- (6) Bildung der Zahn-Nut-Geometrie für Flussmodulation zur Induktion einer elektrischen Spannung in den Lineargeneratoren des Fahrzeuges (Bordenergieversorgung).

9.2.2.2 Statorpaketbefestigung

Für die Befestigung der Statorpakete an den Fahrwegüberbauten sind folgende Anforderungen zu berücksichtigen:

- (1) Die Statorpaketbefestigung muss das Statorpaket über die Dauer der projektspezifisch geforderten Nutzungsdauer unter Berücksichtigung aller Einwirkungen aus Umwelt und Betrieb nach /MSB AG-FW BEM/ zuverlässig in definierter Lage (siehe /MSB AG-FW GEO/) halten.
- (2) Falls der Ausfall eines und / oder mehrerer Befestigungselemente nicht auszuschließen ist, so ist ein uneingeschränkter sicherer Fahrbetrieb für einen projektspezifisch zu definierenden Zeitraum sicherzustellen.
- (3) Der Ausfall von Befestigungselementen muss im Rahmen der Überwachungsmaßnahmen gemäß /MSB AG-BTR&IH/ zuverlässig erkennbar und der Normalzustand durch eine Instandsetzungsmaßnahme wiederherstellbar sein.
- (4) Eine Überschreitung der zulässigen Lageabweichungen des Statorpaketes gemäß /MSB AG-FW GEO/ ist zuverlässig zu verhindern.

9.2.2.3 Motorwicklung

- (1) *Mittels der Motorwicklung wird ein elektrisches Wanderfeld erzeugt, aus dem in Wechselwirkung mit dem magnetischen Feld der Fahrzeug-Tragmagnete eine Schubkraft zur Beschleunigung und Verzögerung des Fahrzeugs erzeugt werden kann.*
- (2) *Die Schubkräfte werden über die Statorpakete und deren Befestigung auf das Tragwerk übertragen.*

9.2.3 Konstruktive Anforderungen**9.2.3.1 Statorpaket**

- (1) Die Bauteile des Statorpaketes (Blechkpakete, Beschichtung und die integrierten Elemente zur Befestigung) sind so auszuführen und zusammenzufügen, dass unter Berücksichtigung der Einwirkungen aus Umwelt und Betrieb die geforderte Nutzungsdauer gemäß /MSB AG-GESAMTSYS/ zuverlässig gesichert ist.
- (2) Die Konstruktion ist im Hinblick auf eine Minimierung des Instandhaltungsaufwandes wartungsfrei zu gestalten.
- (3) Die Qualität des verwendeten Elektrobleches muss die Anforderungen nach /MSB AG-GESAMTSYS/ erfüllen.
- (4) Der Stapelfaktor des Blechkpaketes darf 0,97 gemäß EN 10106 nicht unterschreiten.
- (5) Maßgebende Abmessungen des Blechkpaketes gemäß /MSB AG-GESAMTSYS/ sind zu berücksichtigen;
- (6) Statorpaketlänge:

Die Systemlänge eines Statorpaketes beträgt 1032 mm.

Im Hinblick auf die unterschiedlichen Längen zwischen Kurveninnenseite und Kurvenaußenseite sind zur Realisierung der Fahrweggeometrie unterschiedliche physische Statorpaketlängen erforderlich.

Die mechanischen Abstände an den Stirnflächen der Statorpakete sollten im Trägerfeld 0,5 mm bis 2 mm betragen. Im Bereich kleiner Horizontalradien und bei Spurwechseleinrichtungen sollte eine maximale Bandbreite von 0 bis 10 mm eingehalten werden.

Die Festlegung der erforderlichen Längen der einzelnen Statorpakete und deren Anordnung am Fahrweg erfolgt projektspezifisch und muss mit dem Trag-Führsystem des Fahrzeugs kompatibel sein.

- (7) Die Geometrie des montierten Statorpaketes hat (unter Berücksichtigung der projektspezifisch zu definierenden Toleranzen der Befestigungsflächen am Fahrweg) die in /MSB AG-FW GEO/ definierten Toleranzanforderungen an die Statorebene zu erfüllen.
- (8) Eine einheitliche Zahn-Nut Geometrie ist im Raster von 86 mm einzuhalten.
- (9) Das Material der Beschichtung (Korrosionsschutz) ist unter Berücksichtigung der geforderten Nutzungsdauer und unter Berücksichtigung der projektspezifischen Umweltbedingungen zu wählen. Durch geeignete Konstruktion und Fertigung ist sicherzustellen, dass die zulässige Schichtdicke auf der Statorebene nicht überschritten und dadurch der mechanische Spalt nicht unzulässig reduziert wird. Die Beschichtung darf die elektrischen und elektromagnetischen Eigenschaften des Blechpaketes nicht verändern. Der Korrosionsschutz hat das Statorpaket vollständig zu umschließen. Er soll außerdem dauerhaft duktil und abrasionsarm sein.
- (10) Die max. zulässige Dicke des Korrosionsschutzes an der Statorebene darf 1,8 mm (inkl. aller Toleranzen, Formschrägen, usw.) nach nicht überschreiten.
- (11) Der zulässige Einbauraum der Statorpakete ist in Abbildung 3 und in /MSB AG-FW GEO/ dargestellt.
- (12) Die Abmessungen der integrierten Befestigungselemente sind nach Art der Befestigung, nach den statischen Erfordernissen und unter Berücksichtigung der Instandhaltungsaspekte zu definieren.
- (13) Die Kontaktflächen zwischen Fahrwegträgerkragarm und integrierten Elementen zur Statorpaketbefestigung (z.B. Nuttraverse) sind so auszubilden, dass die Kräfte aus Umwelt und Betrieb nicht zu einer unzulässigen Verschiebung der Statorpakete führen können.
- (14) Für die Übertragung von Kräften aus den zu berücksichtigenden Einwirkungen müssen die Kontaktflächen zwischen der Statorpaketbefestigung und der Anschlussfläche am Tragwerk die Reibparameter erfüllen, die der Dimensionierung zugrunde gelegt wurden.

9.2.3.2 Statorpaketbefestigung

- (1) Die Befestigung muss mit vertretbarem Aufwand und ohne Beschädigung der benachbarten Strukturen lösbar sein.
- (2) Projektspezifisch ist festzulegen, ob ein Herabfallen von ausgefallenen Befestigungselementen mit der Folge einer Gefährdung Dritter an projektspezifisch zu definierenden Fahrwegabschnitten (z.B. an Kreuzungen mit anderen Verkehrswegen) durch Schutzmaßnahmen zu verhindern ist.
- (3) Befestigungselemente, bei denen ein Versagen nicht ausgeschlossen werden kann, müssen im Versagensfall einfach (innerhalb einer Betriebspause) ersetzbar sein.
- (4) Bei der Entwicklung und Dimensionierung der Befestigungselemente ist die jeweilige bauartspezifische Anschlusskonstruktion (Fahrwegkragarm und integrierte Elemente zur Statorpaketbefestigung) zu berücksichtigen.
- (5) Der für die Statorpaketbefestigung zur Verfügung stehende Freiraum (siehe Abbildung 3 und /MSB AG-FW GEO/) ist in Abstimmung mit dem Lieferanten der Statorpakete und dem Lieferanten der Fahrwegträger zu definieren. Ein individueller Nachweis der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem ist zu erbringen.
- (6) Es müssen Werkstoffe und Fertigungsverfahren verwendet werden, bei denen systematische Fehler, die zu einem Versagen der Verbindung führen können (z.B. Wasserstoffversprödung), mit vertretbarem Aufwand ausgeschlossen werden können.
- (7) Bei der Wahl der Werkstoffe sind im Zusammenhang mit der geforderten Nutzungsdauer die vorhandenen Umwelteinflüsse zu berücksichtigen (Korrosions- und Alterungsverhalten).

9.2.3.3 Motorwicklung

- (1) Die Motorwicklung ist so auszulegen, dass die geforderte Nutzungsdauer unter Berücksichtigung der spezifizierten Einwirkungen aus Umwelt und Betrieb erreicht wird.
- (2) Eine Verletzung des zulässigen Freiraumes während der geforderten Nutzungsdauer ist auszuschließen (unter Berücksichtigung der spezifizierten Einwirkungen aus Umwelt und Betrieb).
- (3) Die mechanischen und geometrischen Eigenschaften der verwendeten Kabel der Motorwicklung sind bei der projektspezifischen Auslegung der Befestigung und der Montage zu berücksichtigen (Befestigung in den Statorpaketnuten unter Berücksichtigung der Erdung der Motorwicklung und der Zahn-Nut-Geometrie).
- (4) Der zulässige minimale Biegeradius der Kabel der Motorwicklung und der zulässige Einbauraum der Motorwicklung nach Abbildung 3, /MSB AG-FW GEO/ und /MSB AG-GESAMTSYS/ sind einzuhalten.
- (5) Die Anforderungen an die elektrische Funktion der Motorwicklung sind in /MSB AG-GESAMTSYS/ definiert.
- (6) Die Anforderungen an die Erdung der Motorwicklung resultieren aus dem Langstatorschutz und sind der MSB-Ausführungsgrundlage Antrieb und Energieversorgung /MSB AG-ANT/ zu entnehmen.
- (7) Das Kabel der Motorwicklung muss aus Gründen des Brandschutzes selbstverlöschend ausgeführt werden.
- (8) Projektspezifisch können zusätzliche Anforderungen an das Material der Motorwicklung in Tunneln und in Stationen (geschlossene Räume) definiert werden (Toxizität im Brandfall).
- (9) Die Ausführung der Erdung und der Anschlusspunkte für die Motorwicklung sind projektspezifisch festzulegen, wobei die Anschlusspunkte für die Erdung der Motorwicklung in die Erdungs-/Blitzschutzanlage des Fahrwegs zu integrieren sind.
- (10) An Trägerstößen ist durch eine formstabile Anordnung der Motorwicklung sicher zu stellen, dass die Bewegung der Träger in x-, y- und z-Richtung - resultierend aus Betrieb und Umwelt - während der geforderten Nutzungsdauer nicht zur Verletzung des zulässigen Einbauraumes und zum Verlust der Gebrauchstauglichkeit führt.
- (11) Die Festlegung der ortsbezogenen Phasenlage der Motorwicklung hat den Nachweis der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem zu beinhalten. (siehe hierzu /AG MSB-GESAMTSYS/ Kap. 8.2 Abb. 5)
- (12) Im Anhang ist ein Beispiel einer 3-phasigen Motorwicklung angegeben (Abbildung 13).
- (13) Die Schnittstelle zwischen Statorpaket und Motorwicklung ist so auszubilden, dass die Motorwicklung unter allen zu berücksichtigenden Einwirkungen gem. /MSB AG-FW BEM/ sicher in ihrer Lage gehalten wird.

9.2.4 Nachweisführung**9.2.4.1 Statorpaket**

Neben den in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs sind die nachfolgenden bauteil-/baugruppenspezifische Anforderungen an das Statorpaket besonders zu beachten:

- (1) Der Schwerpunkt der Nachweisführung hat dabei auf folgenden Nachweisen zu liegen:
 - Nachweis der Dauerfestigkeit unter Berücksichtigung der dynamischen Beanspruchungen;
 - Nachweis der Maßhaltigkeit, Qualität und Dauerhaftigkeit der Beschichtung;
 - Nachweis der elektrischen und elektromagnetischen Eigenschaften.

- (2) Zur Sicherstellung der Qualität jedes einzelnen Statorpaketes ist eine Prüfanweisung zu erstellen, die alle nachzuweisenden Abnahmekriterien mit Angabe der zulässigen Toleranzen enthält. Die Abnahmeprüfungen sind zu protokollieren.
- (3) Zur Nachverfolgbarkeit sind alle Statorpakete eindeutig, individuell und dauerhaft zu kennzeichnen.

9.2.4.2 Statorpaketbefestigung

Neben den in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs sind die nachfolgenden bauteil-/baugruppenspezifischen Anforderungen an die Statorpaketbefestigung besonders zu beachten:

- (1) Die Nachweise sind auch für die Ausfallsituationen zu erstellen, sofern der Ausfall von Befestigungselementen nicht auszuschließen ist. Die im Zusammenhang mit dem Detektionssystem zu berücksichtigenden Ausfallsituationen sind dabei nach Nachweis der Kompatibilität und in Abstimmung mit der zuständigen Aufsichtsbehörde festzulegen.
- (2) Es ist nachzuweisen, dass für die zu berücksichtigenden Ausfallsituationen alle im Kraftfluss liegenden Bauteile und Baugruppen für die gesamte projektspezifische Nutzungszeit ausgelegt sind.
- (3) Im Falle einer zuverlässigen Fehleroffenbarung ist eine betriebsfeste Auslegung der bei der jeweils zu berücksichtigenden Ausfallsituation im Kraftfluss liegenden Bauteile/Baugruppen mit Angabe der zulässigen Lastwechsel (Fahrzeugüberfahrten) ausreichend. Die zuverlässige Fehleroffenbarung/-erkennung ist im Rahmen der Fahrweginstandhaltung nachzuweisen.

9.2.4.3 Motorwicklung

Neben den in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs sind die nachfolgenden bauteil-/baugruppenspezifischen Anforderungen an die Motorwicklung besonders zu beachten:

- (1) Die Einhaltung des spezifizierten thermischen Verhaltens des Langstators ist im Betrieb messtechnisch nachzuweisen.
- (2) Die theoretischen Lastannahmen und die Gebrauchstauglichkeit sind durch Messungen sowohl in der Entwicklung an Prototypen als auch bei der Inbetriebnahme am realisierten System nachzuweisen.
- (3) Die Stromtragfähigkeit der Leitung, des Schirms sowie die Spannungsfestigkeit der Wicklung müssen nachgewiesen werden.
- (4) Die Dauerfestigkeit der Wicklungsbefestigung einschließlich Formstabilität des Wickelkopfes ist versuchstechnisch nachzuweisen.
- (5) Die Material- und Strukturfestigkeit der Motorwicklung durch die mechanische Beanspruchung am Trägerstoß ist nachzuweisen.
- (6) Die Einhaltung der Blitz-Stoßspannungsfestigkeit gemäß /MSB AG-UMWELT/ sowie ggf. projektspezifischer Vorgaben sind nachzuweisen.
- (7) Der zulässige Dauerstromeffektivwert sowie der zulässige Strommaximalwert unter Berücksichtigung der projektspezifischen Parameter Zykluszeit und Einschaltzeit sind versuchstechnisch nachzuweisen.
- (8) Die Funktion des Langstatorschutzes (Erdschlussüberwachung) ist nachzuweisen.

9.2.5 Handhabung, Transport und Montage**9.2.5.1 Statorpaket**

Für das Statorpaket ist eine Anweisung zur Handhabung (Transport und Lagerung) sowie zur Montage zu erstellen. Dabei sind vor allem nachfolgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

- (1) Durch geeignete stoßgesicherte Transport- und Verpackungsmittel sind mechanische Beschädigungen zu verhindern.
- (2) Die Zwischenlagerflächen sind so zu gestalten, dass die Statorpakete bzw. deren Transportverpackung mit den Statorpaketen ordnungsgemäß abgesetzt und wieder aufgenommen werden können, ohne beschädigt zu werden.
- (3) Die Statorpakete sollen werkseitig an die Fahrwegüberbauten angebracht werden.
- (4) Bei nachträglichem Anbau der Statorpakete auf der Baustelle sind ggf. zusätzliche Ausführungsunterlagen (Montageanleitung und Abnahmespezifikationen) zu erstellen, durch Nachweis der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem zu belegen und zur Prüfung an die zuständige Aufsichtsbehörde einzureichen.

