



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Bundesnetzagentur

Eisenbahn-Bundesamt



DIE BAHNINDUSTRIE.

VDB VERBAND DER BAHNINDUSTRIE IN DEUTSCHLAND E.V.



VERBAND DER GÜTERWAGENHALTER IN DEUTSCHLAND E.V.



Die Verkehrs-
unternehmen

Technische Regelung für den Nachweis der elektromagnetischen Verträglichkeit zwischen Schienenfahrzeugen und der Infrastruktur im Geltungsbereich der EBO (TR-EMV)

Teil 3 - Sensorik

Ausgabe 1.0 vom 01.10.2015

Inhaltsverzeichnis

0	Ausgabenübersicht.....	4
1	Grundsätzliches	4
2	Allgemeine Informationen zur Nachweisführung.....	4
3	Fahrzeugseitige Störeinflüsse	4
4	Magnetfelder – Gleich- und Wechselfelder bis 250 Hz	5
4.1	Berücksichtigte Gleisschaltmittel	5
4.2	Raddurchmesser	6
4.3	Elektrische Felder.....	6
4.4	Messsensorik	6
4.4.1	Allgemeines	6
4.4.2	Gleichfeldsonde	7
4.4.3	Wechselfeldsonde.....	7
4.4.4	Messposition	9
4.5	Festlegung Messumfang	9
4.6	Mess- / Betriebsparameter	10
4.6.1	Allgemeine Parameter.....	10
4.6.2	Referenzmessung	10
4.6.3	Gleichfelder.....	10
4.6.4	Elektrisch und dieselektrisch angetriebene Fahrzeuge	10
4.6.5	Dieselhydraulisch / dieselmechanisch angetriebene Fahrzeuge.....	12
4.6.6	Lokomotiven mit umrichtergespeister Zugsammelschiene	12
4.6.7	Wagen	12
4.6.8	Ausfallbetriebe	13
4.6.9	Wirbelstrombremse	13
4.6.10	Magnetschienenbremse.....	13
4.7	Fahrzeugseitige Zugbeeinflussungssysteme	13
4.8	Auswerteverfahren / Bewertungskriterien	14
4.8.1	Fahrzeuggrenzwert und Auswerteverfahren für MK	14
4.8.2	Fahrzeuggrenzwert und Auswerteverfahren für DMK.....	15
4.9	Sonderfall – Kriterien für Überfahrversuche MK.....	18
4.9.1	Allgemeines	18
4.9.2	Inhomogene Feldanteile.....	18
4.9.3	Tiefhängende, ferromagnetische Metallteile	19
4.9.4	Gradiente Feldanteile.....	19
5	Überfahrversuche Gleisschaltmittel	20
5.1	Allgemeine Informationen zur Nachweisführung.....	20
5.2	Montage der Gleisschaltmittel.....	21
5.3	Einstellen der Gleisschaltmittel.....	21
5.4	Funktionskontrolle der Gleisschaltmittel.....	21
5.5	Datenerfassung	21
5.6	Festlegung Messumfang	22
5.7	Mess- / Betriebsparameter	22
5.7.1	Allgemeine Parameter.....	22
5.7.2	Referenzmessung	23
5.7.3	Elektrisch und dieselektrisch angetriebene Fahrzeuge	23
5.7.4	Dieselhydraulisch / dieselmechanisch angetriebene Fahrzeuge.....	24
5.7.5	Lokomotiven mit umrichtergespeister Zugsammelschiene	24

5.7.6	Wagen	24
5.7.7	Ausfallbetriebe	25
5.7.8	Wirbelstrombremsen	25
5.7.9	Magnetschienenbremse	25
5.7.10	Zugbeeinflussungssysteme	26
5.8	Auswerteverfahren / Bewertungskriterien	26
5.8.1	Allgemein	26
5.8.2	Bewertungskriterien	26
5.9	Überfahrversuche MK.....	27
5.9.1	Bedingungen.....	27
5.9.2	Messsensorik	27
5.9.3	Montage MK.....	27
5.9.4	Einstellparameter MK.....	27
5.9.5	Messparameter	27
5.9.6	Auswerteverfahren / Bewertungskriterien	28
5.9.6.1	Allgemein.....	28
5.9.6.2	Hinweise zum Schaltverhalten des MK (Prellen).....	28
ANHANG A – Beispielhafte Signalverläufe niederfrequenter Magnetfelder.....		29
ANHANG B – Gruppierung Gleisschaltmittel		29
ANHANG C – Konfiguration Gleisschaltmittel.....		29
ANHANG D – Signale und Kanaleinstellungen.....		29
ANHANG E – Bewertungskriterien Gleisschaltmittel.....		29
ANHANG F – Signalabgriff (informativ)		29
ANHANG G – Kontaktadressen.....		29

0 Ausgabenübersicht

Ausgabe	Datum	Änderungen
1.0	01.10.2015	Freigabe LK Fahrzeuge (Sitzung 09.09.2015)

1 Grundsätzliches

Die in diesem Teil verwendeten Begriffe und Definitionen sind dem Teil 1 - Allgemeines der Technische Regelung für den Nachweis der elektromagnetischen Verträglichkeit zwischen Schienenfahrzeugen und der Infrastruktur im Geltungsbereich der EBO (TR-EMV) – zu entnehmen.

