

Magnetschnellbahn Ausführungsgrundlage

Antrieb und Energieversorgung

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

1 Verteiler

Dieses Dokument wurde vom Fachausschuss Antrieb und Energieversorgung zur Veröffentlichung freigegeben.

2 Änderungsübersicht

Datum der Freigabe: 15.02.2007; Weißdruck, Fachausschuss Antrieb und Energieversorgung.

3 Inhaltsverzeichnis

1 Verteiler	2
2 Änderungsübersicht	3
3 Inhaltsverzeichnis	4
4 Allgemeines	5
4.1 Zweck des Dokuments und Anwendungsbereich	5
4.2 Magnetschnellbahn Ausführungsgrundlagen	5
4.3 Abkürzungen und Definitionen	5
4.4 Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien.....	5
4.5 Kennzeichnung und Verbindlichkeit von Anforderungen	6
5 Systemanforderungen	7
5.1 Struktur und Aufbau.....	7
5.2 Ausfallverhalten	8
5.3 Sicherheitsanforderungen	8
5.4 Regelung / Steuerung.....	9
6 Anforderungen an die Energieversorgung	10
7 Anforderungen an den Antrieb	11
7.1 Umrichter	11
7.2 Antriebsregelung/-steuerung	11
7.2.1 Antriebssteuerung	11
7.2.2 Fahrzeugführung	11
7.2.3 Streckensteuerung	12
7.2.4 Stromregelung	13
7.2.5 Umrichterregelung/-steuerung.....	14
7.3 Antriebsstrecke.....	14
7.3.1 Schaltstellen	14
7.3.2 Streckenkabel.....	14
7.3.3 Schnittstelle Langstatorwicklung	14
7.3.4 Ortsfeste Pollageerfassung	15
8 Betrieb	16
8.1 Betriebsablauf.....	16
8.2 Betriebspersonal.....	16
8.3 Instandhaltung	16

Titel Magnetschnellbahn Ausführungsgrundlage
Antrieb und Energieversorgung

4 Allgemeines

4.1 Zweck des Dokuments und Anwendungsbereich

Die vorliegende Ausführungsgrundlage spezifiziert die allgemeingültigen technischen und betrieblichen Eigenschaften eines Magnetschnellbahnteilsystems Antrieb und Energieversorgung. Diese bilden die Grundlagen für die Auslegung, Planung und Genehmigung sowie für die Realisierung und den Betrieb von Anwendungsprojekten der Magnetschnellbahn.

Diese Ausführungsgrundlage gilt nur in Verbindung mit /MSB AG-GESAMTSYS/. Dort sind die grundlegenden Funktionen des Gesamtsystems und der Teilsysteme im Zusammenhang definiert.

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

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

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 MSB-Projekt zu berücksichtigenden Normen und Richtlinien muss projektspezifisch verbindlich festgelegt werden.

Insbesondere müssen für Antrieb und der Energieversorgung folgende Normen beachtet werden:

- /DIN VDE 0100/ Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V
 - /DIN VDE 0101/ Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV
 - /DIN VDE 0105/ Betrieb von elektrischen Anlagen
 - /DIN EN 62305/ Blitzschutz
 - /DIN EN 50121/ Bahnanwendungen - Elektromagnetische Verträglichkeit
 - /DIN EN 60071/ Isolationskoordination (für Nennwechselspannungen über 1 kV)
 - /DIN EN 60228/ Leiter für Kabel und isolierte Leitungen
 - /DIN VDE 0276/ Starkstromkabel mit extrudierter Isolierung
 - /DIN EN 60664/ Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen
 - /DIN EN 60909-0/ Kurzschlussströme in Drehstromnetzen - Teil 0: Berechnung der Ströme
 - /DIN VDE 0888/ Lichtwellenleiter-Kabel für Fernmelde- und Informationsverarbeitungsanlagen
 - /DIN EN 60076/ Leistungstransformatoren
 - /DIN EN 60694/, Gemeinsame Bestimmungen für Hochspannungs-Schaltgeräte-Normen
 - /DIN EN 62271/, Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen
 - /DIN EN 61642/ Industrielle Wechselstromnetze - Anwendung von Filtern und Parallelkondensatoren
 - /DIN EN 62040/ Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV)
 - /DIN EN 61378-1/ Stromrichtertransformatoren
 - /DIN EN 50178/ Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln
- Sicherheitsnachweise für Funktionen des Teilsystems Antrieb und Energieversorgung müssen grundsätzlich entsprechend der gültigen Norm /DIN EN 61508/ geführt 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 820-2/ Anhang G festgelegt und in der Formulierung der Anforderungen jeweils berücksichtigt.