9.2.5.2 Statorpaketbefestigung

- (1) Der Montagevorgang und die Montageparameter sind in einer Anweisung zu Transport, Lagerung und Montage zu spezifizieren.
- (2) Die Montageparameter wie z.B. Anzugsmoment/-drehwinkel sind zu definieren, zu überwachen und zu dokumentieren.
- (3) Bereits einmal verwendete Verbindungsteile (z.B. Schrauben, Unterlegscheiben, Muttern) sollen nicht wiederverwendet werden. In Ausnahmefällen (z.B. Verwendung von einbetonierten Inserts mit eingeschnittenem Gewinde siehe Abbildung 14) ist vor Tausch von Statorpaketen oder Befestigungselementen deren Wiederverwendbarkeit nachzuweisen.

9.2.5.3 Motorwicklung

- (1) Die detaillierten Vorgaben für die Montage, den Transport und die Zwischenlagerung sind projekt- und bauartspezifisch in Form einer Montageanweisung festzulegen.
- (2) Für die Wicklungsfertigung und/oder -verlegung vom Fahrweg aus, stehen die Freiräume innerhalb der Begrenzungslinie für den kinematischen Raumbedarf des Fahrzeuges gemäß /MSB AG-GESAMTSYS/ (nach projektabhängiger Abstimmung ggf. auch darüber hinaus) zur Verfügung.
- (3) Vorrichtungen zur Montage der Langstatorwicklung haben die Anforderungen an Sonderfahrzeuge zu erfüllen.

9.3 Seitenführschiene / Seitenführebenen

9.3.1 Allgemeines

Die Seitenführschiene als Elemente der Magnetschnellbahn-spezifischen Fahrwegausrüstung sind erforderlich zur Aufnahme der mechanischen und elektromagnetischen Einwirkungen aus den Fahrzeugen und aus Sonderfahrzeugen.

Die prinzipielle Anordnung der Seitenführschiene an den Kragarmen der Fahrwegüberbauten ist aus Abbildung 3 und /MSB AG-FW GEO/ zu entnehmen.

9.3.2 Funktionale Anforderungen

9.3.2.1 Seitenführschiene

Die Seitenführschiene haben folgende funktionale Anforderungen zu erfüllen:

- (1) Führung des magnetischen Flusses der Führ- und Bremsmagnete;
- (2) Ermöglichung der Erzeugung von elektrischen Wirbelströmen im Zusammenwirken mit den Bremsmagneten;
- (3) Aufnahme der durch die Führ- und Bremsmagnete erzeugten magnetischen Kräfte und Weiterleitung in die Kragarmstruktur;
- (4) Aufnahme der durch Sonderfahrzeuge eingeleiteten Kräfte und Weiterleitung dieser Kräfte in die Kragarmstruktur;
- (5) mechanisches Führen bei Ausfall der magnetischen Führungsfunktion der Führungsmagnete;
- (6) mechanisches Führen der an der Seitenführschiene anliegenden Bremsmagnete, Aufnahme und Ableitung der Kräfte;
- (7) Bildung einer Referenzfläche zur Messung des Luftspaltes zwischen Führungsmagnet und Seitenführschiene;
- (8) Bildung einer Referenzfläche zur Fahrwegüberwachung (z.B. zur Erkennung von Versätzen und/oder Versatzänderungen);
- (9) Ableitung von aus Blitzeinwirkung auf das Fahrzeug resultierenden Überspannungen;
- (10) Blitzschutzfunktion für die Motorwicklung.

9.3.2.2 Befestigung der Seitenführschiene

- (1) Die Befestigungselemente müssen die Kräfte aus den Seitenführschiene zuverlässig in die Kragarme der Fahrwegüberbauten weiterleiten.

9.3.3 Konstruktive Anforderungen

9.3.3.1 Seitenführschiene

- (1) Die Seitenführschiene sollen dem Verlauf der Raumkurve (Querneigung, Kuppen/Wannen, Kurven) folgen.
 - (2) Die Möglichkeit einer polygonalen Anordnung der Seitenführschiene ist bei Nachweis der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem unter Berücksichtigung der jeweiligen Trägerbauart gegeben.
-

Ausführungsgrundlage

Fahrweg

- (3) Die Erkennung von Geometrieänderungen und/oder Versätzen durch Inspektionseinrichtungen ist zu gewährleisten, bevor die zulässigen Grenzwerte dieser Verformungen überschritten werden.
- (4) Die Materialauswahl für die Seitenführschienen ist in /MSB AG-GESAMTSYS/ vorgegeben.
- (5) Geometrie:
 - Dicke: $t_{SFS} \geq 30 \text{ mm}$
 - Höhe: $h_{SFS} \geq 300 \text{ mm}$
 - Länge: Systembedingt weisen trägerlange Seitenführschienen Vorteile auf.
Projektspezifisch können kürzere Längen ausgeführt werden.
- (6) Seitenführschienen mit kürzerer Segmentlänge als ca. 3,0 m bedürfen eines Nachweises der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem. An den Stößen innerhalb eines Trägerfeldes oder am Trägerstoß sind die Kanten der Seitenführschienen entsprechend den Vorgaben in /MSB AG-FW GEO/ abzurunden.
- (7) Die Anforderungen an die Ebenheit und Lagegenauigkeit der Seitenführschienen sind in /MSB AG-FW GEO/ zusammengestellt.
- (8) Die Seitenführschienen sind mit einer Beschichtung zu versehen, die durch die möglichen mechanischen Beanspruchungen möglichst wenig beschädigt wird und ausreichenden Widerstand gegenüber den korrosiven Angriffen aus der Umwelt gewährleistet (siehe DIN EN ISO 12 944 Teil 1 - 8 und TL 918300, Blatt 87).
- (9) Die Eignung der Beschichtung ist im Hinblick auf die fahrzeugseitige Führspaltmessung (Führspaltsensoren) nachzuweisen.
- (10) Die Reibbeiwerte gemäß /MSB AG-FW BEM/ sind einzuhalten.
- (11) Die Seitenführschienen sind an das Blitzschutzsystem des Fahrwegs anzuschließen.

9.3.3.2 Befestigung der Seitenführschienen

- (1) Die Befestigungselemente der Seitenführschiene sind abhängig von der gewählten Bauart so auszulegen, dass sie allen zu berücksichtigenden Beanspruchungen aus Umwelt und Betrieb während der geforderten Nutzungsdauer (siehe /MSB AG-GESAMTSYS/) zuverlässig und sicher standhalten.
- (2) Die Befestigung der Seitenführschienen darf die Funktion der Führspaltsensoren nicht unzulässig beeinträchtigen. Die Bereiche der Führspaltmessung sind in /MSB AG-FW GEO/ dargestellt. Sind Befestigungselemente in diesen Bereichen zwingend erforderlich, so ist die Eignung der Konstruktion im Hinblick auf die Führspaltmessung nachzuweisen.
- (3) Die Befestigung ist im Hinblick auf Instandhaltbarkeit zu optimieren (Zugänglichkeit für Inspektion und Instandsetzung).

9.3.4 Nachweisführung

9.3.4.1 Seitenführschienen

Es sind die in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs zu beachten.

9.3.4.2 Befestigung der Seitenführschienen

Neben den in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs sind analog die Anforderungen gemäß Kapitel 9.2.4.2 (Statorpaketbefestigung) besonders zu beachten.

9.3.5 Handhabung, Transport und Montage

- (1) Die Seitenführschiene und deren bauartspezifische Befestigungselemente sind sachgerecht zu handhaben.
- (2) Als in die Tragstruktur der Fahrwegüberbauten oder der Kragarme integrierte Bauteile werden die Seitenführschiene in der Regel werkseitig an den Fahrwegträger bzw. Fahrwegplatten befestigt.
- (3) Bei nachträglichem Anbau sind Ausführungsunterlagen (Montageanleitung, Abnahmespezifikation) zu erstellen, durch Nachweis der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem zu belegen und zur Prüfung an die zuständige Aufsichtsbehörde einzureichen.

9.4 Gleitleisten / Gleitebenen**9.4.1 Allgemeines**

Die Gleitleisten als Elemente der Magnetschnellbahn-spezifischen Fahrwegausrüstung sind im Normalbetrieb erforderlich zur Abtragung der mechanischen Kräfte des stehenden abgesetzten Fahrzeuges über die Tragkufen und zur Aufnahme der mechanischen Einwirkungen aus Sonderfahrzeugen. Im Störbetrieb sind die Tragkufenkräfte aus den sich bewegenden Fahrzeugen in die Fahrwegüberbauten weiter zu leiten.

9.4.2 Funktionale Anforderungen

Die Gleitleiste hat folgende funktionale Anforderungen zu erfüllen:

- (1) Die Gleitleiste und ihre Befestigungselemente müssen so beschaffen sein, dass sie den spezifizierten mechanischen und thermischen Beanspruchungen bei den projektspezifischen Umweltbedingungen während der geforderten Nutzungsdauer gemäß /MSB AG-GESAMTSYS/ zuverlässig standhalten.
- (2) Bildung einer fehlertoleranten Gleitebene mit projektspezifisch zu definierender Oberflächenbeschaffenheit für das mechanische Tragen/Gleiten durch die Tragkufen des Fahrzeuges;
- (3) Aufnahme der aus den Tragkufen resultierenden Kräfte in x-, y- und in z-Richtung inkl. der aus Temperaturänderungen durch Tragkufenreibung resultierenden Spannungen sowie deren Weiterleitung in die Fahrwegüberbauten;
- (4) Aufnahme der aus Sonderfahrzeugen resultierenden Kräfte in x-, y- und in z-Richtung sowie deren Weiterleitung in die Fahrwegüberbauten.

9.4.3 Konstruktive Anforderungen**9.4.3.1 Gleitleiste / Gleitebene**

- (1) Die Gleitleiste kann wie folgt ausgebildet sein:
 - als integrierter Teil des Trägers bzw. der Platte (z.B. Teil des Deckblechs);
 - durch Verguss, Verschraubung oder Verdübelung auf dem Kragarm befestigt;
 - indirekt am Kragarm (z.B. als integrierter Bestandteil eines Funktionsmoduls) befestigt.

Die Lage der Gleitebene ist in Abbildung 3 und in /MSB AG-FW GEO/ dargestellt.

- (2) Die Gleitebene muss dem Verlauf der Raumkurve unter Berücksichtigung der Querneigung folgen.
- (3) Die Möglichkeit einer polygonalen Anordnung der Gleitebenenelemente ist bauartabhängig durch Nachweis der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem zu belegen.
- (4) Für die Gleitleiste sollte Stahl verwendet werden. Bei Verwendung anderer Materialien ist deren Eignung nachzuweisen.

-
- (5) Gleitebenen sind dabei mit einer Beschichtung zu versehen, die durch die mechanischen Beanspruchungen möglichst wenig beschädigt werden und einen großen Widerstand gegenüber den korrosiven Angriffen aus der Umwelt - auch im mechanisch beanspruchten Zustand - gewährleisten (für metallische Gleitebenen siehe DIN EN ISO 12 944 Teil 1 - 8 und TL 918300 Blatt 87).
 - (6) Geometrie:
 - Dicke: nach statischen Erfordernissen
 - Breite: $b_{GL} \geq 150 \text{ mm}$
 - Länge: Systembedingt weisen trägerlange Gleitebenenelemente Vorteile auf. Projektspezifisch können kürzere Längen ausgeführt werden.
 - (7) Gleitebenenelemente mit kürzerer Segmentlänge als ca. 3,0 m bedürfen eines vertieften Nachweises der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem.
 - (8) Die Anforderungen an die Ebenheit und Lagegenauigkeit der Gleitebene sind in /MSB AG-FW GEO/ zusammengestellt.
 - (9) Die Erkennung von Geometrieänderungen und/oder Versätzen durch Inspektionseinrichtungen (gemäß /MSB AG-GESAMTSYS/) ist zu gewährleisten, bevor die zulässigen Grenzwerte dieser Verformungen überschritten werden.
 - (10) Die in /MSB AG-FW BEM/ angegebenen Maximalwerte der Reibbeiwerte sind einzuhalten. Einzuhalten Minimalwerte der Reibbeiwerte sind projektspezifisch abzustimmen.
 - (11) Metallische Gleitebenenelemente sind sachgerecht an das Blitzschutzsystem des Fahrwegs anzuschließen.

9.4.3.2 Gleitleistenbefestigung

- (1) Die Befestigung ist abhängig von der gewählten Bauart auszuführen.
- (2) Die Befestigung ist im Hinblick auf Instandhaltbarkeit zu optimieren (Zugänglichkeit für Inspektion und Instandsetzung).

9.4.4 Nachweisführung

9.4.4.1 Gleitleiste / Gleitebene

Es sind die in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs zu beachten.

9.4.4.2 Gleitleistenbefestigung

Neben den in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs sind bei Nachweisführung der Gleitebenenbefestigung analog die Anforderungen gemäß Kapitel 9.2.4.2 (Statorpaketbefestigung) besonders zu beachten.

9.4.5 Handhabung, Transport und Montage

- (1) Die Gleitleisten und deren bauartspezifische Befestigungselemente sind sachgerecht zu handhaben.
- (2) Als in die Tragstruktur der Fahrwegüberbauten oder der Kragarme integrierte Bauteile werden sie in der Regel werkseitig an den Fahrwegträgern bzw. Fahrwegplatten befestigt.
- (3) Bei nachträglichem Anbau sind gesonderte Ausführungsunterlagen (Montageanleitung, Abnahmespezifikation) durch Nachweis der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem zu belegen und zur Prüfung an die zuständige Aufsichtsbehörde einzureichen.

9.5 Bauteile der externen Bordenergieversorgung

9.5.1 Allgemeines

Die externe Bordenergieversorgung dient der elektrischen Energieübertragung in das Fahrzeug in Fahrwegbereichen, in denen im unteren Geschwindigkeitsbereich gefahren wird (z.B. in Stationen einschließlich angrenzender Beschleunigungsbereiche, an ausgewählten Betriebshalteplätzen, Evakuierungshalteplätzen, Abstellanlagen und in Instandhaltungsanlagen).

Die Festlegung der Streckenabschnitte mit externer Bordenergieversorgung erfolgt projektspezifisch.

Mögliche Ausbildungen der externen Bordenergieversorgung sind:

- (1) Stromübertragung über Kontakt: Stromschiene (Fahrweg) / Stromabnehmer (Fahrzeug) als Stromschienenanlage;
- (2) berührungslose Energieübertragung durch Induktion.
- (3) Der Einbauraum für die fahrwegseitigen Baugruppen der externen Energieversorgung ist in Abbildung 3 und in /MSB AG-FW GEO/ dargestellt.

Die im vorliegenden Dokument definierten Anforderungen an die externe Bordenergieversorgung sind projektspezifisch durch die bauartabhängigen Anforderungen der Teilsysteme Fahrweg, Fahrzeug, und Antrieb zu ergänzen (Lasten, Geometrie, elektrische Eigenschaften, konstruktive Details).

9.5.2 Stromschienen

9.5.2.1 Funktionale Anforderungen

Die Stromschienen und ihre Befestigungselemente müssen so beschaffen sein, dass sie den spezifizierten mechanischen und ggf. thermischen Beanspruchungen bei den projekt-spezifischen Umweltbedingungen während der geforderten Nutzungsdauer gemäß /MSB AG-GESAMTSYS/ zuverlässig standhalten.

Die Stromschienen müssen dabei folgende funktionale Anforderungen erfüllen:

- (1) Bildung einer Kontaktfläche für den Stromabnehmer des Fahrzeugs;
- (2) Aufnahme der aus den Stromabnehmern resultierenden Kontaktkräfte in y-, x- und in z-Richtung sowie deren Weiterleitung in das Tragwerk;
- (3) Energieübertragung für die abrissfreie Energieversorgung des Fahrzeugs;
- (4) Eine Erkennung von unzulässigen Geometrieänderungen und/oder Versätzen ist sicher zu stellen.