Anmerkung: Fahrzeuge/Anordnungen, die von den definierten Randbedingungen bzw. Parametern abweichen, sind bezüglich der Nachweisführung der Grenzwerteinhaltung gesondert zu betrachten (Einbeziehung EIU/EVU, Aufsichtsbehörde, bei grundsätzlichen Fragestellungen AK EMV).

2 Allgemeine Informationen zur Nachweisführung

Dieses Dokument beschreibt das Messverfahren zum Nachweis der Kompatibilität von Fahrzeugen mit den in Anhang B genannten Gleisschaltmitteln. Berücksichtigt werden hierbei Störeinflüsse verursacht von Magnetfeldern sowie in den Einwirkungsbereich der Gleisschaltmittel ragenden Metallteilen.

Der messtechnische Nachweis wird erbracht durch:

- Überfahrten mit dem zu untersuchenden Fahrzeug über Magnetfeldsonden sowie über eine repräsentative Auswahl von Gleisschaltmitteln,
- Anwendung definierter Mess- und Betriebsparameter des zu untersuchenden Fahrzeugs,
- Bewertung aufgezeichneter Signale der Magnetfeldsonden sowie der analogen und digitalisierten Signale der Gleisschaltmittel.

3 Fahrzeugseitige Störeinflüsse

Fahrzeugseitige Störeinflüsse können dazu führen, dass:

- vorhandene Räder nicht detektiert werden,
- nicht auswertefähige (nicht zählfähige) Radimpulsmuster generiert werden,
- eine Reaktion wie bei der Überfahrt eines Rades hervorgerufen wird, obwohl kein Rad vorhanden ist.

Typische fahrzeugseitige Störquellen können z.B. sein:

- a) aktive Störquellen
 - Streufelder von Fahrmotoren, Kabeln, Umrichtern, Drosseln,
 - Zugsicherungseinrichtungen auf dem Fahrzeug,
 - Magnetschienenbremsen (aktiv, d.h. bestromt),
 - Wirbelstrombremsen (aktiv – d.h. bestromt).
- b) passive Störquellen
 - Metallteile im Einwirkungsbereich der Gleisschaltmittel (z.B. Bahnräumer),
 - parasitäre Schwingkreise,
 - Magnetschienenbremsen (passiv – d.h. nicht bestromt),
 - Wirbelstrombremsen (passiv – d.h. nicht bestromt).

Anmerkung: Aufmagnetisierte Wagen oder Ladung von Wagen (z.B. verursacht durch Lasthebemagnete) sind nicht Gegenstand dieser Technischen Regeln, da es sich hierbei um temporäre, nicht primär dem Fahrzeug zuzuordnende Phänomene handelt.

4 Magnetfelder – Gleich- und Wechselfelder bis 250 Hz

4.1 Berücksichtigte Gleisschaltmittel

Dieses Messverfahren gilt für die nachfolgend genannten – auf dem Wirkprinzip „Permanentmagnet“ basierenden – Gleisschaltmittel. Der Nachweis der Kompatibilität von Fahrzeugen mit diesen Gleisschaltmitteln beruht primär auf der Messung der magnetischen Flussdichte (x-Komponente) mittels Messsensoren (Magnetfeldsonden) an einer zur Schiene definierten Referenzposition. Die Messungen erfolgen bei Überfahrt der Fahrzeuge mit verschiedenen Betriebsparametern. An Hand der Grenzwerte für MK und DMK wird die messtechnisch erfasste magnetische Flussdichte analysiert und bewertet.

MK

Die Kompatibilitätsbetrachtungen werden anhand der beeinflussungstechnischen Eigenschaften des MK stellvertretend für die nachfolgend genannten Gleisschaltmittel durchgeführt.

DMK

Zum Nachweis der Kompatibilität sind die Vorgaben für MK (abgedeckt durch Nachweis für MK) und im Radbereich zusätzliche Grenzwertvorgaben zur Vermeidung der Radauslösung einzuhalten.

Impulsgeber Bauart WSSB

Der Impulsgeber Bauart WSSB ist in seinem Störverhalten unempfindlicher als der MK. Mit Einhaltung der Vorgaben für den MK ist zugleich auch die Kompatibilität mit diesem Gleisschaltmittel gegeben. Der Impulsgeber Bauart WSSB ist bei den durchzuführenden Untersuchungen daher nicht gesondert zu betrachten.