5 Systemanforderungen

5.1 Struktur und Aufbau

Zur Struktur siehe /MSB AG GESAMTSYS/, Kap. 6.1.2. Dort sind Struktur, Funktionen und Konfigurationsparameter übergeordnet erläutert.

Weiterhin befinden sich im /MSB AG GESAMTSYS/ Kap. 8, die Abb. 13, 14 und 15, welche Aufbau und Struktur von Antrieb und Energieversorgung darstellen.

Antrieb und Energieversorgung müssen projektspezifisch ausgelegt werden.

Basis für die Auslegung sind u.a. Betriebsprogramm, Zugfolge, Zugkonfiguration, Entwurfsgeschwindigkeit.

Weitere Basisdaten gemäß /MSB AG GESAMTSYS/, Kap. 9 (Anhang 1) werden projektspezifisch festgelegt.

Das Teilsystem Antrieb und Energieversorgung sollte so konfiguriert werden, dass Funktionseinheiten weitestgehend unabhängig voneinander projektiert, gefertigt, installiert, in Betrieb genommen und getestet werden können.

Zur funktionalen Redundanz mit Toleranz von Baugruppen-Einzelausfällen müssen die Statorabschnitte auf mindestens zwei unabhängige Motorsysteme verteilt und so angeordnet werden, dass ein MSB-Fahrzeug immer mindestens zwei Motorsystemen zugeordnet ist.

In einem Antriebsbereich darf sich nur ein schwebendes Fahrzeug befinden.

In einem Antriebsbereich müssen sich mehrere abgesetzte MSB-Fahrzeuge befinden können.

Ein Antriebsbereich kann Streckenbereichen fest oder bestimmten Streckenbereichen wahlweise zugeordnet werden (Bereichsüberlappung).

Antriebsbereiche sind betriebsleittechnisch gesicherten Bereichen zuzuordnen.

In der Regel sollten Antriebsbereiche identisch zu betriebsleittechnisch gesicherten Bereichen sein. Es können jedoch auch mehrere Antriebsbereiche einem einzigen betriebsleittechnisch gesicherten Bereich zugeordnet sein oder umgekehrt. Es darf jedoch nie Antriebsbereiche geben, die keinem betriebsleittechnisch gesicherten Bereich zugeordnet sind.

Abschnittswechselverfahren

Der Antrieb muss das projektspezifisch festzulegende Abschnittswechselverfahren beherrschen.

Beispiele für Abschnittswechselverfahren sind Wechselschrittverfahren und Dreischrittverfahren.

An Stellen, an denen mit Sprüngen im elektrischen Winkel des Langstators von $>90^\circ$ (entspricht 1/2 Polteilung) zu rechnen ist (z.B. Primärtragwerken), sollten Statorabschnittswchsel projektiert werden. Ausnahmen können projektspezifisch festgelegt werden, wenn der betroffene Bereich wesentlich kleiner als die Fahrzeuglänge ist.

Speiseverfahren

Der Antrieb muss das projektspezifisch festzulegende Speiseverfahren beherrschen.

Beispiele für Speiseverfahren sind Einfachspeisung (Einspeisung der Antriebsenergie in ein Motorssystem von einem Unterwerk) und Doppelspeisung (gleichzeitige Einspeisung der Antriebsenergie in ein Motorsystem von zwei verschiedenen Unterwerken).

Ausführung der Antriebsstrecke

Die Antriebsstrecke ist als System mit isoliertem Sternpunkt mit Erdschlußüberwachung auszuführen.