9.5.2.2 Konstruktive Anforderungen

- (1) Die Stromschienen am Fahrwegträger sollen aus über Fest- und Dehnverbinder miteinander verbundene Stromschienenprofilen bestehen, welche mittels Stromschienenhalter am Fahrwegträger befestigt werden.

Hinweis: Die Verbinder sollten Bestandteil des Lieferumfangs Stromschienenprofile sein. Die Stromschienenhalter sollten Bestandteil des Lieferumfangs des Fahrwegträgers sein.

- (2) Die Befestigung der Stromschienenprofile am Stromschienenhalter soll durch eine Verbindungsstruktur (Isolator) erfolgen.

Hinweis: Diese Verbindungsstruktur sollte Bestandteil des Lieferumfangs Stromschienenprofile sein;

Ausführungsgrundlage

Fahrweg

- (3) Stromschienenhalter sind für jede einzelne Trägerbauart und Spurwechseleinrichtung anzuordnen, zu konstruieren und nachzuweisen.
- (4) Fahrwegüberbaubewegungen (in x-, y- und z-Richtung) sind bei der Bemessung und Anordnung der Fest- und Dehnverbinder zu berücksichtigen.
- (5) Stromschienen, Verbindungsstrukturen und deren Befestigungen an den Stromschienenhaltern sind spielfrei und dauerhaft auszulegen.
- (6) Die Stromschienenhalter und deren Befestigungen am Fahrweg sind spielfrei und dauerhaft auszubilden.
- (7) Es ist eine ausreichende Isolation der stromführenden Bauteile vorzusehen.
- (8) Die Lage der Einspeisepunkte des Stromschienensystems ist mit den Einspeisepunkten für die Motorwicklung nach Nachweis der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem abzustimmen.
- (9) An den Einspeisepunkten sind für die Kabelführung Befestigungsstrukturen (z.B. Ankerschienen) an den Fahrwegüber- und -unterbauten vorzusehen.
- (10) Eine Verletzung des für das Fahrzeug reservierten Freiraums durch die Stromschiene (z.B. durch das Versagen der Stromschienenbefestigung) ist auszuschließen.
- (11) Das Versagen einzelner Befestigungselemente darf nicht zum Verlust der Gebrauchstauglichkeit und Tragsicherheit führen und muss erkennbar sein.
- (12) Lage und Abmessungen des Freiraumes für die Stromschienen und deren Befestigungselemente sind aus Abbildung 3 und /MSB AG-FW GEO/ zu entnehmen.

9.5.2.3 Nachweisführung

Neben den in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs sind analog die Anforderungen gemäß Kapitel 9.2.4.2 (Statorpaketbefestigung) besonders zu beachten.

Zusätzlich zu beachten sind folgende Anforderungen:

- (1) Die Bemessung erfolgt unter Verwendung der jeweils projektspezifischen Festlegungen zu der Schnittstelle Stromabnehmer / Stromschiene auf Basis der in /MSB AG-FW BEM/ spezifizierten übergeordneten Einwirkungen aus Umwelt und Betrieb.
- (2) Das Schwingungsverhalten der Fahrwegüberbauten (abhängig von der Fahrwegbauart, dem Fahrzeug und der Überfahrgeschwindigkeit) und das Eigenschwingungsverhalten der Stromschienenhalter, sowie der Stromschienenbaugruppen/-bauteile sind bei der Bemessung und Anordnung der Stromschienenhalter und der Stromschienenbaugruppen/-bauteile zu berücksichtigen.
- (3) Die Lastannahmen und die Gebrauchstauglichkeit sind durch Messungen sowohl in der Entwicklung am Prototypen als auch bei der Inbetriebnahme am realisierten System nachzuweisen;
- (4) Temperaturbedingte Verformungen der Fahrwegüberbauten (Längsdehnungen, vertikale und laterale Verformungen) sind zu berücksichtigen.

9.5.2.4 Handhabung, Transport und Montage

Die detaillierten Vorgaben für die Montage, den Transport und die Zwischenlagerung sind projekt- und bauartspezifisch in Form einer Montageanweisung festzulegen.

9.5.3 Induktive Energieübertragung

Die induktive Energieübertragung befindet sich zur Zeit noch in der Entwicklung. Die spezifischen Anforderungen an diese Baugruppe werden nach Abschluss der Entwicklung nachgetragen.

9.6 Bauteile zum Ortungssystem

9.6.1 Allgemeines

Die am Fahrweg angebauten Baugruppen stellen den im Fahrzeug eingebauten Baugruppen des Ortungssystems eine eindeutige Information über den Absolutort und die Fahrzeugorientierung zur Verfügung.

Die Informationsübertragung vom Fahrweg in das Fahrzeug kann durch verschiedenartige Systeme erfolgen. Eine realisierte Lösung ist die Datenübertragung über fahrwegseitige Lagereferenzleisten (LRL) und fahrzeugseitige Sensoren (INKREFA-Leseeinheiten).

Die LRL besteht aus einer Kunststoffplatte, mit derzeitigen Abmessungen von ca. 260 mm x 150 mm x 5 mm (L x H x T).

Sie wird durch Halterungen am Träger befestigt.

9.6.2 Funktionale Anforderungen

- (1) Bereitstellung einer kodierter Referenzinformation (Referenzort) zur fahrzeugseitigen Bestimmung des Absolutortes und der Fahrzeugorientierung gemäß /MSB AG-GESAMTSYS/ (z.B. durch Lagereferenzleisten);
- (2) Bei der Festlegung der genauen Position der Referenzorte müssen die Phasenordnung der Motorwicklung und die Anforderungen aus der Betriebsleittechnik berücksichtigt werden (siehe auch /MSB AG-GESAMTSYS/).

9.6.3 Konstruktive Anforderungen

- (1) Die konstruktiven Anforderungen an die fahrwegseitigen Baugruppen der Ortung ergeben sich aus der Wahl der Übertragungstechnik.
Dabei kann (bei Verwendung von Lagereferenzleisten) von einer berührungslosen Informationsübertragung in das Fahrzeug ausgegangen werden.
- (2) Die Positionen der fahrwegseitigen Baugruppen des Ortungssystems in Fahrweglängsrichtung sind projektspezifisch vorzugeben.
- (3) Ein Referenzort ist in der Regel, je Fahrwegseite durch drei Lagereferenzleisten zu markieren (d.h. jeder Referenzort ist durch 6 Lagereferenzleisten markiert).
- (4) Die Befestigung der fahrwegseitigen Baugruppe am Fahrweg erfolgt durch spezielle Halterungen z.B. Lagereferenzleistenhalter (LRL-Halter), die durch den Hersteller des Fahrwegüberbaus bauartsspezifisch zu konstruieren sind.
- (5) Der Freiraum für fahrwegseitige Baugruppen ist in Abbildung 3 und /MSB AG-FW GEO/ angegeben.
- (6) Der Ausfall von Befestigungselementen (Halterungen) muss nachweislich ausgeschlossen sein oder rechtzeitig erkennbar sein.
- (7) Temperaturbedingte Verformungen der Fahrwegüberbauten (Längsdehnungen, vertikale und laterale Verformungen) sind zu berücksichtigen.
- (8) Sowohl die bauartsspezifischen, dynamischen Anregungen der Halterungen und ihrer Befestigungen als auch die durch das überfahrende Fahrzeug angeregten Schwingungen müssen bei der Konstruktion beachtet werden.

9.6.4 Nachweisführung

- (1) Neben den in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs sind analog die Anforderungen gemäß Kapitel 9.2.4.2 (Statorpaketbefestigung) besonders zu beachten.
- (2) Das Schwingungsverhalten der Fahrwegüberbauten und das Eigenschwingungsverhalten der fahrwegseitigen Ortungsbaugruppen/ -bauteile sowie deren Befestigung sind bei der Bemessung der fahrwegseitigen Baugruppen/Bauteile der Ortung und deren Befestigungselemente zu berücksichtigen.

9.6.5 Handhabung, Transport und Montage

- (1) Die detaillierten Vorgaben für die Montage, den Transport und die Zwischenlagerung sind projekt- und ausführungsspezifisch in Form einer Montageanweisung festzulegen.
- (2) Die fahrwegseitigen Baugruppen und Bauteile der Ortung sollten erst nach abgeschlossener Montage der Fahrwegüberbauten montiert werden.
- (3) Projektspezifisch ist festzulegen, ob die fahrwegseitigen Baugruppen und Bauteile der Ortung und welche Baugruppen und Bauteile der Ortung vor oder nach Verlegung der Motorwicklung anzubringen sind.

10 Bauartspezifische Fahrwegausrüstung

10.1 Allgemeines

Die Baugruppen/-teile der Fahrwegausrüstung, deren Erfordernis und konstruktive Ausbildung abhängig von der jeweiligen Bauart und Bauweise des Fahrweges ist und die nicht Magnetschnellbahn-spezifisch sind, werden nachfolgend als bauartspezifische Fahrwegausrüstung bezeichnet.

Die wesentlichen Elemente/Baugruppen der bauartspezifischen Fahrwegausrüstung sind:

- (1) Fahrweglager/Auflagerungen;
- (2) Einrichtungen der Erdung und des Blitzschutzes;
- (3) Trägerspaltabdeckungen;
- (4) Sonstige Anbauten.

10.2 Fahrweglager

10.2.1 Funktionale Anforderungen

Die äußeren und inneren Kräfte und Momente aus den Fahrwegüberbauten sind zuverlässig und unter Berücksichtigung aller spezifizierter Randbedingungen (z.B. Verformung der Fahrwegunterbauten) über Fahrweglager/Auflagerungen in die Fahrwegunterbauten weiterzuleiten.

10.2.2 Konstruktive Anforderungen

Die wesentlichen Anforderungen an die konstruktive Auslegung der Fahrweglager sind:

- (1) Die konstruktive Ausbildung der Fahrweglager ist in Abhängigkeit von der statischen Auslegung des Gesamtsystems Fahrwegüberbauten/Fahrwegunterbauten zu wählen.
- (2) Dem statischen System der Fahrwegüberbauten entsprechend sind geeignete Lagerungssysteme zu wählen (in Abbildung 16 sind als Beispiel bewährte Lageranordnungen von Ein- und Zweifeldträger-systemen angegeben).
- (3) Die Festlegung der Lageranordnung im Trassenverlauf (Abfolge Fest-/ Loslager aufeinanderfolgender Träger und im Zusammenhang mit der Lagerung von Primärtragwerken und anderen Fahrwegüberbauten (z.B. Spurwechseleinrichtungen)) bedarf eines Nachweises der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem.
- (4) Die Fahrweglager und insbesondere die Verankerungen sind robust auszuführen.
- (5) Es ist auszuschließen, dass die Funktion des betroffenen Fahrweglagers durch das Versagen einzelner Teile der Fahrweglager unzulässig beeinträchtigt wird.
- (6) Die Fahrweglager müssen eindeutig identifiziert werden können. Dieses muss ohne Demontage von Anbauteilen erfolgen können.
- (7) Bei diskret gelagerten Fahrwegträgern sind zusätzliche Spannungselemente nicht zulässig. Zur Gewährleistung der Lagesicherheit ist dafür der Abstand der Fahrweglager in y-Richtung („Lager-spreizung“) ausreichend groß zu wählen, wobei alle projektspezifischen Trassierungsparameter und Einwirkungen zu berücksichtigen sind.
- (8) Für den Fall von seltenen Einwirkungen und Einwirkungskombinationen ist es möglich, die erforderliche Lagesicherheit über zusätzliche Haltevorrichtungen, die bei Normalbetrieb gemäß /MSB AG-FW BEM/ aus dem Betrieb nicht beansprucht werden (d.h. inaktiv sind), zu gewährleisten.

Ausführungsgrundlage

Fahrweg

- (9) Durch sachgerechte Wahl der Materialien ist der Verschleiß/die Abnutzung bei den beweglichen Fahrweglagern zu minimieren.
- (10) Mängel, Schädigungen sowie der Verschleiß an Lagern sollen visuell von außen, ohne Öffnen von Verkleidungen erkennbar und diagnostizierbar sein (z.B. Automatisierung).
- (11) Die Fahrweglager sind so auszubilden, dass im Falle von Bauwerkssetzungen die Fahrwegüberbauten mit möglichst geringem Aufwand und in möglichst kurzer Zeit nachjustiert werden können. Die Nachjustierbarkeitsmaße sind projektspezifisch festzulegen. Bei der Wahl der Abstufung der Justageschritte sind die zulässigen Versätze zwischen den Fahrwegüberbauten nach /MSB AG-FW GEO/ zu berücksichtigen.
- Als Richtwerte können in Abhängigkeit von den Fahrwegtypen, in y- und x-Richtung Werte von ± 10 mm (ebenerdiger Fahrweg) bis ± 20 mm (aufgeständerter Fahrweg mit ca. 5 m Stützhöhe) angesetzt werden. In z-Richtung kann der Richtwert zu -20 mm angesetzt werden.*
- (12) Bei Überschreitung der zulässigen Grenzwerte der Verformungen und Versätze ist ein Ausgleich durch Nachstellen der Fahrweglager anzustreben. Ist dies nicht möglich, muss ein einfacher Austausch der Verschleißteile gewährleistet sein.
- (13) Sind Einwirkungen aus Erdbeben oder aus Anprall kreuzenden Verkehrs an den Fahrweg nicht auszuschließen, so ist eine unzulässige Verschiebung der Fahrwegüberbauten durch geeignete zusätzliche Sicherungselemente an den Fahrweglagern zu verhindern.
- (14) Die Position von beweglichen Fahrweglagern muss in x- Richtung (z.B. automatisch) prüfbar sein.
- (15) Die Unterkante der Fahrweglager soll über Oberkante Gelände liegen.
- Richtwert für den Mindestabstand Gelände zu Unterkante Lager: 20 cm*
- (16) Bei unmittelbarem Anschluss der Fahrwegüberbauten an die Fahrwegunterbauten (z.B. bei direkten Verguss von Fahrwegplatten und Fahrwegunterbauten) ist die Dauerhaftigkeit und Sicherheit durch eine robuste und fehlertolerante Konstruktion zu gewährleisten.
- (17) Zur Durchführung von Lagerinstandsetzungen sollen die Fahrwegüberbauten nicht mehr als 5 mm angehoben werden. Der Ansatzort von Pressen zum Anheben der Fahrwegüberbauten ist zu definieren und am Träger zu kennzeichnen.
- (18) Sekundärmaßnahmen bei der Instandhaltung von Fahrweglagern wie z.B. Wicklungsdemontage sollen vermieden werden.
- (19) Die Instandhaltung (Inspektion und ggf. der Tausch von Verschleißteilen) muss bei aufgeständerten Fahrwegen von den Fahrwegüberbauten aus möglich sein (Sonderfahrzeug).

10.2.3 Nachweisführung

Es sind die in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs zu beachten.

Besonders zu beachten sind dabei nachfolgende Anforderungen:

- (1) Die bei der Dimensionierung der Fahrwegüber- und Fahrwegunterbauten angenommenen Reibbeiwerte der beweglichen Fahrweglager sind mit Angabe ihrer Abhängigkeiten und Grenzwerte anzugeben.
- (2) Die angenommenen Reibbeiwerte der Fahrweglager sind nachzuweisen. Die Bewegungsgeschwindigkeit der Lager ist bei der theoretischen Abschätzung der Abnutzung der Fahrweglager (Gebrauchstauglichkeitsnachweis) zu berücksichtigen.

10.2.4 Handhabung, Transport und Montage

- (1) Es wird empfohlen, die Fahrweglager diskret gelagerter Fahrwegträger werkseitig an den Fahrwegüberbauten komplett zu montieren und die Verankerung der Lager im Rahmen der Feinpositionierung der Fahrwegüberbauten in den dafür vorzusehenden Aussparungen der Fahrwegunterbauten zu vergießen.
- (2) Die Lager sind beim Transport der Fahrwegüberbauten vor Beschädigungen zu schützen.
- (3) Es ist eine Montageanweisung für die Befestigung der Fahrweglager an den Fahrwegüber- und Fahrwegunterbauten zu erstellen.