FEW-Impulsgeber

Die derzeit bekannten Einsatzbedingungen des FEW-Impulsgebers erfordern keine Festlegung von Grenzwerten. Magnetfeldbeeinflussungen bei Überfahrt von Fahrzeugen über FEW-Impulsgeber können nicht zu unzulässigen Reaktionen führen. Der FEW-Impulsgeber ist damit nicht Bestandteil der durchzuführenden Untersuchungen.

4.2 Raddurchmesser

Die Regeln dieses Abschnittes gelten für Regelfahrzeuge nach TR EMV-Teil 1, Abschnitt 2 mit Raddurchmessern von 600 mm bis 1.250 mm mit Abnutzung der Räder innerhalb der jeweils zulässigen Abnutzungstoleranzen. Fahrzeuge mit einem Raddurchmesser kleiner 600 mm sind gesondert zu betrachten.

4.3 Elektrische Felder

Aufgrund des Aufbaus und der Funktionsweise der permanentmagnetisch arbeitenden Gleisschaltmittel sind keine Beeinflussungen durch im Gleisbereich auftretende elektrische Felder zu erwarten. Elektrische Felder müssen bei den Untersuchungen daher nicht berücksichtigt werden.

4.4 Messsensorik

4.4.1 Allgemeines

Die von Fahrzeugen in den Gleisbereich emittierten Magnetfelder können bei der Fahrt über die Messsensoren infolge der Multiplikation (Faltung) des Zeitverlaufs mit dem räumlichen Feldprofil sowohl höhere als auch niedrigere Frequenzkomponenten enthalten. Neben reinen Wechselfeldquellen (Transformatoren, AC-Motoren etc.) können auch Gleichfeldquellen (Gleichstrommotoren, Permanentmagnete etc.) sowie überlagerte Gleich- und Wechselfeldquellen auf dem Fahrzeug vorhanden sein.

Zur Messung der magnetischen Flussdichte sind Gleich- und Wechselfeldsonden zu verwenden:

- Gleichfeldsonden werden bei Überfahrten mit niedriger Geschwindigkeit zur Messung von sehr niederfrequenten Feldanteilen eingesetzt (siehe Abschnitt 4.4.2),
- Wechselfeldsonden werden bei Überfahrten mit höherer Geschwindigkeit eingesetzt (siehe Abschnitt 4.4.3).

Aufgezeichnet und ausgewertet wird ausschließlich die x-Komponente der magnetischen Flussdichte (B_x) (vgl. TR EMV-Teil 1, Abbildung 3).

Im Gleisbereich sind im Bereich der Gleich- und Wechselfeldsonden folgende magnetische Flussdichten zu erwarten:

- Gleich- und Wechselfelder bis $f = 250$ Hz von Motoren, Trafos, Drosseln usw. bis zu 1 mT,
- Gleichfelder bis zu 10 mT (z.B. Gleichfeld des Integra-Magneten).

4.4.2 Gleichfeldsonde

Gleichfeldsonden (z.B. Hallsonden) erfassen die magnetische Flussdichte punktförmig über eine Querschnittsfläche von wenigen Quadratmillimetern. Sie können zur Messung von Gleichfeldern ($f_u=0$ Hz) und Wechselfeldern bis zu einigen hundert Hertz eingesetzt werden.

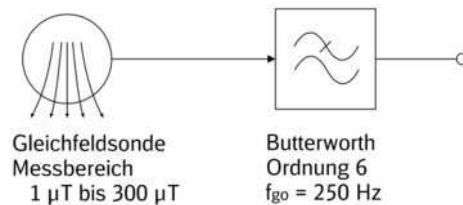


Abbildung 1: Filterkette Gleichfeldsonde - Beispiel

Kennwerte der Messkette:

- Ausrichtung der Gleichfeldsonden in x-Richtung (vgl. TR EMV-Teil 1, Abbildung 3)
- Messbereich der Gleichfeldsonden von $1 \mu\text{T}$ bis mindestens $300 \mu\text{T}$
- Messunsicherheit der maximalen Magnetfeldamplituden kleiner als 10 % exklusive Messposition
- Filterparameter:
Tiefpassfilter, Butterworth 6. Ordnung, Filtereckfrequenz 250 Hz

Anmerkung: Zur Identifikation von Gleichfeldanteilen auf dem Fahrzeug können auch niedrigere Filtereckfrequenzen gewählt werden.

4.4.3 Wechselfeldsonde

Wechselfeldsonden (z.B. Messspulen) erfassen die magnetische Flussdichte über die gesamte Spulenfläche (Mittelung) und zeigen damit ein Verhalten, welches die räumliche Ausdehnung bzw. den Wirkungsbereich der hier betrachteten Gleisschaltmittel nachbildet.

Die Messanordnung besitzt aufgrund der zur Integration erforderlichen Elimination des Gleichanteils (Filterung) eine Hochpass-Charakteristik mit einer unteren Grenzfrequenz $f_u > 0$ Hz.