Bei einem geerdeten Netz würden Erdströme infolge der Potentialsprünge der Umrichter auftreten. Das IT-System ermöglicht somit die Prüfung der Antriebsstrecke einschließlich des Langstators auf Fehlerfreiheit. Ein einfacher Erdfehler führt beim IT-System noch nicht zu einem Kurzschluss.

Die Leiter der Langstatorwicklung müssen Vorrichtungen zur Schirmung aufweisen, welche in geeigneter Weise so zu erden sind, dass sich darin keine unzulässigen Spannungen durch die vorbeifahrenden Tragmagnete des MSB-Fahrzeugs aufbauen können.

Die Vorrichtung zur Schirmung entspricht funktional einem Kabelschirm, muss aber nicht als Schirm im klassischen Sinne ausgeführt werden. Z.B. sind auch hochohmig leitende Außenmäntel möglich. Durch Fahrzeugüberfahrt entstehen durch die Tragmagnete wechselnde Magnetfelder, welche Spannungen in den Schirmvorrichtungen induzieren können. Dadurch können unzulässige Potenziale sowohl innerhalb der Schirmvorrichtungen als auch gegen Erden entstehen. Um dies zu vermeiden erfolgt vorzugsweise eine quasi durchgehende Schirmerdung, z.B. durch Kontaktierung der Schirmvorrichtung in den Statornuten. Die Erdung der Schirmvorrichtung ist Voraussetzung für die Erfassung von Erdfehlern der Leiter der Langstatorwicklung.

5.2 Ausfallverhalten

Kurzunterbrechungen des speisenden Netzes in Anlehnung an /DIN EN 50160/ mit einer Dauer von <1s dürfen im Regelfall nicht zu einer Fahrtunterbrechung oder Fahrplanverspätung führen.

5.3 Sicherheitsanforderungen

Das Teilsystem Antrieb und Energieversorgung sollte keine Sicherungsfunktionen für den Fahrbetrieb im Sinne signaltechnischer Sicherheit übernehmen.

Ausfälle oder Fehlverhalten der Antriebsfunktion, die zur Verletzung des Minimal- oder Maximalfahrprofils führen, lösen eine sichere Antriebsabschaltung durch die BLT aus. Neben der Fahrprofilverletzung wird der Abschaltbefehl für den Antrieb auch bei Mehrfachausfall von einigen Baugruppen der Betriebsleittechnik generiert, z.B. bei Funkausfall.

Im Teilsystem Antrieb und Energieversorgung müssen Einrichtungen zur sicheren Antriebsabschaltung (SIAB) vorgesehen werden, mit denen der Traktionsenergiefluss mit hinreichender Sicherheit unterbunden wird.

Der Antrieb muss über Schutzeinrichtungen verfügen, die unzulässige Krafteinwirkungen auf den Fahrweg und das MSB-Fahrzeug verhindern. Entsprechende Schutzwertgrenzen sind projektspezifisch geeignet festzulegen.

Darüber hinaus darf die Differenz der Traktionskräfte zwischen rechtem und linkem Stator nicht größer werden als in der /MSB AG GESAMTSYS/ Kap. 9, Nr. 7 angegeben.

Kurzschlusswicklungen (Statorwicklung mit Sternpunkt an beiden Enden zur Erzeugung von Bremskräften) müssen hinreichend sicher ausgeführt werden, wenn sie in der Ermittlung des sicheren Bremsprofils berücksichtigt werden.

Die zulässigen Ausfallwahrscheinlichkeiten für SIAB, Schutzeinrichtungen und Kurzschlusswicklungen werden aus einer projektspezifischen Risikoanalyse abgeleitet, siehe /MSB AG-GESAMTSYS/, Kap. 5.4.1 und Kap. 6.1.3.

5.4 Regelung / Steuerung

Die Regelung und Steuerung des Antriebs muss vollautomatisch gemäß den Steuerbefehlen und Sollwerten der BLT arbeiten.

Die BLT überträgt die für die Antriebsregelung und -steuerung erforderlichen Ortungsdaten an den Antrieb.