10.3 Erdung / Blitzschutz

10.3.1 Allgemeines

Zur Gewährleistung eines störungsfreien und zuverlässigen Betriebes sind wirksame Erdungs- und Potenzialausgleichsanlagen vorzusehen.

Die Ableitung von aus Blitzeinwirkung auf das Fahrzeug resultierenden Überspannungen wird über die Funktionsebenen des Fahrweges vorgenommen.

Neben den allgemeinen Vorschriften zur Auslegung von Erdungs- und Blitzschutzanlagen der DIN VDE 0100, DIN 18014, DIN VDE 0101 und DIN VDE 0185 sind nachfolgende Anforderungen zu beachten.

10.3.2 Funktionale Anforderungen

- (1) Zum Schutz von Personen und gegen die Auswirkungen elektrostatischer Aufladungen sowie im Hinblick auf die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) sind die elektrischen Einwirkungen aus:
 - Blitzeinschlägen,
 - Potentialunterschieden und
 - systembedingten Erdungs- und Fehlerströmen aller Bauteile und Baugruppen des Fahrweges über eine Erdungs- und Blitzschutzanlage der Fahrwegüber- und Fahrwegunterbauten in das Erdreich abzuleiten. Dabei sind alle elektrisch leitenden Bauteile und Baugruppen des Fahrweges mit einzubeziehen.
- (2) Sämtliche elektrische Verbindungen sind so auszuführen, dass sie den spezifizierten Beanspruchungen bei den projektspezifischen Umweltbedingungen während der gesamten Nutzungsdauer zuverlässig standhalten.
- (3) Für die Schnittstelle Fahrweg/Fahrzeug ist der Fahrweg so auszuführen, dass über die Funktionsebenen des Fahrweges:
 - die Erdung des Fahrzeugs im abgesetzten Zustand
 - die Ableitung von aus Blitzeinwirkung auf das Fahrzeug resultierenden Überspannungensichergestellt ist.

10.3.3 Konstruktive Anforderungen

- (1) Als Fangeinrichtung des Blitzschutzes müssen die an den Kragarmen der Fahrwegüberbauten befestigten Seitenführschiene und ggf. vorhandenen metallischen Gleitleisten in das Blitzschutzsystem einbezogen werden.
- (2) Fahrwegausrüstung, für welche gemäß geltenden Normen Erdungs- und Blitzschutzanschlüsse vorzusehen ist, soll in das Blitzschutzsystem der Fahrwegüberbauten integriert werden. Das Erdungskabel der Motorwicklung ist am Trägeranfang und –ende und auf beiden Seiten des Fahrwegträgers in das Erdungs- und Blitzschutzsystem zu integrieren. Für Fahrwegträger Typ III sollten die Abstände zwischen zwei Anschlusspunkten in Fahrweglängsrichtung 30 m nicht überschreiten. *Hinweis: Entsprechende Anschlusspunkte an das Erdungs-/ Blitzschutzsystem sind projektspezifisch bereits bei der Trägerkonstruktion zu berücksichtigen.*
- (3) Das Erdungs-/ Blitzschutzsystem der Fahrwegüberbauten ist mit dem Erdungs-/ Blitzschutzsystem der Fahrwegunterbauten zu verbinden. Hierfür sind an jedem Stützenort die Erdungsleiter der Fahrwegüber- und Fahrwegunterbauten an außenliegende Anschlussstellen herauszuführen, so dass eine elektrisch leitende Verbindung hergestellt werden kann. Für Fahrwegträger-Typ III ist dies an jeder ersten und letzten Stützscheibe vorzusehen.

Ausführungsgrundlage

Fahrweg

- (4) Für Prüf- und Messaufgaben, aber auch für in das Erdungssystem einbezogene externe Einrichtungen, die in das Erdungssystem einzubeziehen sind, sind im unteren Bereich der Stützen Anschlussstellen an das Erdungs-/ Blitzschutzsystem vorzusehen. Genaue Lage und Anzahl dieser Anschlusspunkte sind projektspezifisch festzulegen.
- (5) Die Bewehrungsstähle mit der Funktion der Ableitung von Blitzströmen sind in den Bewehrungsplänen zu kennzeichnen.
- (6) Die Bewehrungsstähle mit der Funktion der Ableitung von Blitzströmen sind entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik miteinander dauerhaft und elektrisch leitend zu verbinden.
- (7) Die in /MSB AG-GESAMTSYS/ und /MSB AG-FW GEO/ definierten Freiräume sind zu berücksichtigen.
- (8) Die außen liegenden Anschluss- und/oder Verbindungsstellen müssen ohne Demontage von Verkleidungen visuell inspizierbar sein (z.B. mit Hilfe automatischer Bildverarbeitung).
- (9) Sämtliche elektrische Verbindungen sind so auszuführen, dass sie den spezifizierten Beanspruchungen bei den projektspezifischen Umweltbedingungen während der gesamten Nutzungsdauer zuverlässig standhalten.
- (10) Bei der Dimensionierung ist ein ausreichender mechanischer Schutz der außenliegenden elektrischen Verbindungsleiter sicher zu stellen.

10.3.4 Nachweisführung

Es sind die in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs zu beachten.

Besonders zu beachten sind dabei nachfolgende Anforderungen:

- (1) Die Auslegung des Erdungs- und Blitzschutzsystems ist dem Stand der Technik entsprechend sachgerecht durchzuführen und zu dokumentieren (Dimensionierung und Ausführung / Konstruktion).
- (2) Die Eignung der geplanten Maßnahmen ist durch die zuständige Aufsichtsbehörde und ggf. deren Sachverständige prüfen zu lassen.
- (3) Für die Ausführungsplanung ist der Nachweis der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem zu erbringen.
- (4) Nach Fertigstellung des Fahrwegs sind der Erdungswiderstand der Fahrwegunterbauten (Fundament-erder) und der Durchgangswiderstand zwischen Fahrwegüberbau- und Fahrwegunterbau stichprobenartig und in Abstimmung mit der Aufsichtsbehörde zu messen und zu protokollieren.

10.3.5 Handhabung, Transport und Montage

- (1) Vor Ort sind die elektrischen Verbindungen zwischen den Fahrwegüberbauten und zwischen den Fahrwegunterbauten herzustellen.
- (2) Die Zugänglichkeit der Anschlussstellen ist bei der konstruktiven Auslegung zu berücksichtigen.
- (3) Es wird empfohlen, vorkonfektionierte Verbindungsleitungen zu verwenden.

10.4 Trägerspaltabdeckungen

10.4.1 Allgemeines

Die Querspalte zwischen aufeinander folgenden Fahrwegträgern sind gemäß Kapitel 7.3 (9) zu schließen, da diese Spalte zu unzulässigen aerodynamischen Belastungen für das Fahrzeug (Druckschwankungen im Unterbugbereich) führen können.

Nachfolgend werden die systemtechnischen Anforderungen an eine hierfür erforderliche Trägerspaltabdeckung spezifiziert.

10.4.2 Funktionale Anforderungen

- (1) Die Druckschwankungen zwischen Fahrwegoberseite und Fahrzeugboden bei Überfahrt von Trägerspalten mit dem Fahrzeug sind zu reduzieren/verhindern.

10.4.3 Konstruktive Anforderungen

Die konstruktiven Anforderungen an Trägerspaltabdeckungen sind:

- (1) Sachgerechte Wahl des Materials und der Verbindungen;
- (2) Sachgerechte Wahl des Korrosionsschutzes;
- (3) Berücksichtigung der Bewegungen des Fahrweges (Temperatur und Unterbautenverformungen);
- (4) Robuste und fehlertolerante Konstruktion aller Bauteile und Baugruppen;
- (5) Minimierung des Instandhaltungsaufwandes;
- (6) Optimierung der Inspizierbarkeit;
- (7) Minimierung möglicher negativer Auswirkungen auf Aerodynamik und Schall;
- (8) Berücksichtigung von Schwingungen des Fahrwegs;
- (9) Berücksichtigung möglicher mechanischer und funktionaler Rückwirkungen auf den Fahrweg;
- (10) Mögliche Einbauträume sind bauartspezifisch festzulegen;
- (11) Ausschluss von Freiraumverletzungen infolge von Bauteilausfällen;
- (12) Minimierung von Niederschlagsansammlungen;
- (13) Berücksichtigung von aerodynamischen Einwirkungen aus der Fahrzeugüberfahrt (Druck/Sog);
- (15) die Oberseite der Fahrwegüberbauten soll eben ausgeführt werden.

10.4.4 Nachweisführung

Es sind die in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs zu beachten.

10.4.5 Handhabung, Transport und Montage

Bei besonderen Anforderungen an die Montage und Handhabung sind diese im Rahmen einer Montage- und Abnahmevorschrift festzulegen.

11 Sonstige Anbauten

11.1 Allgemeines

Unter der Bezeichnung "Sonstige Anbauten" werden alle zusätzlichen Baugruppen/Bauteile zusammengefasst, die an den Fahrwegüberbauten und/oder Fahrwegunterbauten befestigt werden und nicht bereits in den vorigen Kapiteln der Fahrwegausrüstung behandelt wurden.

Beispiele dieser sonstigen Anbauten sind:

- (1) *Vorrichtungen zur Instandhaltung (z.B. Steigleitern und Schutzgeländer);*
- (2) *Temporäre Anbauten zur Erprobung neuer Baugruppen/Bauteile;*
- (3) *Vorrichtungen zur Evakuierung von Fahrgästen.*

11.2 Funktionale Anforderungen

- (1) Die Anbauten müssen so beschaffen sein, dass sie allen Beanspruchungen bei den projektspezifischen Betriebs- und Umweltbedingungen während der geforderten Nutzungsdauer zuverlässig standhalten.
- (2) Die Anbauten müssen so beschaffen sein, dass sie keine unzulässigen Rückwirkungen auf den Betrieb haben.
- (3) Die spezifischen funktionalen Anforderungen an die Baugruppen und Bauteile der sonstigen Anbauten sind im Einzelnen zu definieren.

11.3 Konstruktive Auslegung

Die konstruktive Auslegung der Anbauten ist abhängig von den spezifischen Erfordernissen unter Berücksichtigung nachfolgender allgemeiner Gesichtspunkte zu gestalten:

- (1) Sachgerechte Wahl des Materials und der Verbindungen;
- (2) Sachgerechte Wahl des Korrosionsschutzes;
- (3) Robuste und fehlertolerante Konstruktion;
- (4) Minimierung des Instandhaltungsaufwandes;
- (5) Minimierung möglicher negativer Auswirkungen auf Aerodynamik und Schall;
- (6) Berücksichtigung von Schwingungen des Fahrwegs infolge von dynamischen Lasteinwirkungen aus dem Betrieb und der Umwelt;
- (7) Berücksichtigung möglicher mechanischer und funktionaler Rückwirkungen auf den Fahrweg;
- (8) Berücksichtigung von möglichen plastischen und elastischen Verformungen des Fahrwegs;
- (9) Berücksichtigung möglicher funktionaler Rückwirkungen auf das Gesamtsystem (z.B. Funksystem);
- (10) mögliche Einbauräume, Geometrie und zulässigen Toleranzen im Bereich des Fahrwegs sind projektspezifisch festzulegen;
- (11) Freiraumverletzungen infolge von Bauteilausfällen sind konstruktiv auszuschließen.

11.4 Nachweisführung

Es sind allgemein die in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs zu beachten.

Besonders zu beachten sind dabei nachfolgende Anforderungen:

- (1) Für alle Konstruktionen muss der Nachweis der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem erbracht werden.
- (2) Abhängig von der Art und Konstruktion der sonstigen Anbauten sind ggf. weitere Anforderungen an die Nachweisführung zu berücksichtigen.
- (3) Die Lastannahmen und die Gebrauchstauglichkeit sind durch Messungen sowohl in der Entwicklung an Prototypen als auch bei der Inbetriebnahme am realisierten System nachzuweisen.

11.5 Handhabung, Transport und Montage

- (1) Die sonstigen Anbauten sind sachgerecht zu handhaben und zu montieren.
- (2) Bei besonderen Anforderungen an die Montage und Handhabung sind diese im Rahmen einer Montage- und Abnahmevorschrift festzulegen.

12 Spurwechseleinrichtungen

12.1 Allgemeines

Die möglichen Bauarten/Typen von Spurwechseleinrichtungen sind in Abbildung 7 zusammengestellt.

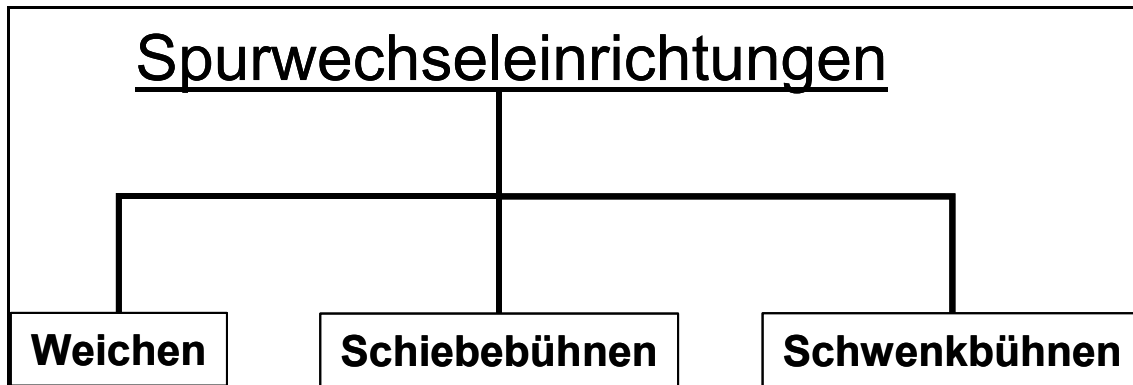


Abbildung 7: Bauarten/Typen von Spurwechseleinrichtungen

Der Einsatz der einzelnen Typen von Spurwechseleinrichtungen ist abhängig von den betrieblichen Anforderungen.

Diese lassen sich in

- (1) Spurwechseleinrichtungen, die keine Fahrtunterbrechung erfordern (Weichen und Überleitverbindungen als Kombinationen von Weichen) und
- (2) Spurwechseleinrichtungen, die eine Fahrtunterbrechung erfordern (Schiebebühnen, Schwenkbühnen),

unterteilen.

Abhängig von der Geometrie (Biegelinie) können Weichen in Abbiegestellung mit verschiedenen Geschwindigkeiten befahren werden (übliche Einteilung: Langsamfahrweiche und Schnellfahrweiche, siehe /MSB AG-FW TRAS/).

Durch Kombination von Weichen können Überleitverbindungen, die den Wechsel auf eine parallel verlaufende Fahrspur ermöglichen, realisiert werden (siehe /MSB AG-FW TRAS/).

Die Spurwechseleinrichtungen setzen sich in der Regel aus folgenden Hauptbaugruppen zusammen:

- Fahrwegüberbau (z.B. Biegeträger mit Fahrquerträger und Widerlager);
- Stellelemente (i.d.R. elektromechanische Antriebe);
- Verriegelungseinrichtungen;
- Dehnspaltüberbrückungen;
- Sensorik und Steuerung;
- Energieversorgung;
- Schalthäuser;
- Fahrwegausrüstung.