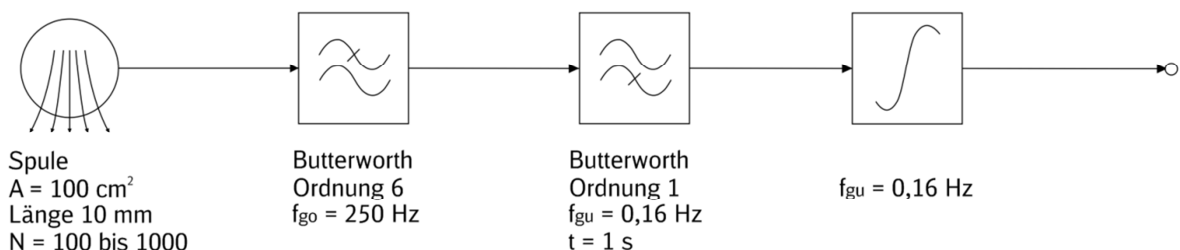


Abbildung 2: Filterkette Messspule - Beispiel

Kennwerte der Messkette:

- Messspule mit einer effektiven, kreisförmigen Querschnittsfläche von 100 cm².
- Windungszahl angepasst an die erwartete Signalintensität, dem verwendeten Abschlusswiderstand (50 Ω bis ≥ 1 MΩ), die Eigenschaften des Messgerätes (Datenrekorder, Datenlogger), die Empfindlichkeit, das Rauschverhalten und die Dynamik des Datenloggers sowie die Länge der Anschlussleitungen.

Empfehlung: Die Windungszahl sollte zwischen 100 und ca. 1000 Windungen liegen.

Anmerkung: In der DIN VDE 0848 Teil 1 werden für eine 100 cm² Sonde 318 Windungen empfohlen. Bei diesen Parametern resultiert bei einer magnetischen Flussdichte von 1 μT und einer Frequenz von 50 Hz eine Signalspannung von etwa 1 mV.

- Spulenlänge max. 1 cm.
- Ausrichtung der Spulenachse in x-Richtung.
- Die Ermittlung der magnetischen Flussdichte erfolgt durch Integration der in der Spule induzierten Spannung mittels analoger (Operationsverstärker) oder digitaler Messsysteme.

Anmerkung: Statische magnetische Gleichfelder von Tzf lassen sich mit Messspulen und Integratoren nur bei Überfahrt mit ausreichender Geschwindigkeit messen. Je niedriger dabei die untere Grenzfrequenz f_U des Integrators ist, umso niedriger kann dabei die Überfahrtgeschwindigkeit gewählt werden. Es hat sich gezeigt, dass z.B. mit $f_U = 0,16$ Hz eine Geschwindigkeit von 30 km/h ausreichend ist.

Bei Einsatz eines digitalen Integrators ist dies durch ein Butterworth Hochpassfilter 1. Ordnung mit 0,16 Hz Filtereckfrequenz und einem Integrator nach der Trapezregel zu realisieren.

$$H(z) = \frac{\Delta T}{2} \frac{z + 1}{z - 1}, \quad \text{mit } \Delta T = \frac{1}{\text{Abtastrate}}$$

- Filterparameter:
 - Hochpassfilter zur Entfernung des DC-Anteils: Butterworth 1. Ordnung mit 0,16 Hz Filtereckfrequenz (Zeitkonstante 1 s).
- Anmerkung: Wenn Signale mit Hochpass-Filtern mit Filtereckfrequenzen von 0,16 Hz und 0,5 Hz bzw. 1,0 Hz gut übereinstimmen, ist keine, auf einen vorhandenen niederfrequenten Feldanteil zurückzuführende Verfälschung gegeben.*
- Tiefpassfilter: Butterworth 6. Ordnung mit 250 Hz Filtereckfrequenz.
- Abtastfrequenz: Minimum: 5 kHz.
 - Messunsicherheit der maximalen Magnetfeldamplituden kleiner als 10 % exklusive Messposition.

Anmerkung: Eine Spulengröße von 100 cm² verringert die Empfindlichkeit der Anordnung der Sonden gegenüber kleineren Abweichungen der Messposition von der Sollposition.

4.4.4 Messposition

Die Magnetfeldsonden sind an einer geraden, nicht überhöhten Gleistrasse mit den Schienentypen UIC 60 oder S54 zu montieren.

Die Messposition der Magnetfeldsonden ist – in Bezug auf die Schiene - in y- und z-Richtung festgelegt (vgl. TR EMV-Teil1, Abbildung 3) und befindet sich in etwa an der Stelle der auf Magnetfelder empfindlich reagierenden Elemente der Gleisschaltmittel.

Die Messsensoren sind jeweils in der Mitte eines Schwellenfaches bzw. zwischen zwei Schienenbefestigungen an beiden Schienen zu montieren.