Die Anforderungen an die Genauigkeit der Orts- und Pollageinformationen für den Antrieb sind projektspezifisch festzulegen.

Für alle Regelungs- und Steuerungsparameter und die Software des Antriebs muss ein geeignetes Konfigurationsmanagement etabliert werden.

Die korrekte Implementierung sicherheitsrelevanter Regelungs- und Steuerungsparameter (Schutzgrenzwerte) muss im Rahmen der Zulassung/Abnahme nachgewiesen werden.

Diese Projektierungsparameter gehen z.B. in die Berechnung der sicherheitsrelevanten Anschlussfahrwege ein.

Bei Baugruppentausch muss die Übergabe/Übernahme des gesamten regelungstechnischen Parametersatzes erfolgen. Die Notwendigkeit einer individuellen Einstellung einzelner Regelungs- und Steuerungsparameter muss beim Baugruppentausch ausgeschlossen werden.

Der Antrieb muss unter Berücksichtigung der Regelgenauigkeit die Geschwindigkeitsvorgaben der BLT einhalten.

Der Antrieb bewegt das MSB-Fahrzeug dabei unter Einhaltung der von der BLT vorgegebenen Beschleunigungsgrenzwerte (siehe 7.2.2) so schnell wie mit der verfügbaren Leistung möglich.

Die Regelgenauigkeit der Geschwindigkeit muss projektspezifisch festgelegt werden.

Diese Genauigkeit beeinflusst die erzielbaren Geschwindigkeiten und damit Fahrzeiten.

Der Antrieb muss den Zielhalt mit einer projektspezifisch zu definierenden Genauigkeit regeln.

Die Statorabschnittswchsel müssen so erfolgen, dass die Norm /ISO 2631/ hinsichtlich der komfortrelevanten Beschleunigungen und Rucke in x-Richtung eingehalten wird.

Zur Inbetriebnahme muss eine spezielle Betriebsart vorgesehen werden, bei der die BLT und der Antrieb getestet werden können, ohne dass ein MSB-Fahrzeug bewegt wird. In diesem Fall müssen die simulierten Fahrzeug-Istwerte an die BLT übertragen werden.

Projektspezifische Daten und Software müssen so hinterlegt werden, dass sie bei Ausfall der Versorgungsspannung nicht verloren gehen und bei Spannungswiederkehr der Betrieb ohne Vor-Ort-Bedienung wieder aufgenommen werden kann.

6 Anforderungen an die Energieversorgung

Die Energieversorgung dient der Bereitstellung von elektrischer Energie gemäß den Anforderungen der MSB-Teilsysteme. Die Anforderungen sind im wesentlichen durch die einschlägigen Normen der Elektrotechnik (siehe /MSB AG-NORM&RILI/) abgedeckt. Darüber hinaus ergeben sich die in Kapitel 5 genannten MSB-spezifischen Anforderungen.

Es sind die Normen gemäß Kap. 4.4 zu beachten.

7 Anforderungen an den Antrieb

7.1 Umrichter

Funktion

Die Umrichter müssen die elektrische Energie von der gegebenen Netzspannung und Frequenz in Drehstromsysteme kontinuierlich geregelter Spannung und Frequenz zur Speisung der Langstatorwicklungen umformen.

Umrichter und Streckenkabel müssen über Schaltgeräte miteinander verbunden und voneinander getrennt werden können.

Konfiguration

Die Umrichter müssen zum Antreiben und Bremsen motorseitig für 4-Quadrantenbetrieb konzipiert werden.

Die Umrichter müssen so ausgeführt werden können, dass Netzurückspeisung möglich ist.

Aufstellung

Die Umrichter müssen zum Schutz gegen unbefugten Zugang in abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten aufgestellt werden.

7.2 Antriebsregelung/-steuerung

Die Funktionen der Antriebsregelung / -steuerung sind in /MSB AG-GESAMTSYS/, Kap. 6.1.2 beschrieben. Im Folgenden werden Anforderungen an die Funktionen z.T. weiter detailliert.