12.2 Funktionale Anforderungen

Im Hinblick auf die betriebliche Sicherheit (Einbindung in die Betriebsleittechnik) und die Verfügbarkeit sind nachfolgende funktionale Anforderungen zu berücksichtigen:

- (1) Die Spurwechseleinrichtungen müssen einen sicheren, zuverlässigen Fahrspurwechsel für Fahrzeuge und Sonderfahrzeuge ermöglichen.
- (2) *Die Information über den Status „Spurwechseleinrichtung sicher befahrbar“ wird von der Betriebsleittechnik BLT zur Prüfung benötigt.*

Dazu muss die Spurwechseleinrichtung für die BLT die geforderten Signale bereitstellen.

- (3) Nach Erreichen einer sicheren Endlage muss die Spurwechseleinrichtung unabhängig von Ausfällen in der Sensorik, Überwachung oder Energieversorgung ihre sichere Endlage beibehalten.
- (4) Es muss durch die Konstruktion der Spurwechseleinrichtung sichergestellt werden, dass ein Verlassen der gesicherten Endlage ohne Freigabe durch die BLT nicht möglich ist.
- (5) Der Ausfall einer einzelnen elektrischen, elektronischen oder elektromechanischen Baugruppe in Stell- und Verriegelungseinrichtungen, Steuerung, Überwachung bzw. Stromversorgung muss ohne Auswirkung auf die Verstellbarkeit und die richtige Meldung über den Zustand (sichere Endlage) und die Lage der Spurwechseleinrichtung (z.B. Geradeausstellung) an die BLT bleiben.
- (6) Auch bei Ausfall einer einzelnen mechanischen Baugruppe muss die richtige Meldung über den Zustand (sichere Endlage) und die Lage der Spurwechseleinrichtung (z.B. Geradeausstellung) an die BLT erfolgen.
- (7) Eine Diagnoseeinrichtung zur Online-Diagnose ist zu integrieren.
- (8) Eine Einrichtung zur Vor-Ort-Verstellung der Spurwechseleinrichtungen ist vorzusehen (Ortsstellbetrieb).

12.3 Konstruktive Anforderungen

- (1) Der Austausch der Konstruktion ist bereits bei der Planung zu berücksichtigen, wenn die Nutzungsdauer der Spurwechseleinrichtung nicht der Nutzungsdauer der Strecke entspricht, .
- (2) Der Zeitaufwand für den Tausch von Baugruppen/Bauteilen der Spurwechseleinrichtung muss den betrieblichen Randbedingungen entsprechen. Festlegungen hierzu müssen projektspezifisch erfolgen.
- (3) Bei der Dimensionierung der Antriebs Elemente der Spurwechseleinrichtungen sind die projektspezifisch festzulegenden Verstellzeiten zu berücksichtigen.
- (4) Durch die Steuerung und Überwachung ist auszuschließen, dass infolge des Fehlverhaltens einzelner Stellantriebe die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit der Spurwechseleinrichtungen oder seiner Bauteile und Baugruppen unzulässig beeinträchtigt werden (z.B. durch eine Gleichlaufüberwachung). Die Einwirkungen aus dem Fehlverhalten sind in die Nachweisführung der Spurwechseleinrichtungen aufzunehmen.
- (5) Die Einrichtungen zum Verstellen und Verriegeln der Spurwechseleinrichtungen sind mit robusten, möglichst wartungsarmen und fehlertoleranten Baugruppen auszuführen.
- (6) Eine unterbrechungsfreie Stromversorgung ist für die Sicherung der Spurwechseleinrichtungen zu gewährleisten.
- (7) Alle Baugruppen/-teile sollen so ausgebildet/integriert werden, dass der Instandhaltungsaufwand minimiert wird.

Ausführungsgrundlage

Fahrweg

-
- (8) Zur Erreichung hoher Verfügbarkeit der Spurwechseleinrichtungen ist funktionale Redundanz der Antriebe zu realisieren.
 - (9) Die Fahrwegunterbauten von ebenerdigen Spurwechseleinrichtungen bestehen aus Gründung mit Elementen zur Auflagerung und Verriegelung der Fahrquerträger.
 - (10) Die Fahrwegunterbauten von aufgeständerten Spurwechseleinrichtungen bestehen aus Gründung, Stützen und Stützenkopflplatten mit Elementen zur Auflagerung und Verriegelung der Fahrquerträger.
 - (11) Das statische System der Spurwechseleinrichtungen ist in Abhängigkeit von den statischen und systemtechnischen Anforderungen (z.B. Biegelinie) zu definieren. Die Festlegung des statischen Systems bedarf eines Nachweises der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem.
 - (12) Die trassierungstechnischen Anforderungen an Spurwechseleinrichtungen sind in /MSB AG-FW TRAS/ festgelegt.
 - (13) Die Anforderungen an die Geometrie der Funktionsebenen sind in /MSB AG-FW GEO/ festgelegt.
 - (14) Auflagerungen sind zur Abtragung der Auflagerkräfte mit Halte-/Abhebesicherungen und Verriegelungen auszurüsten, welche die Spurwechseleinrichtung unter Berücksichtigung aller Einwirkungen aus Betrieb und Umwelt zuverlässig in der geforderten Lage halten.
 - (15) Als Zwischenelemente zwischen den beweglichen Fahrwegüberbauten der Spurwechseleinrichtungen und den Fahrwegüberbauten des anschließenden Fahrweges bzw. dem beweglichen Ende einer anschließenden Spurwechseleinrichtung sollen kurze Fahrwegelemente (Widerlager; $L \geq 1,032$ m) verwendet werden. In diese Widerlager sind die Baugruppen zur Verriegelung und ggf. zur Spaltüberbrückung zu integrieren.
 - (16) Für die Baugruppen und Bauteile der Spurwechseleinrichtungen sind möglichst robuste Produkte zu verwenden.
 - (17) Zur Gewährleistung eines störungsfreien Winterbetriebs sind ggf. schnee- und eisempfindliche Stell-einrichtungen zu beheizen und gegen Schneeansammlung und -verdichtung zu schützen.
 - (18) Niederschlagswasser ist generell so abzuführen, dass eine Vereisung zwischen sich bewegenden Teilen ausgeschlossen werden kann.
 - (19) Die Struktur der Steuerung der Spurwechseleinrichtung und die Struktur der Schnittstellen zur Sicherung der Spurwechseleinrichtungen sind projektspezifisch, in Abstimmung mit der Betriebsleittechnik zu definieren. Geeignete Einbauträume sind vorzusehen.
 - (20) Die Ansteuerung und Überwachung der Stell- und Verriegelungseinrichtungen (zum Anfahren der von der BLT vorgegebenen Stellposition) erfolgt in der Regel nach Veranlassung durch die BLT. Eine Einrichtung zum manuellen Verstellen der Spurwechseleinrichtungen ist vorzusehen.
 - (21) Für die Steuerungs-, Sicherungs- und Stromversorgungseinrichtungen sind (möglichst standardisierte) Gebäude (ggf. Räumlichkeiten in bestehenden Gebäuden) in direkter Nähe der Spurwechseleinrichtungen vorzusehen.
Diese Gebäude zählen zur Streckenperipherie.
 - (22) Für die Rückführung der Kabel der Langstatorwicklung vom beweglichen zum festen Weichenende sind geeignete Aufnahmevorrichtungen vorzusehen.
 - (23) Es wird empfohlen für Spurwechseleinrichtungen eine Beleuchtungsmöglichkeit vorzusehen. Bei aufgeständerten Spurwechseleinrichtungen kann die Montage einer Arbeitsfläche (z.B. Gitterrost) unter den Durchlaufträgern sinnvoll sein. Beides dient der Beschleunigung von Instandhaltungsmaßnahmen während der Betriebspausen.
 - (24) Die Kompatibilität der am beweglichen Weichenende entstehenden Querspalte (zum angrenzenden Fahrweg) mit den Anforderungen des Gesamtsystems ist nachzuweisen.
-

12.4 Nachweisführung

Es sind allgemein die in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs zu beachten.

Besonders zu beachten sind dabei nachfolgende Anforderungen:

- (1) Besonderes Augenmerk bei der Erprobung und Inbetriebnahme von Spurwechseinrichtungen hat dem Nachweis der Einbindung der Spurwechseinrichtungen in die BLT zu gelten.
- (2) Die Einhaltung der geforderten Stellzeiten einer jeden eingebauten Spurwechseinrichtung ist nachzuweisen.
- (3) Die der Dimensionierung zu Grunde zu legende Verstellhäufigkeit ist projektspezifisch festzulegen.
- (4) Vorgaben für die geforderte Zuverlässigkeit der Baugruppen/Bauteile (z.B. MTBF-Werte) haben projektspezifisch zu erfolgen.
- (5) Die zum Betrieb der Spurwechseinrichtungen erforderliche elektrische Leistung ist projektspezifisch für die Dimensionierung der Energieversorgung zu ermitteln.
- (6) Bei Spurwechseinrichtungen ist der Nachweis der korrekten Lage der Magnetschnellbahnspezifischen Fahrwegausrüstung für jeden möglichen zu betrachtenden Betriebszustand (z.B. Abbiege- und Geradeausstellungen bei Weichen) zu erbringen.

12.5 Handhabung, Transport und Montage

- (1) Für den sachgerechten Transport und die fehlerfreie Montage der Spurwechseinrichtungen sind jeweils Anweisungen zu erstellen.

13 Sonderbauwerke

13.1 Tunnel

13.1.1 Allgemeines

Die Anforderungen an Tunnel sind in /MSB AG-GESAMTSYS/ zu entnehmen.

13.2 Primärtragwerke

13.2.1 Allgemeines

Unter dem Begriff "Primärtragwerk" werden alle Bauwerke zusammengefasst, die als Zwischenkonstruktion anstelle der üblichen Fahrwegunterbauten die Fahrwegüberbauten aufnehmen und deren Lasten über eine eigene Gründung in den Baugrund ableiten. In der Regel werden Primärtragwerke eingesetzt, um große Spannweiten zu überbrücken (z.B. Talbrücken).

13.2.2 Funktionale Anforderungen

- (1) Die funktionalen Anforderungen an die Primärtragwerke entsprechen den Anforderungen an die Fahrwegunterbauten (siehe Kapitel 8).
- (2) Darüber hinaus kann die Berücksichtigung orts- und/oder projektspezifischer Anforderungen zur Aufnahme einzelner Baugruppen der Streckenperipherie erforderlich sein.

13.2.3 Konstruktive Anforderungen

- (1) Die erforderliche Aufnahme von Elementen/Baugruppen der sonstigen Fahrwegausrüstung oder Streckenperipherie ist unter Nachweis der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem projektspezifisch festzulegen.
- (2) Die Notwendigkeit, Begleitstege zur Evakuierung von Personen und sonstige Rettungseinrichtungen vorzusehen, ist individuell in Abhängigkeit vom projektspezifischen Sicherheits- und Betriebskonzept festzulegen.
- (3) Bei Primärtragwerken in Zwei- oder Mehrfeldbauweise soll das Festlager im mittleren Primärtragwerk-bereich angeordnet werden.
- (4) Bei großen Spannweiten sind die am Übergang zum anschließenden Fahrweg entstehenden Spalte durch projektspezifisch zu definierenden Maßnahmen so zu begrenzen, dass die in /MSB AG-FW BEM/ und /MSB AG-FW GEO/ angegebenen Grenzwerte nicht überschritten werden. Dabei sind im Wesentlichen die temperaturbedingten Verschiebungen und/oder Verformungen des Fahrwegs auf dem Primärtragwerk in x- und y-Richtung und die unterschiedlichen Setzungen in z-Richtung in Bezug auf den anschließenden Fahrweg zu berücksichtigen.
- (5) Die projektspezifischen Anforderungen für den Winterdienst sind einzuhalten (z.B. herabfallender Schnee bei Räumung über Kreuzungsbereichen).

13.2.4 Nachweisführung

Es sind allgemein die in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs zu beachten.

Besonders zu beachten sind dabei nachfolgende Anforderungen:

- (1) Das dynamische Verhalten des Primärtragwerkes ist nachzuweisen.
- (2) Setzungen, Dehnspalte und Neigungsänderungen am Übergang zum anschließenden Fahrweg sind nachzuweisen.

- (3) Die Beanspruchungen und die Gebrauchstauglichkeit sind durch Messungen bei der Inbetriebnahme am realisierten System nachzuweisen. Der Umfang ist mit der Aufsichtsbehörde abzustimmen.
- (4) Die zur Berechnung der aus unterschiedlichen Bauwerkstemperaturen resultierenden Abweichungen in der Geometrie der Funktionsebenen (zwischen Primärtragwerk und anschließendem Fahrweg) angesetzten theoretischen Annahmen sind messtechnisch nachzuweisen.

13.2.5 Handhabung, Transport und Montage

Für den sachgerechten Transport und die fehlerfreie Montage der einzelnen Bauteile und Baugruppen auf dem Primärtragwerk sind projektspezifische Anweisungen zu erstellen.

14 Streckenperipherie

14.1 Allgemeines

Die Streckenperipherie umfasst

- (1) *systemtechnisch erforderliche kleinere bauliche Anlagen, die im näheren Umfeld der Trasse benötigt werden (z.B. Funkmaste, Schaltstellen), und*
- (2) *sonstige erforderliche bauliche Anlagen, die in ihrer Lage dem Fahrweg folgen (z.B. Schallschutzwand, Sichtschutz, Abkommensschutz, etc.).*

Zur Streckenperipherie zählen z.B.:

- Schalthäuser des Antriebs;*
- Schalthäuser der Spurwechseleinrichtungen;*
- Funkmaste;*
- Kabelkanäle;*
- Einfriedungen;*
- Anprallschutzbauwerke;*
- Schallschutzbauwerke;*
- Sichtschutzbauwerke;*
- Stützwände, Tröge.*

14.2 Funktionale Anforderungen

Die funktionalen Anforderungen an die Anlagen der Streckenperipherie ergeben sich aus ihren Aufgaben und sind daher individuell verschieden.

Die Anlagen müssen jedoch alle so beschaffen sein, dass sie

- (1) allen Beanspruchungen bei den projektspezifischen Betriebs- und Umweltbedingungen (wie z.B. den Beanspruchungen infolge aerodynamischer Einwirkungen, Erschütterungen, Berücksichtigung des Eigenschwingungsverhaltens) zuverlässig während der geforderten Nutzungsdauer standhalten und
- (2) keine unzulässigen Rückwirkungen auf den Betrieb haben.

14.3 Konstruktive Anforderungen

- (1) Die konstruktiven Anforderungen an die Baugruppen/Bauteile der Streckenperipherie sind projektspezifisch festzulegen.
- (2) Für Bauteile der Streckenperipherie ist ein Nachweis der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem zu führen.

Dies betrifft insbesondere auch die Anordnung der Bauteile und Baugruppen in der Planung.

14.4 Nachweisführung

- (1) Die Nachweise für die Anlagen der Streckenperipherie sind nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung möglicher Magnetschnellbahn-spezifischer Einwirkungen zu führen.

- (2) Dabei sind allgemein die in Kapitel 6.4 angegebenen übergeordneten Anforderungen an die Nachweisführung des Fahrwegs zu beachten.

14.5 Handhabung, Transport und Montage

- (1) Für die einzelnen Anlagen der Streckenperipherie sind, soweit in der Ausführungsplanung noch nicht festgelegt, Anweisungen für Handhabung, Transport und Montage zu erstellen. Darauf kann bei bewährten untergeordneten Bauteilen/Baugruppen verzichtet werden.

15 Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung

15.1 Allgemeines

Um die Einhaltung der Anforderungen an den Fahrweg sicherstellen zu können, ist eine umfassende Qualitätssicherung in allen Phasen von der Planung bis zur Herstellung und Nutzung des Fahrweges erforderlich.