Um die erfasste magnetische Flussdichte dem Ort der Quelle am Fahrzeug zuordnen zu können, wird empfohlen, Referenzsensoren (z.B. Radsensor, Lichtschranke, etc.), welche die Überfahrt des Rades detektieren, gegenüber den Messsensoren anzubringen.

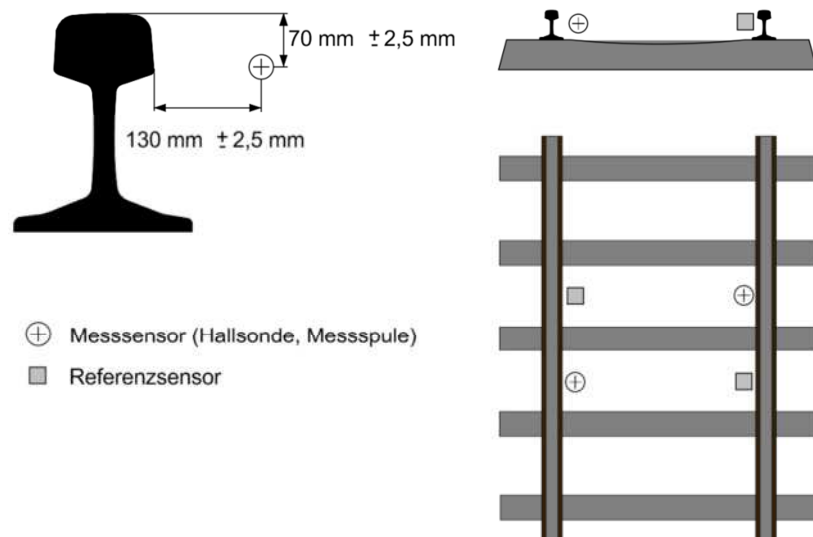


Abbildung 3: Messposition am Gleis (Empfehlung für Messaufbau)

4.5 Festlegung Messumfang

Zur Festlegung des Messumfangs (Auswahl der Versuchsparameter) sind vom Fahrzeughersteller – soweit erforderlich - folgende Angaben bereitzustellen:

- Lage von felderzeugenden Quellen wie z.B. Trafo, Drossel, Motor, Umrichter und hochstromführende Leitungen, etc.,
- Schaltbilder / Stromlaufpläne,
- Motorkennlinien hinsichtlich der Festlegung der Worst-case-Betriebspunkte,
- Geschwindigkeitsbereiche und Zug-/Bremskräfte, bei denen der max. magnetische Fluss in den Fahrmotoren auftritt,
- Geschwindigkeits-Zugkraft-Diagramm (Z-v-Diagramm),
- Geschwindigkeits-Bremskraft-Diagramm (B-v-Diagramm),
- Verhältnis von Fahrgeschwindigkeit zu Motorfrequenz (v/f_i) bei Drehstromfahrmotoren (vgl. Abschnitt 4.8.2),

- Lage von stromführenden Leitungen im inhomogenen Bereich gemäß Abschnitt 4.9.2,
- Lage von ferromagnetischen Bauteilen innerhalb des Bereich gemäß Abschnitt 4.9.3,
- Lage von Gleichfeldquellen (permanentmagnetische Komponenten).

Weitere Festlegungen zum Untersuchungsumfang sind je nach Fahrzeugcharakteristik sowie aufgrund von während der Messungen gewonnenen Erkenntnissen vorzunehmen.

4.6 Mess- / Betriebsparameter

4.6.1 Allgemeine Parameter

Die Leistung der Hilfsbetriebe ist maximal zu wählen. Alle elektrischen Verbraucher in und am Fahrzeug (z.B. Beleuchtung, Klimaanlage, Heizung, Küche in Bistro/Speisewagen, etc.) sind einzuschalten und – sofern technisch realisierbar – mit möglichst max. Leistung bzw. höchstem Störpotential zu betreiben (z.B. EMV-Plan).

Zur Berücksichtigung möglicher Unsymmetrien sind die rechte und linke Fahrzeugseite in beiden Fahrtrichtungen zu untersuchen.

Im Falle von Fahrzeugen, welche beim generatorischen Bremsen die erzeugte Energie sowohl in die Fahrleitung rückspeisen, als auch in Bremswiderstände leiten können, sind – sofern möglich – beide Bremsmöglichkeiten messtechnisch zu berücksichtigen.

4.6.2 Referenzmessung

Je Fahrtrichtung sind mind. zwei traktionslose Überfahrten (bei E-Traktion mit gesenktem Stromabnehmer, bei Dieseltraktion ohne zugeschalteten Generator) durchzuführen.

4.6.3 Gleichfelder

Zur Identifikation von Gleichfeldquellen am Fahrzeug sind Messungen mit einer Gleichfeldsonde gemäß Abschnitt 4.4.2 bei Überfahrten mit sehr geringer Geschwindigkeit (≤ 5 km/h) durchzuführen. Je Fahrtrichtung sind mindestens zwei Überfahrten durchzuführen.