7.2.1 Antriebssteuerung

Als Eingangsgröße muss beachtet werden:

- Antriebsfreigabebefehl von der BLT.

Folgende Ausgangsgröße muss geliefert werden:

- Zustandsmeldung der Störklassen (d.h. Anteil der noch verfügbaren Leistung von der Gesamtleistung) mit hoher Zuverlässigkeit an die BLT.

Folgende Steuerfunktion muss erfüllt werden:

- Automatisches Auf- und Abrüsten des Teilsystems Antrieb und Energieversorgung.

7.2.2 Fahrzeugführung

Der Antrieb muss ein Fahrzeug nach den Vorgaben der BLT innerhalb eines Antriebsbereiches führen.

Folgende Eingangsgrößen (gemäß /MSB AG-GESAMTSYS/) müssen verarbeitet werden: von der BLT:

- Zielort,
- Geschwindigkeitsvorgabeprofile (obere und untere Grenzen),

- Streckendaten (zur Erkennung der Stellung der Spurwechseleinrichtungen),
- Sollfahrtrichtung,
- Beschleunigungsgrenzwerte,
- Betriebsart (siehe /MSB AG-GESAMTSYS/, Abb. 15),
- Fahrzeugkennung;

von der Ortserfassung im MSB-Fahrzeug, Direktübertragung über Funk:

- Fahrzeugort,
- Fahrzeuglagesignal,
- Fahrzeugkennung.

Der Antrieb muss die Zielbremskurven $v_{\text{sol}}(x)$ zum Erreichen der gemäß /MSB AG-GESAMTSYS/ Kap. 5.4.1.2.4.2 vorgegebenen Zielpunkte unter Berücksichtigung des Maximalfahrprofils berechnen.

Bei der Berechnung der Zielbremskurve $v_{\text{sol}}(x)$ für die Zielpunkte gemäß /MSB AG-GESAMTSYS/ Kap. 5.4.1.2.4.2 muss die aktuell verfügbare Bremsleistung des Antriebs berücksichtigt werden, damit bei zu geringer verfügbarer Antriebsleistung das Maximalfahrprofil nicht verletzt wird und die Sichere Bremse nicht aktiviert werden muss.

Gemäß /MSB AG-GESAMTSYS/ Kap. 5.4.1.2.4.2 ist es auch möglich, dass es in einem Projekt Zielpunkte gibt, für welche die beiden oben genannten Anforderungen vom Antrieb nicht erfüllt werden müssen. Dabei handelt es sich um Zielpunkte von Betriebshalteplätzen, die nicht aus betrieblichen Gründen sondern aus technischen Gründen genutzt werden. Solche technischen Gründe sind z.B. Totalausfälle im Ortungssystem, im Datenübertragungssystem, in der BLT oder im Antrieb selbst, d.h. dass der Antrieb in diesen Fällen aus Sicherheitsgründen i.d.R. ohnehin abgeschaltet wird. Diese Zielpunkte werden dann im Bedarfsfall mit der sicheren Bremse erreicht.

Ausfälle des Antriebs, die nach abgeschlossener Zielbremsberechnung auftreten, können zur Profilverletzung führen. Zum Systemverhalten bei Profilverletzung siehe /MSB AG-GESAMTSYS/, Kap. 6.1.3.2.

Weiterhin müssen folgende Funktionen bereitgestellt werden:

- Stillstandsregelung (Ortsregelung beim Absetzen/Anheben)
- Begrenzung der Geschwindigkeit, der Beschleunigung und des Rucks gemäß /MSB AG-GESAMTSYS/, Kap. 9.

7.2.3 Streckensteuerung

Die Streckensteuerung muss die Einspeise- und Sternpunktschalter ortsgenau ein-/ausschalten und die Rückmeldungen überwachen.

Langstatorschutz

Erdschlüsse und Unterbrechungen müssen erfasst werden. Der betroffenen Statorabschnitt ist abzuschalten.

Ein Wicklungskurzschluss muss durch statorabschnittsweise Erdschlussüberwachung und Abschaltung hoher Erdschlussströme mit hoher Zuverlässigkeit verhindert werden, siehe /MSB AG GESAMTSYS/, Kap. 5.4.