Diese Phasen sind:

- Entwicklung;*
- Planung (Entwurfs-/Ausführungsplanung der Streckenführung und baulichen Anlagen);*
- Nachweisführung (Bemessung und Qualifikation);*
- Herstellung (Fertigung, Ausrüstung, Transport und Montage);*
- Inbetriebnahme und Probetrieb;*
- Instandhaltung (Inspektion, Wartung, Instandsetzung).*

Die Maßnahmen zur Sicherstellung der erforderlichen Qualität des Fahrweges sind in einem übergreifenden Qualitätsmanagementsystem (QS) - angelehnt an die DIN ISO 9000ff - festzulegen. Dieses System hat alle Aspekte der Qualitätssicherung zu berücksichtigen und ist durch den Lieferanten direkt nach Projektbeginn (z.B. in Form von Prüfspezifikationen, Prüfanweisungen oder Arbeitsanweisungen) mit den zuständigen Aufsichtsbehörden abzustimmen.

Der Lieferant/Hersteller muss durch Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung sicherstellen, dass

- (1) die Einhaltung der systemtechnischen und sicherheitstechnischen Anforderungen entwicklungs- und fertigungsbegleitend sichergestellt, nachgewiesen und dokumentiert wird. Ziel der Qualitätssicherung ist, die Einhaltung der Mindestanforderungen durch Prüfung der geforderten Nachweise sicherzustellen und zu dokumentieren. Dies ist die Voraussetzung für die ordnungsgemäße Integration des Teilsystems Fahrweg in das Gesamtsystem.
- (2) die entsprechende Qualitätsdokumentation für seinen Lieferanteil bereitgestellt wird.
- (3) die projektabhängigen Qualitätsrisiken analysiert werden und geeignete Maßnahmen individuell festgelegt werden.

Die Analyse sollte vor Projektbeginn und in Zusammenarbeit zwischen den Teilsystemen (Fahrweg, Fahrzeug, Antrieb/Energieversorgung und BLT), zuständiger Aufsichtsbehörde und Bauherrn erfolgen. Hierbei sind nochmals alle Schnittstellen des Teilsystems Fahrweg mit denen der anderen Teilsysteme abzugleichen.

- (4) in festzulegenden Abständen (z.B. am Ende einzelner Projektphasen) oder beim Auftreten unerwarteter Sachverhalte eine Bewertung und ggf. eine Anpassung der festgelegten Maßnahmen durchgeführt wird.
- (5) die Ergebnisse der Qualitätssicherung in geeigneter Form (Prüfberichte, Ergebnisprotokolle, etc.) dokumentiert, nachvollziehbar archiviert und für die Instandhaltung bei der späteren Nutzung in geeigneter Form bereitgestellt werden.
- (6) die Nutzung des Fahrweges in Übereinstimmung mit den projektspezifischen Anforderungen stattfinden kann.

Im Detail wird hierzu empfohlen, dass

- (1) *alle erforderlichen Anforderungen spezifiziert werden.*
- (2) *die erforderlichen Designregeln und -methoden aufgestellt und auf die Projekttechniken und -technologien abgestimmt werden.*
- (3) *Methoden, Verfahren und Werkzeuge festgelegt und eingesetzt werden, um nachzuweisen, dass alle Anforderungen verifiziert wurden (z.B. durch Analyse, Prüfung, Test, Design-Review, Audit).*
- (4) *es für jede Baugruppe/Bauteil eine festgelegte Qualifikationsanforderung gibt, die den Nachweis ermöglicht, dass die Einheit so ausgelegt und ausgeführt wurde, dass sie alle projektspezifischen Anforderungen aus Betrieb und Umwelt zuverlässig erfüllt.*
- (5) *das Design herstellbar und wiederholbar und das daraus resultierende Produkt verifizierbar und innerhalb der vorgegebenen Einsatzgrenzen einsetzbar ist.*
- (6) *angemessene Überwachungsmaßnahmen für die Beschaffung von Komponenten, Materialien, Software- und Hardwareelementen und Dienstleistungen getroffen werden.*
- (7) *Fertigung, Integration, Test und Instandhaltung nachweislich so durchgeführt werden, dass das Endprodukt der gültigen Konfiguration entspricht.*
- (8) *ein Überwachungssystem für Nichtkonformitäten eingeführt und aufrechterhalten wird, um diese systematisch zu verfolgen und ihr wiederholtes Auftreten zu verhindern.*
- (9) *Qualitätsaufzeichnungen geführt und analysiert werden, um Trends rechtzeitig für Vorbeugungs-/Korrekturmaßnahmen zu erfassen und zu berichten.*
- (10) *alle erforderlichen Prüfmittel und Werkzeuge zum Prüfen, Messen und Testen von Baugruppen/Bauteilen vorhanden sind und regelmäßig kalibriert werden, um ihre Genauigkeit sicherzustellen.*
- (11) *Verfahren und Anweisungen für Kennzeichnung, Getrennthaltung, Handhabung, Verpackung, Konservierung, Lagerung und Transport aller Baugruppen/Bauteile eingeführt werden.*

15.2 Nachweis des Fahrweges bezüglich der Kompatibilität zum Gesamtsystem

Der Nachweis der Kompatibilität der Bauteile und Baugruppen des Fahrweges mit dem Gesamtsystem ist projektspezifisch zu planen und durchzuführen.

Die Verantwortung hierfür obliegt dem Lieferanten des Fahrweges bzw. des jeweiligen Bauteils oder der jeweiligen Baugruppe.

Der Nachweis dient sowohl der Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit (Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Funktionalität) des jeweiligen Bauteils / der Baugruppe bei Verwendung innerhalb des Gesamtsystems, als auch der Sicherstellung der Funktion des Gesamtsystems bei Verwendung des jeweiligen Bauteils / der Baugruppe.

Der Nachweis der Kompatibilität mit dem Gesamtsystem beinhaltet die Prüfung der Einhaltung der systemtechnischen Mindestanforderungen

- (1) von Entwicklungs- und Konstruktionsunterlagen.
- (2) an die Trassierung (fahrdynamische Prüfung, geometrische Trassenprüfung, Prüfung der Stützenteilung und damit verbunden die magnetschnellbahn-spezifische Fahrwegausrüstung).
- (3) an projektspezifische Planungs- und Ausführungsunterlagen inkl. der geplanten Anordnung der Fahrwegausrüstung und Streckenperipherie.

Ausführungsgrundlage

Fahrweg

- (4) an die Herstellungs- und Montageprozesse.
- (5) an die realisierten Baugruppen und Bauteile des Fahrwegs.
- (6) an die projektspezifisch zu definierenden Messungen (z.B. Schall, Fahrkomfort, Aerodynamik, Erschütterungen, Interaktion Fahrweg/Fahrzeug).

Für die Prüfung der Einhaltung der systemtechnischen Mindestanforderungen an realisierten Baugruppen und Bauteilen des Fahrwegs sind zumindest folgende Nachweise zu erbringen:

- (7) Nachweis Qualitätssicherung im Werk (z.B. der geometrischen Kontrolle von Fahrwegträgern);
- (8) Nachweis der Durchführung der Zwischeninspektion des Fahrwegs nach der Feinpositionierung als Voraussetzung für eine Freigabe für das Befahren mit fahrweggebundenen Sonderfahrzeugen (und der anschließenden baustellenseitigen Installation der Fahrwegausrüstung);

Die Zwischeninspektion des Fahrwegs muss zumindest folgendes umfassen:

- die Feststellung positiver Ergebnisse der Güteprüfungen der Baustoffe bzw. Bauteile im Rahmen der Bauausführung;
- eine Sichtprüfung auch schwer zugänglicher Bauteile, schwerpunktmäßig die Befestigung der tragenden und lastabtragenden Bauteile und Baugruppen (z.B. Lager, Kragarm);
- die Dokumentation der Prüfung und aller festgestellten Abweichungen vom Soll-Zustand.

- (9) Nachweis der Durchführung der abschließenden systemtechnischen Inspektion des Fahrweges nach abgeschlossener Installation der Fahrwegausrüstung als Voraussetzung für eine Freigabe für das Befahren mit Fahrzeugen;

Die abschließende systemtechnische Inspektion muss zumindest folgendes umfassen:

- die Feststellung und Dokumentation der Beseitigung aller Mängel und Schäden und Abweichungen von den Planungsunterlagen;
- die geodätische dreidimensionale Erfassung der Raumkurve der Trasse mit Abweichungen gegenüber dem „Sollzustand“ (wenn nicht bereits im Anschluss an die Montage erfolgt);
- die geodätische dreidimensionale Erfassung der Lage der Fundamente und der Lageebene der Träger/Platten (wenn nicht bereits im Anschluss an die Montage erfolgt);
- den Nachweis über die Einhaltung der systemtechnischen Mindestanforderungen (gemäß /MSB AG-FW ÜBG/ und /MSB AG-FW GEO/);
- die Dokumentation der Prüfung und aller festgestellten Abweichungen vom Soll-Zustand;
- die Dokumentation der Ergebnisse einer ggf. wiederholten Überprüfung nach Abstellung von Abweichungen.

Die abschließende systemtechnische Inspektion dient unter anderem auch der Feststellung des „Nullzustandes“ (Zustand des Fahrweges vor Inbetriebnahme). Dieser Zustand ist Grundlage für die Beurteilung der Auswirkungen aller später auftretenden Änderungen.

Im Anschluss an diese Prüfung und nach der Inbetriebnahme der Fahrzeuge sind zeitnah die Referenzfahrten der automatisierten Messsysteme durchzuführen und diese den geodätischen Messdaten zuzuordnen.

Die in diesem Kapitel geforderten Maßnahmen sind aus systemtechnischer Sicht erforderlich. Sie bilden einen Teil der gesamten Abnahmeprüfung.

Im Zuge der Erstellung der Bauteile durchgeführte Überwachungen und Prüfungen können als Teil der bauaufsichtlichen Abnahme gewertet werden, wenn vorausgesetzt werden kann, dass zwischenzeitlich keine wesentlichen Veränderungen eingetreten sind.

16 Dokumentation

16.1 Allgemeines

Die Dokumentation des Fahrwegs umfasst:

- (1) technische Unterlagen der Fahrwegbauteile und -baugruppen;
- (2) Dokumentation der projektspezifischen Randbedingungen;
- (3) technische Unterlagen zur Bauausführung (inkl. QS-Dokumentation);
- (4) Unterlagen zur Fahrweginstandhaltung.

16.2 Nachweisführung der Baugruppen/Bauteile

- (1) Die Standsicherheitsnachweise (Tragsicherheitsnachweis, Werkstoffermüdungsnachweis), Gebrauchstauglichkeitsnachweis und die zugehörigen Zeichnungen sind unter Berücksichtigung der allgemein anerkannten Regeln der Technik aufzustellen. Für EDV-unterstützte Standsicherheitsnachweise gilt dabei die "Richtlinie für das Aufstellen und Prüfen EDV-unterstützter Standsicherheitsnachweise" /Ri-EDV-AP-2001/.

16.3 Projektspezifische Anforderungen

Die projektspezifischen Randbedingungen (Anforderungen und Vorgaben) für den Fahrweg sind in einer Projektspezifikation für den Fahrweg festzulegen.

Diese Spezifikation soll zumindest folgendes beinhalten:

- (1) projektspezifische Ergänzung der Ausführungsgrundlage Fahrweg;
- (2) projektspezifisches systemtechnisches Fahrwegausstattungsverzeichnis;
- (3) Instandhaltungskonzept / -programm Fahrweg mit Schnittstelle zum übergeordneten Instandhaltungskonzept / -programm des Gesamtsystems;
- (4) Definitionen zur Fahrwegausrüstung (Lage und Kodierung der Lagereferenzleisten, Lage und Anordnung der Statorpakete, Lage und Anordnung der Motorwicklung, Definition der Bereiche mit externer Bordenergieversorgung);
- (5) Definition der Halteplätze;
- (6) Erstellung eines Höchst- und Grenzggeschwindigkeitsprofils aus Fahrwegdimensionierung;
- (7) Untersuchung der Einwirkungen aus der Umwelt (z.B. von Schnee und Eis auf die minimale Gradientenhöhe und / oder Querungen von Infrastruktur).

16.4 Technischen Unterlagen zur Bauausführung

Die technischen Unterlagen zur Bauausführung sollen neben den Konstruktionsunterlagen und Nachweisen von Baugruppen/Bauteilen des Fahrweges und benachbarter Bauten (zeichnerische Darstellung des Bauteils mit entsprechender Vermaßung, Nachweis der Gebrauchstauglichkeit, Nachweis der Dauerfestigkeit, etc.) insbesondere umfassen:

Ausführungsgrundlage

Fahrweg

- (1) Unterlagen zu Anlagen der Streckenperipherie und streckenbegleitender Bauwerke (bezüglich der Einhaltung der systemtechnischen Anforderungen);
- (2) Unterlagen zu Übergängen zwischen Sonderbauten/Sonderkonstruktionen und dem Regelfahrweg (bezüglich der Einhaltung der systemtechnischen Anforderungen);
- (3) Unterlagen zu Schnittstellen des Fahrwegs mit Stationen und Haltestellen (zur Sicherstellung der Einhaltung der systemtechnischen Anforderungen);
- (4) Unterlagen zur Ausführung des gesamten Blitzschutz- und Erdungssystems inkl. aller unzugänglichen Leitungen und Anschlüsse innerhalb der Fahrwegüber- und Fahrwegunterbauten;
- (5) QS-Programme des Fahrwegherstellers zur Realisierung eines Fahrweges (Vorgehensweise zur Sicherstellung, dass die systemtechnischen und sicherheitstechnischen Anforderungen eingehalten werden);
- (6) Ergebnisse der Qualitätssicherung im Werk (z.B. der geometrischen Kontrolle von Fahrwegträgern im Herstellwerk);
- (7) Ergebnisse der Feinpositionierung;
- (8) Trassierung (Grundriss, Gradiente, Querneigung);
- (9) Instandhaltungsprogramme für die einzelnen Bauteile und Baugruppen des Fahrweges;
- (10) Unterlagen über Anbauten am Fahrweg im projektspezifischen systemtechnischen Fahrwegausrüstungsverzeichnis.

16.5 Systemtechnisches Fahrwegausrüstungsverzeichnis

Im Rahmen der Ausführungsplanung ist ein systemtechnisches Fahrwegausrüstungsverzeichnis zu erstellen.

Dieses Dokument soll mindestens folgende Informationen in aufsteigender Kilometrierung einer jeden Spur enthalten:

- Trassierungsdaten (Raumkurve, Radien, Halbmesser, Querneigung, Gradientenhöhe über Gelände, etc.);
- Unterbauten (mit Bauteilnummerierung, Ortsbezug zur Raumkurve, sowie Angaben zu Sonderbauwerken, Spurwechseleinrichtungen und Masse-Feder-Systemen);
- Träger (mit Bauteilnummerierung, Ortsbezug zur Raumkurve, Angabe der exakten Systemlänge des Trägers und Lageranordnung);
- Statorpaketanordnung (für jeden Träger, mit Angabe der Nennspalte am Trägerübergang, Typbezeichnung der verwendeten Statorpakete und ggf. ergänzt um Modulanordnung);
- phasenbezogene Lage der Motorwicklung (in Bezug zur Nutung der Statorpakete) und Definition der Kabelein- und Ausführungen (in Bezug auf die Unterbauten);
- der fahrwegseitigen Baugruppen des Ortungssystems mit Ortsbezug zur Lage der Motorwicklung (z.B. Anordnung und Kodierung der Lagereferenzleisten);
- Halteplatzbereiche;
- Bereiche mit externer Bordenergieversorgung (mit Definition der Kabelaufführungen an den Unterbauten).

Das systemtechnische Fahrwegausstattungsverzeichnis sollte projektspezifisch um zusätzliche Angaben zur Streckenperipherie (wie z.B. Funkantennen, Kabeltrassen, Schutzbauwerke, etc.) ergänzt werden.