4.6.4 Elektrisch und dieselektrisch angetriebene Fahrzeuge

a) Drehstromfahrmotoren

Die Untersuchungen sind in dem Betriebszustand durchzuführen, bei welchem der magnetische Fluss im Fahrmotor maximal ist (Fahr- oder Bremsbetrieb).

Die Mindestüberfahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs beträgt aus Gründen der Messtechnik 30 km/h (vgl. Abschnitt 4.4.3), wobei sichergestellt sein muss, dass bei dieser Geschwindigkeit durch die Fahrzeugsteuerung keine Flussabsenkung auftritt. Andernfalls ist eine Geschwindigkeit oberhalb von 30 km/h zu wählen, bei welcher der maximale Fluss anliegt.

Die Messung ist bei 30 km/h je Fahrtrichtung mindestens 2-mal durchzuführen. Wenn höhere Geschwindigkeiten notwendig sein sollten, ist für jede Geschwindigkeitssteigerung um je

10 km/h eine weitere Fahrt je Fahrtrichtung notwendig (z.B. bei 40 km/h mindestens 3 Fahrten je Fahrtrichtung).

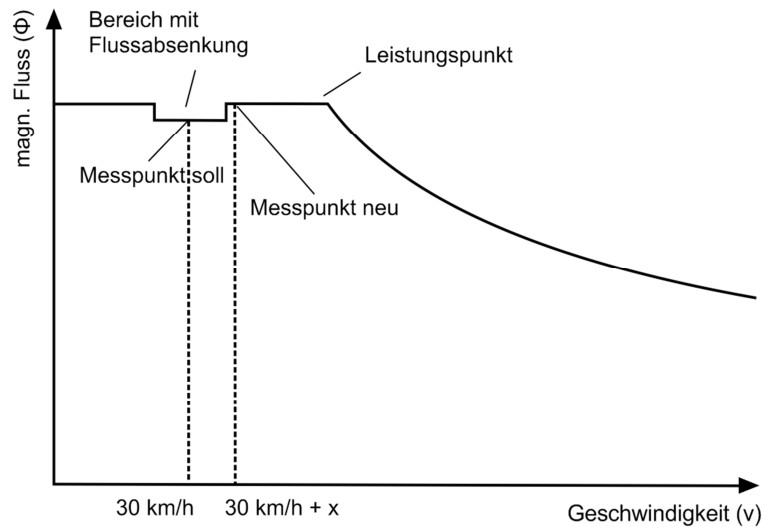


Abbildung 4: Fluss-v-Diagramm, beispielhafter Verlauf mit Flussabsenkung

b) Gleichstromfahrmotoren

Die Untersuchungen sind in dem Betriebszustand durchzuführen, bei welchem der magnetische Fluss im Fahrmotor maximal ist (Fahr- oder Bremsbetrieb).

Liegt der maximale Fahrmotorstrom über einen größeren Geschwindigkeitsbereich an, ist hiervon die niedrigste Geschwindigkeit zu wählen.

Je Fahrparameter und je Fahrtrichtung sind mindestens zwei Überfahrten durchzuführen.

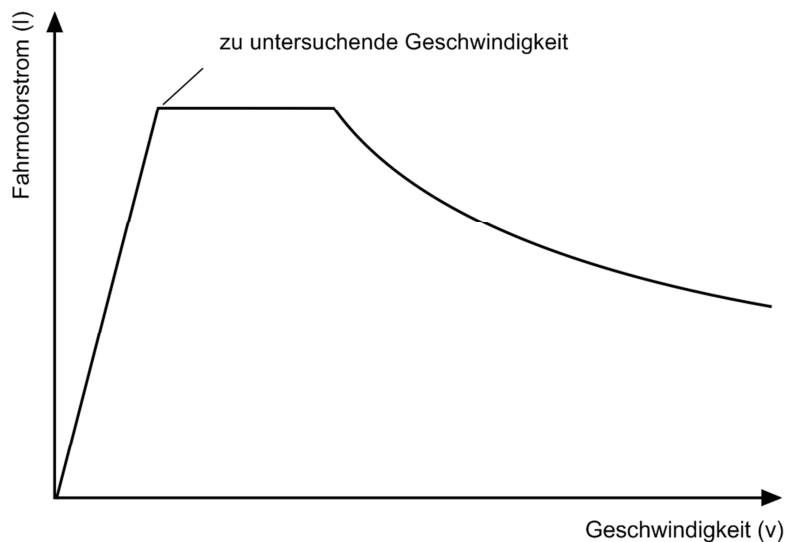


Abbildung 5: Fahrmotorstrom-v-Diagramm, beispielhafter Verlauf

c) Trafo und Saugkreisdrossel

Zur Untersuchung der Beeinflussung durch magnetische Feldanteile von Trafo und Saugkreisdrosseln sind Fahrten am Leistungspunkt (maximaler Netzstrom bei minimaler Geschwindigkeit) mit maximaler Zugkraft durchzuführen.