Da die Kabel der Langstatorwicklung einen geerdeten Schirm besitzen, bzw. über ihre Oberfläche geerdet sind, tritt vor einem Kurzschluss zunächst ein Erdschluss auf. Aufgrund des ungeerdeten Netzes ist erst ein zweiter Erdschluss gleichbedeutend mit einem Kurzschluss. Kurzschlüsse der Langstatorwicklung können Rückwirkungen auf die Tragfunktion des MSB-Fahrzeugs haben und in Sternpunktnähe das einseitige Absetzen des Fahrzeugs bewirken. Das einseitige Absetzen ist ein nicht-sicherheitsrelevanter Lastfall, der in der Dimensionierung von Fahrweg und Fahrzeug berücksichtigt ist.

Bei einem erkannten Erdschluss muss der Erdschlussstrom abgeschaltet werden. Dazu ist die Langstatorwicklung an der Einspeise- und Sternpunktstelle über geeignete Schalteinrichtungen (Einspeise- bzw. Sternpunktschalter) galvanisch zu öffnen. Die Wiedereinschaltung muss bis zur erfolgten Wicklungsreparatur gesperrt werden.

Der Fahrbetrieb muss mit einseitigem Antrieb in dem betroffenen Abschnitt fortgeführt werden können. Dabei darf keine Erdung des defekten Statorabschnitts erfolgen, da dies einen Kurzschluss der Wicklung zur Folge hätte.

Hinsichtlich der Verriegelung, Erdung, Reparatur und Wiedereinschaltung müssen entsprechende Betriebs- und Instandhaltungsvorschriften erstellt werden.

Falls während des Fahrbetriebs nicht alle Erdschlüsse erkannt werden können, muss zusätzlich eine tägliche Erdschlussprüfung außerhalb des Fahrbetriebs vorgesehen werden.

Die Funktion der Erdfehlererfassung muss prüfbar sein. Die Prüfindervalle sind projektspezifisch festzulegen.

Schutz Antriebsstrecke

Alle Anlagenteile der Antriebsstrecke müssen gemäß den gültigen Normen (siehe /MSB AG-NORM&RILI/) geschützt werden. Hierbei muss insbesondere für die Erdfehlererfassung beachtet werden, dass ein IT-System vorliegt.

7.2.4 Stromregelung

Ein Betrieb des Linearmotors entweder mit maximalem Wirkungsgrad oder maximalem Schub muss möglich sein.

In der Regel ist der Statorstrom in Phase mit der Polradspannung einzustellen.

Blindleistungssteuerung/Stromschwenkung (Statorstrom gegenüber Polradspannung voreilend) zur Schubkraftmaximierung bei Spannungsbegrenzung muss möglich sein.

Falls Stromschwenken zur Anwendung kommt, müssen Dauer und Höhe der dem Tragmagnetfeld des MSB-Fahrzeugs entgegenwirkenden Stromkomponente in einer Schnittstellenspezifikation mit dem Teilsystem Fahrzeug projektspezifisch festgelegt werden.

Umrichter- und Statorstrom müssen gemäß den dynamischen und thermischen Grenzwerten der Umrichter, Streckenkabel und Statorwicklung begrenzt werden (Anlagenschutz).

Der maximale Schub muss durch Einstellung geeigneter Stromgrenzwerte begrenzt werden können, (siehe /MSB AG GESAMTSYS/, Kap. 9).

Die Unterwerksausgangsspannung muss auf die zulässigen Werte zum Zwecke des Anlagenschutzes begrenzt werden.

In ein Motorsystem müssen zwei Umrichter gleichzeitig geregelt einspeisen können (Doppelspeisung gemäß Kap. 5.1).

7.2.5 Umrichterregelung/-steuerung

Der Umrichter muss gegen Überspannung, Überstrom, Übertemperatur und Erdschluss geschützt werden (Anlagenschutz).

Nach störungsbedingter Abschaltung der Umrichter muss nach Beseitigung oder Entfall der Störungsursache eine automatische Wiedereinschaltung möglich sein.