16.6 Unterlagen für die Instandhaltung

siehe /MSB AG-FW IH/

17 Anhang I-A Maximale Abmessungen für Fahrwegüberbauten

In den nachfolgenden Abbildungen sind maximale Abmessungen für die Fahrwegüberbauten der Regelfahrtwegtypen I, II und III angegeben. Diese Abmessungen sollen neben den Anforderungen an die Freiräume nach Abbildung 3 bei der Entwicklung neuer Fahrwegüberbauten berücksichtigt werden.

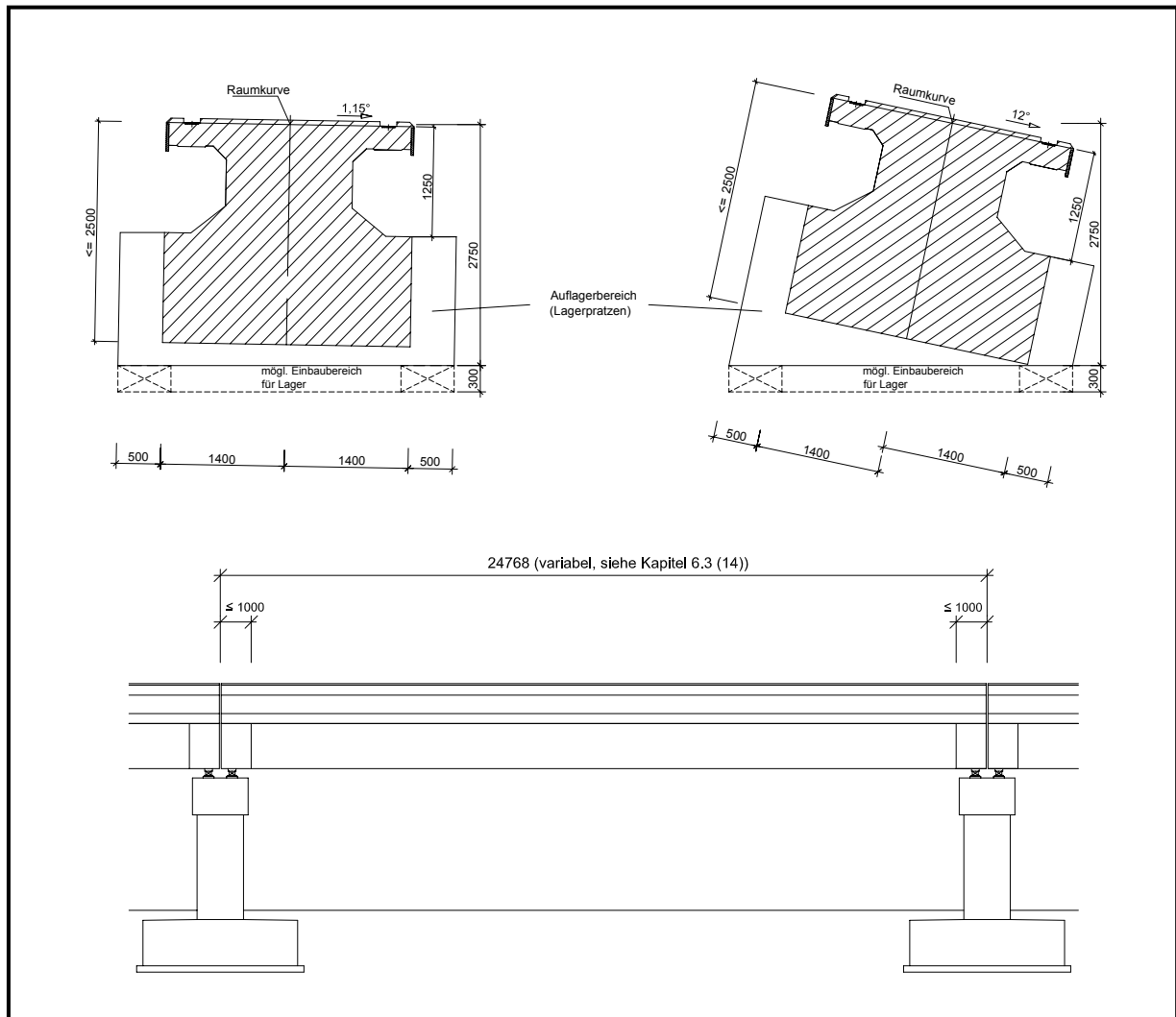


Abbildung 8: Maximale Querschnittsabmessungen für Regelfahrtwegtyp I (Beispiel)

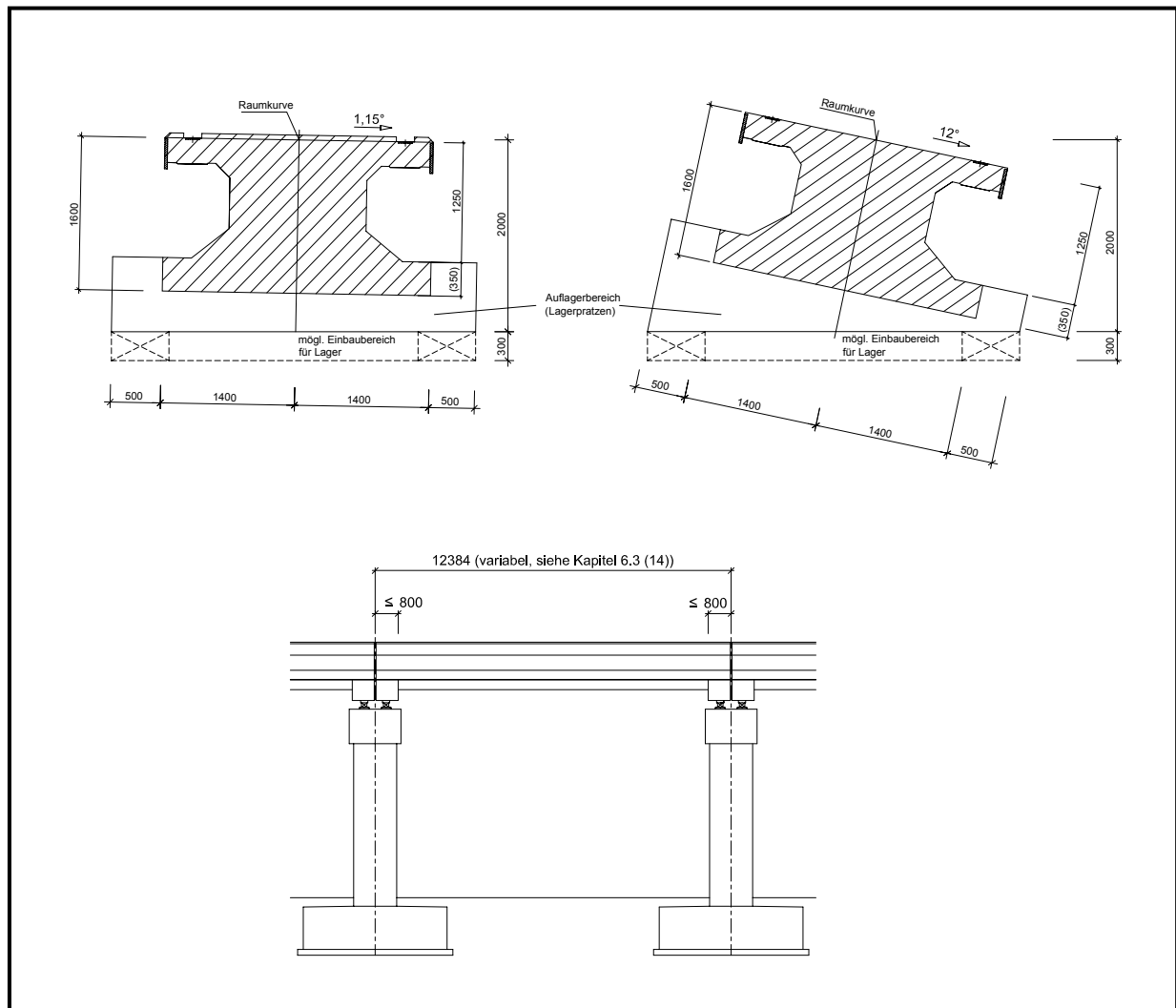


Abbildung 9: Maximale Querschnittsabmessungen für Regelfahrttyp II (Beispiel)

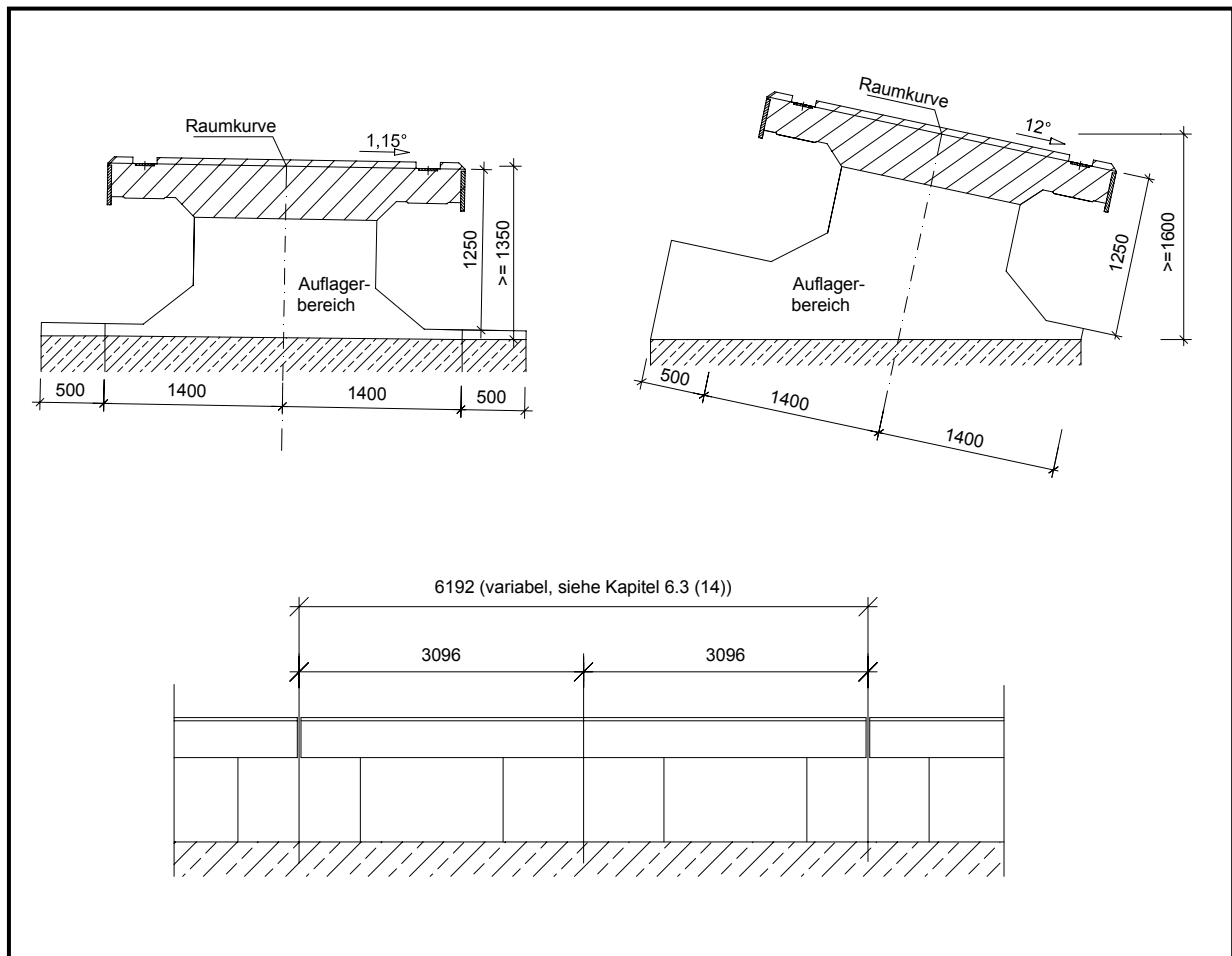


Abbildung 10: Maximale Querschnittsabmessungen für Regelfahrttyp III (Beispiel)

18 Anhang I-B Anordnung der Magnetschnellbahn-spezifischen Fahrwegaus-rüstung (informativ)

In Abbildung 11 ist beispielhaft die Anordnung der Magnetschnellbahn-spezifischen Fahrwegaus-rüstung am Fahrwegträger dargestellt.

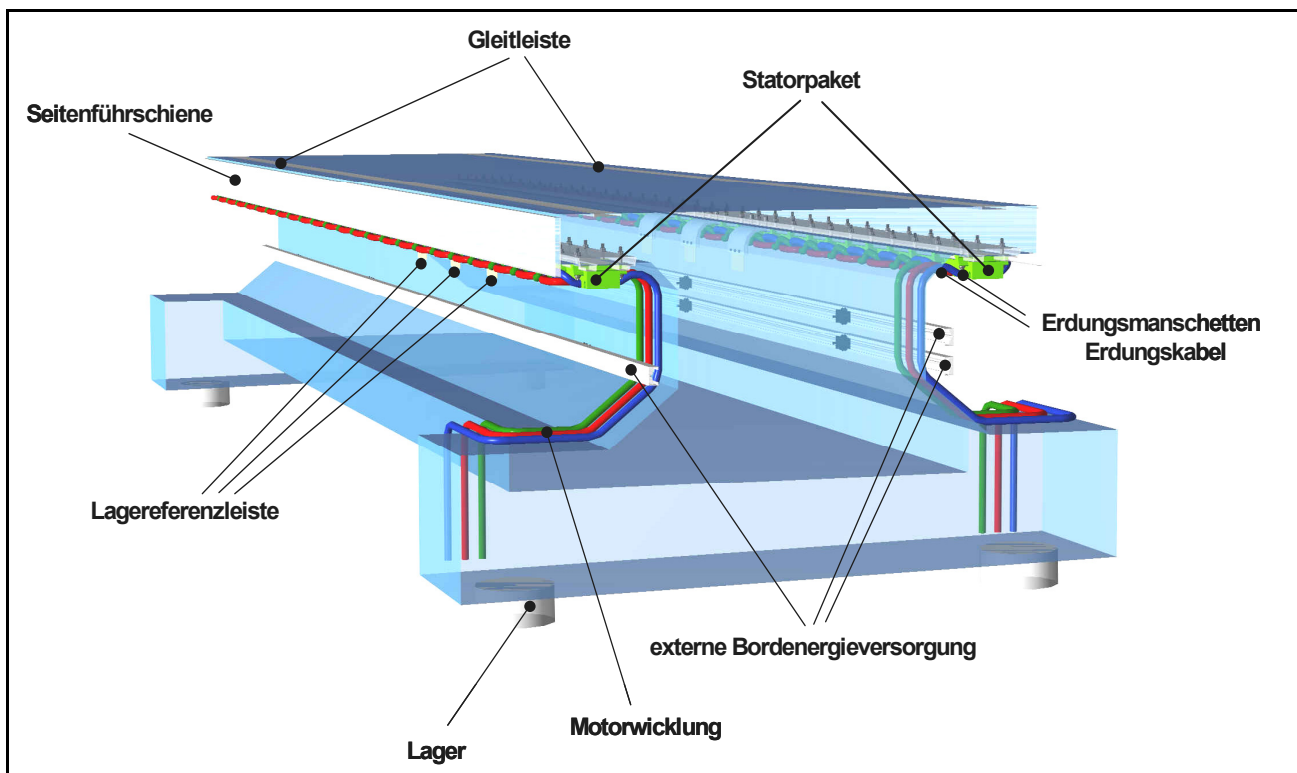


Abbildung 11: Anordnung der Magnetschnellbahn-spezifischen Fahrwegaus-rüstung am Fahrwegträger