Je Fahrparameter und je Fahrtrichtung sind mindestens zehn Überfahrten durchzuführen.

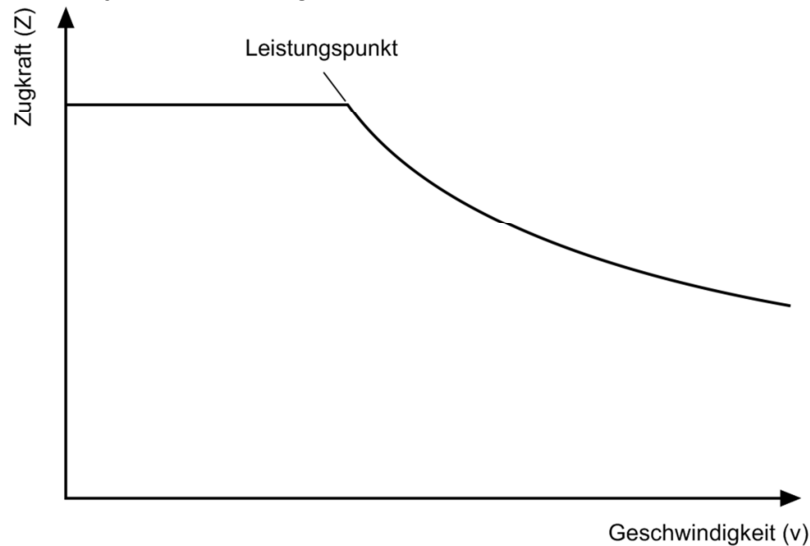


Abbildung 6: Beispielhaftes Z-v-Diagramm

4.6.5 Dieselhydraulisch / dieselmechanisch angetriebene Fahrzeuge

Auf Basis des EMV-Planes ist festzulegen, ob Überfahrten mit diesem Fahrzeugtyp erforderlich sind. Sofern erforderlich sind je Fahrparameter und je Fahrtrichtung mindestens zehn Überfahrten mit $v = 30 \text{ km/h}$ durchzuführen.

4.6.6 Lokomotiven mit umrichter gespeister Zugsammelschiene

Für die Untersuchung von Lokomotiven mit Umrichter gespeister Zugsammelschiene ist diese zusätzlich mit einer ohmschen Last zu belasten, die einer Leistung von mind. 80 kW entspricht.

Anmerkung: Die geforderte Last kann auch über angekuppelte Reisezugwagen aufgebracht werden.

4.6.7 Wagen

Auf Basis des EMV-Planes ist festzulegen, ob Überfahrten mit dem Wagentyp erforderlich sind. Sofern erforderlich sind Fahrten mit Sinus-Speisung 16,7 Hz und je Fahrparameter und je Fahrtrichtung mindestens zehn Überfahrten mit $v = 30 \text{ km/h}$ durchzuführen.

4.6.8 Ausfallbetriebe

Betrieblich relevante Ausfallbetriebe sind in Abstimmung mit dem Fahrzeughersteller gemäß EMV-Plan festzulegen und punktuell zu untersuchen. In diesem Fall werden die im Normalbetrieb durchlaufenen Parameter (auszugsweise) für relevante und repräsentative Kombinationen ausgefallener Fahrmotoren bzw. Antriebseinheiten sowie Geschwindigkeiten wiederholt.

Es sind nur die Ausfallbetriebe zu untersuchen, welche im Regelbetrieb technisch auch tatsächlich vorkommen können.

Der Notfederbetrieb ist nicht zu betrachten.

Fahrten mit ausgeschalteten Fahrmotoren und/oder Antriebseinheiten sind nur dann durchzuführen, wenn dies:

- a) Auswirkungen auf die verbleibenden, eingeschalteten Fahrmotoren bzw. Antriebseinheiten hat, wie beispielsweise Erhöhung der Leistung und/oder Zugkraft je verbleibendem Fahrmotor bzw. Antriebseinheit,
- b) zu magnetischen Unsymmetrien des Haupttransformators und somit zu erhöhten Trafostreufeldern führen kann. Im Vorfeld der Messungen ist daher durch den Fahrzeug- oder Transformatorhersteller durch Messung im Labor, Simulation oder Analogieschluss zu ermitteln, unter welchen Bedingungen die stärksten Streufelder im Schienenbereich am Messpunkt zu erwarten sind (siehe EMV-Plan).

Bei den Streckenmessungen zu untersuchen ist die Konstellation, bei welcher im Gleisbereich die stärksten Streufelder auftreten. Wenn diese Konstellation nicht durch Labormessungen oder Analogieschluss ermittelt werden kann, sind alle Ausfallzustände bei den Streckenmessungen zu überprüfen. Der volltaugliche Betriebszustand (alle Traktionswicklungen in Betrieb) ist in jedem Fall zu untersuchen.