7.3 Antriebsstrecke

Die Energieübertragung vom Unterwerk zum Langstator muss über die Streckenkabel und Schaltstellen erfolgen.

Bei der Betriebsmittelauslegung muss die tatsächlich auftretende, MSB-spezifische Last berücksichtigt werden (variable Frequenz und Amplitude, intermittierender Betrieb, Oberschwingungen).

7.3.1 Schaltstellen

Die Schaltstellen müssen ferngesteuert eine schaltbare Verbindung der Streckenkabel mit den Statorabschnitten realisieren.

Funktional muss zwischen Einspeise- und Sternpunktschaltern unterschieden werden. Diese müssen bei Bedarf räumlich in einem Gebäude integriert werden können.

Auch die Sternpunktschalter müssen ferngesteuert schaltbar sein, damit eine Phasentrennung des Statorabschnitts zur Prüfung auf Erdfehlerfreiheit sowie zum weiteren Betrieb im Erdfehlerfall erfolgen kann.

Die Schalterstellungen müssen zurückgemeldet werden.

7.3.2 Streckenkabel

Zur Übertragung der Traktionsenergie von den Unterwerken zu den Schaltstellen müssen Streckenkabel vorgesehen werden.

Die besonderen Anforderungen an die Kabelverlegung im Tunnel müssen gemäß /Leitfaden MSB-Tunnel/ berücksichtigt werden.

Fehleroffenbarung

Erdschlüsse und Unterbrechungen müssen erfasst werden. Zur schnellen Instandhaltung muss der Fehlerort auf einen Kabel-Bereich zwischen den beiden in Nachbarschaft zum Fehlerort liegenden Einspeisestellen (Schaltstellen) des Langstators eingegrenzt werden können.

Ausfallverhalten

Offenbarte Fehler müssen zur automatischen Abschaltung der Kabeleinspeisung in einer Ausgangsschaltanlage (Schaltanlage am Streckenkabelanschluss im Unterwerk) und zur Abschaltung der Schalter in den Schaltstellen führen.

7.3.3 Schnittstelle Langstatorwicklung

Die in /MSB AG-GESAMTSYS/ Kap. 6.1.2.3 genannten Daten müssen beachtet bzw. projektspezifisch festgelegt werden.

7.3.4 Ortsfeste Pollageerfassung

Für Sonderauslegungen muss eine ortsfeste Pollageerfassung (Erfassung der Fahrzeuglage relativ zur Langstatorwicklung) realisiert werden können, die eine Erfassung der relativen Fahrzeuglage unabhängig von den fahrzeugseitigen Ortungseinrichtungen ermöglicht. Dabei muss die Schnittstelle zum Teilsystem Fahrweg berücksichtigt werden.

Diese Einrichtung fällt unter "Sonstige Anbauten" gem. /MSB AG-FW/ Teil 1.

8 Betrieb

8.1 Betriebsablauf

Der Betrieb muss vollautomatisch ablaufen können gemäß /MSB AG-GESAMTSYS/.

Das Aufrüsten (Überführen in den betriebsbereiten Zustand) und das Abrüsten (Überführen in den energielosen Zustand) des Antriebs muss durch die BLT erfolgen können.

Das Auf- und Abrüsten der Energieversorgung muss fernbedient erfolgen können.

Der Antrieb muss die MSB-Fahrzeuge entsprechend den Vorgaben der BLT automatisch bewegen.

8.2 Betriebspersonal

Da die betriebsnotwendigen Antriebsfunktionen nach den Vorgaben der BLT automatisch ablaufen, darf im regulären Fahrbetrieb für Antrieb und Energieversorgung kein Betriebspersonal erforderlich sein.

8.3 Instandhaltung

Die Instandhaltung des Teilsystems Antrieb und Energieversorgung muss in die Instandhaltung des Gesamtsystems integriert werden. In diesem Rahmen muss ein Instandhaltungsprogramm erstellt werden.

Jede Baugruppe muss separat tausch- und prüfbar sein.