19 Anhang I-C Statorpaket und Motorwicklung (informativ)

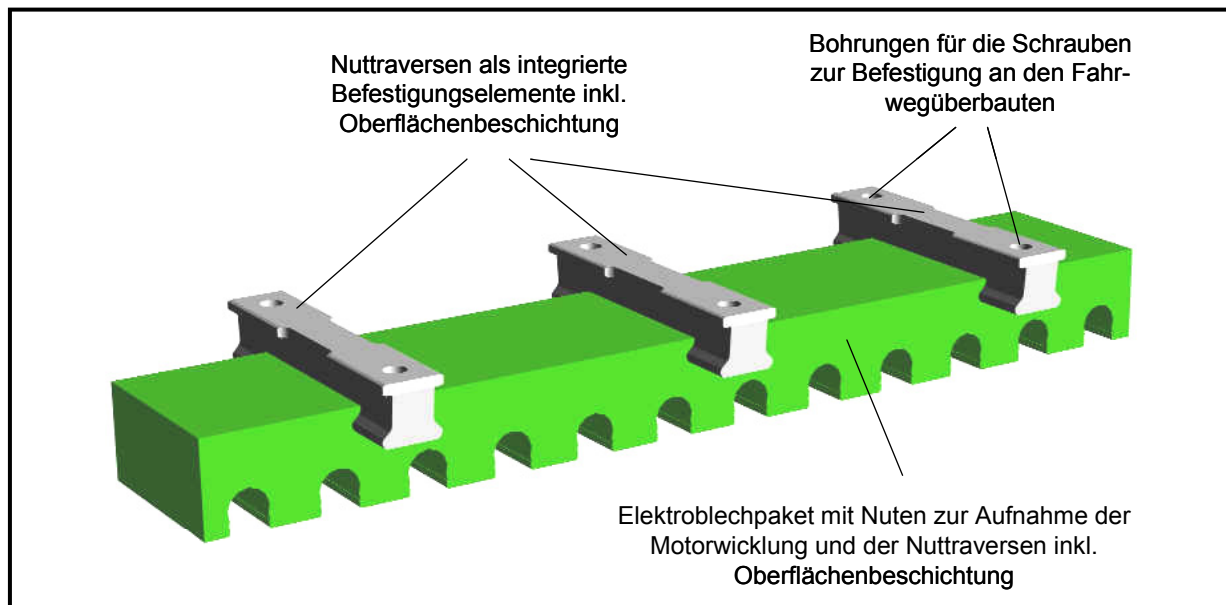


Abbildung 12: Beispiel eines ausgeführten Statorpaketes

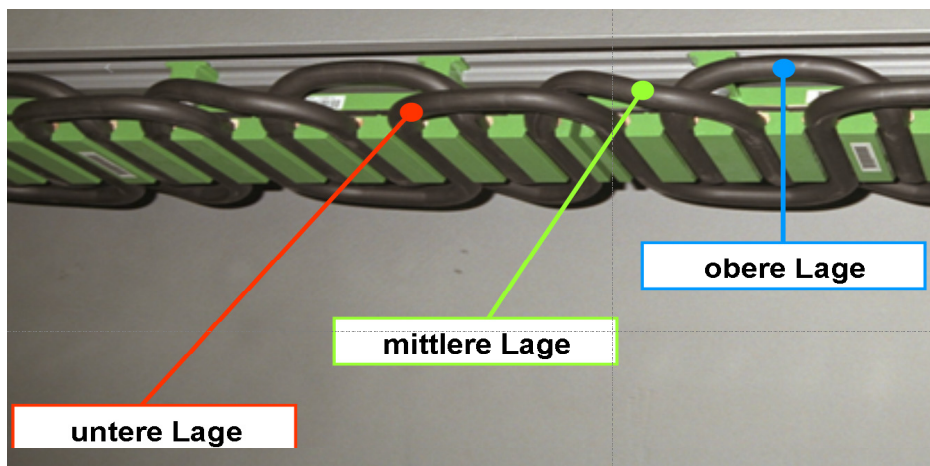


Abbildung 13: Beispiel einer 3-phasigen Motorwicklung

20 Anhang I-D Diversitäre redundante Statorpaketbefestigungen (Beispiele)

In den nachfolgenden Abbildungen sind Beispiele für ausgeführte diversitäre redundante Statorpaketbefestigungen dargestellt. Die dargestellten Lösungen (Abbildung 14 und Abbildung 15) sind bei Prototypen der Transrapid Versuchsanlage Emsland (TVE) bzw. bei der Anwendungsstrecke Shanghai angewendet worden.

Die primäre Befestigung besteht bei diesen Lösungen aus einer vorgespannten Verschraubung (Primärbefestigung). Die Redundanz besteht aus den kragarmseitigen Nuten und den statorpaketseitigen Kragarmen der Nuttraversen. Bei Ausfall von Verschraubungen setzt sich das Statorpaket auf die kragarmseitigen Nuten ab. Das Spiel zwischen den Kragarmen der Nuttraversen und den Oberflächen der trägerseitigen Befestigungen ist so groß, dass eine automatische Detektion gemäß "Ausführungsgrundlage Fahrweg Teil III" /MSB AG-FW GEO/ und "Ausführungsgrundlage Fahrweg Teil VI" /MSB AG-FW IH/ möglich ist.

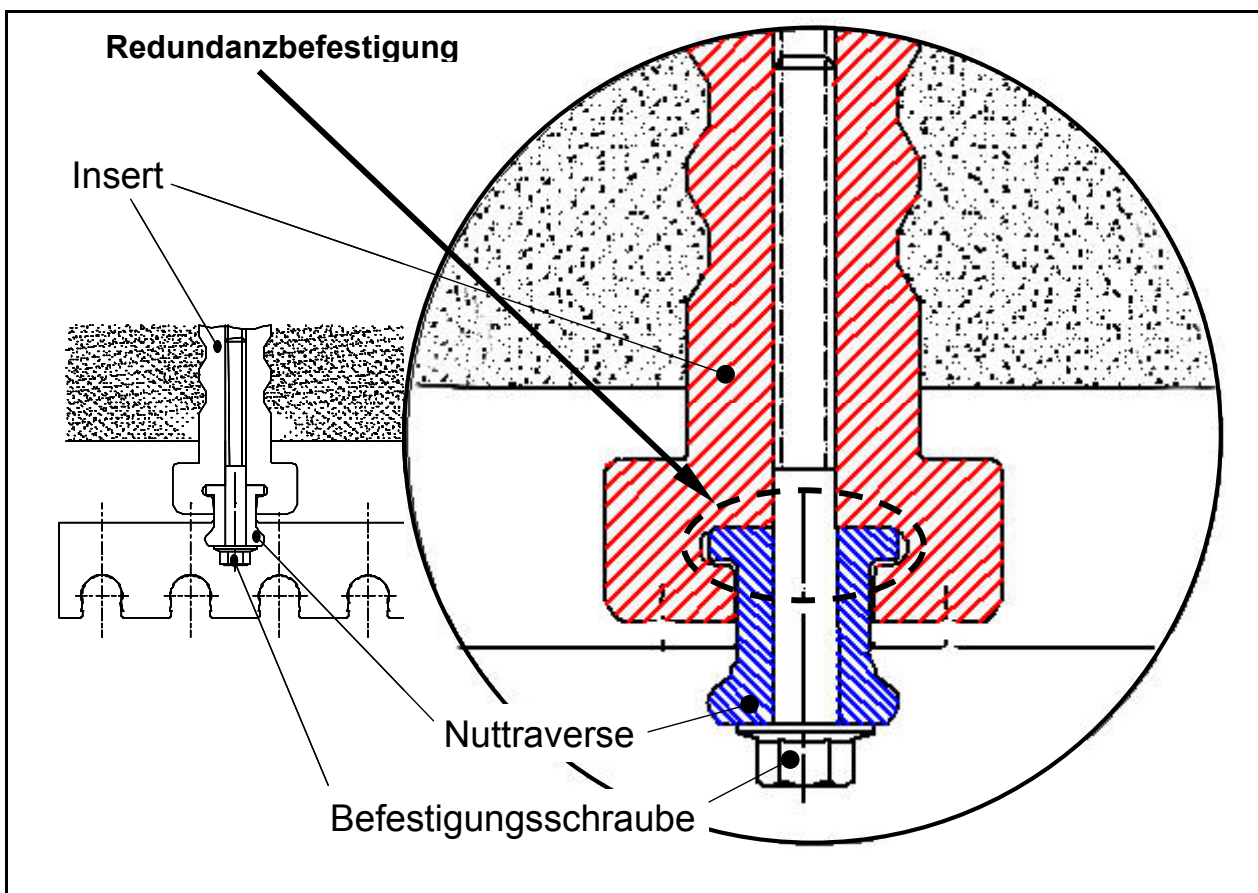


Abbildung 14: Beispiel einer diversitär redundanten Statorpaketbefestigung an einem Betonkragarm

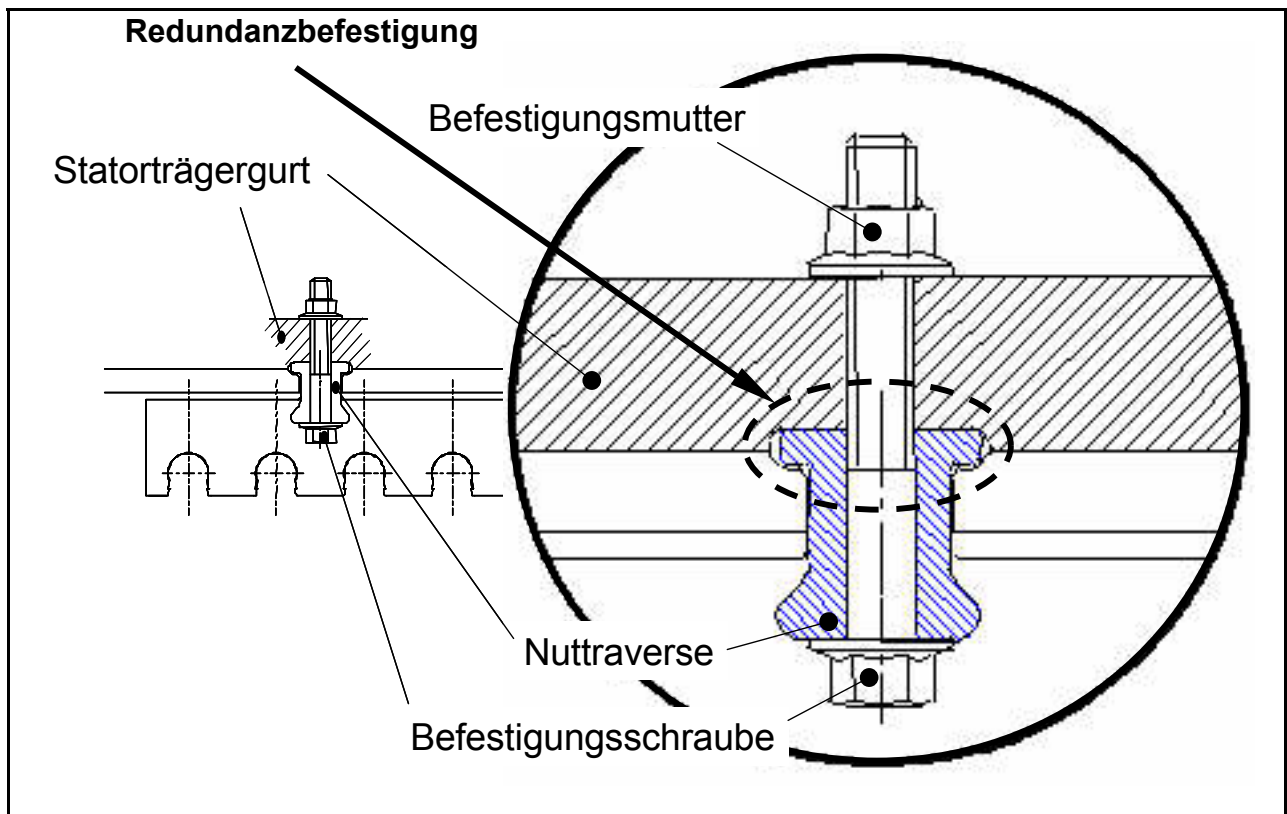


Abbildung 15: Beispiel einer diversitär redundanten Statorpaketbefestigung an einem Stahlkragarm

21 Anhang I-E Lagerungssysteme von Fahrwegüberbauten

In Abbildung 16 sind Beispiele für mögliche Lagerungssysteme von Ein- und Zweifeldträgern angegeben.

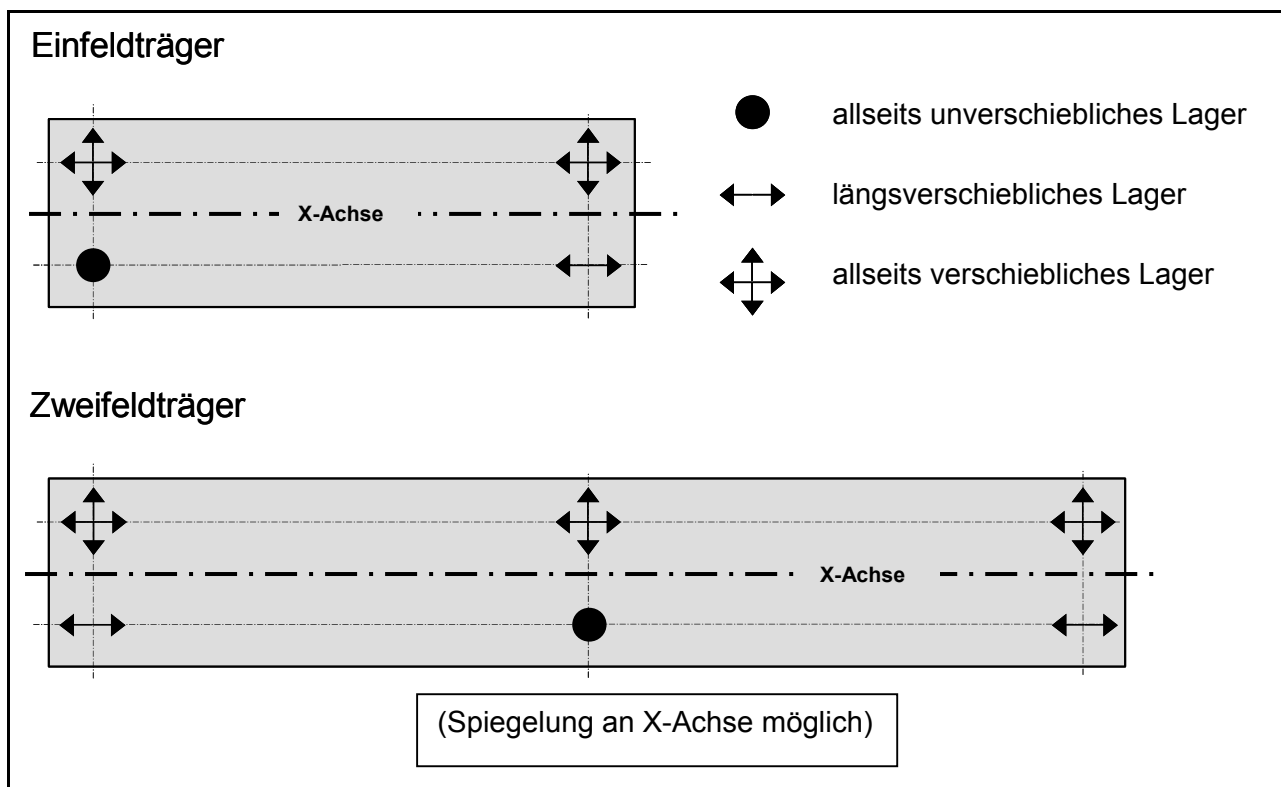


Abbildung 16: Beispielhafte Lageranordnung für Ein- und Zweifeldträgersysteme