4.6.9 Wirbelstrombremse

Der Einfluss der aktiven (erregt und bestromt) Wirbelstrombremse wird in diesem Abschnitt der Technischen Regelung nicht betrachtet.

Anmerkung: MK, DMK und Impulsgeber Bauart WSSB werden durch die erregte Wirbelstrombremse zerstört.

4.6.10 Magnetschienenbremse

Die aktive (erregt und bestromt) Magnetschienenbremse ist nicht zu betrachten (siehe Abschnitt 5.7.9).

4.7 Fahrzeugseitige Zugbeeinflussungssysteme

Für bereits zugelassene Systeme und Einrichtungen der Zugbeeinflussung (z.B. ETCS-Fahrzeugantenne, LZB) sind keine Überfahrversuche erforderlich.

4.8 Auswerteverfahren / Bewertungskriterien

4.8.1 Fahrzeuggrenzwert und Auswerteverfahren für MK

Für die Überprüfung der Einhaltung des Grenzwertes des Gleisschaltmittels MK ist folgendes Verfahren anzuwenden:

- I. Die bei der Überfahrt eines Fahrzeugs auftretende magnetische Flussdichte in x-Richtung wird mit einer Messsensorik gemäß Abschnitt 4.4 sowie unter Anwendung der Messparameter von Abschnitt 4.6 aufgezeichnet.
- II. Die magnetische Flussdichte wird im Zeitbereich analysiert. Das Zeitsignal $B(t)$ wird als eine Folge von Impulsen mit wechselnder Polarität betrachtet, zwischen denen jeweils ein Nulldurchgang liegt.

- a) Der Grenzwert ist eingehalten, wenn kein Signalpegel $|B_{\text{peak}}(t)| > 200 \mu\text{T}$ auftritt.
- b) Für Streufelder von Gleichfeldquellen und Drehstrommotoren beträgt der Grenzwert generell $200 \mu\text{T}$.

Anmerkung: Drehstrommotoren können z.B. im Stand oder bei langsamer Überfahrt sehr niedrige Frequenzen aufweisen.

- c) Bei Signalpegeln $|B_{\text{peak}}(t)| > 200 \mu\text{T}$ hängt der Grenzwert des zulässigen Magnetfeldes bei monofrequenten Störern von dessen Frequenzanteil im Bereich von B_{peak} ab. Abhängig von der Art der Feldquelle auf dem Fahrzeug ist für die Bewertung der bei der diesbezüglich minimalen relevanten Überfahrtgeschwindigkeit resultierende Grenzwert anzunehmen.

Bei allen Signalpegeln $|B_{\text{peak}}(t)| > 200 \mu\text{T}$ wird die Impulsdauer t_i aus der Differenz der benachbarten beiden Nulldurchgänge ermittelt. Beispiele zur Ermittlung von t_i zeigen in Anhang A die Abbildungen A.3 bis A.6.

Der Grenzwert $B_{\text{Grenz}}(f_i)$ wird aus der in Abbildung 7 dargestellten Grenzwertkurve bestimmt.

- d) Bei mehrfrequenten Störern und Signalpegeln $|B_{\text{peak}}(t)| > 200 \mu\text{T}$ sind die ermittelten Feldamplituden an den relevanten Stellen des Fahrzeugs auf den jeweiligen frequenzbezogenen Grenzwert $B_{\text{Grenz}}(f_i)$ gemäß Abbildung 7 zu beziehen. Die gewichtete Summe der einzelnen Feldanteile darf gemäß nachstehender Formel den Wert 1 nicht überschreiten.

$$\frac{|B(f_{i1})|}{B_{\text{Grenz}}(f_{i1})} + \frac{|B(f_{i2})|}{B_{\text{Grenz}}(f_{i2})} + \dots + \frac{|B(f_{in})|}{B_{\text{Grenz}}(f_{in})} \leq 1$$

mit n = Anzahl Frequenzen

$B(f_{i1})$ kann dabei auch von einer Gleichfeldquelle auf dem Fahrzeug herrühren. Die resultierende Frequenz f_{i1} ist in diesem Fall vom Feldprofil und der Überfahrtgeschwindigkeit abhängig und nahezu Null. Der Grenzwert $B_{\text{Grenz}}(f_{i1})$ beträgt dann gemäß der Grenzwertkurve (Abbildung 7) $200 \mu\text{T}$.

Beispiel:

Nachfolgend wird beispielhaft die Bewertung eines zweifrequenten Störers betrachtet (Feld einer Gleichfeldquelle (f_{i1}) und einer Wechselfeldquelle (f_{i2}) des Fahrzeugs, die sich an der Messstelle überlagern, siehe hierzu auch Anhang A, Abbildungen A.1 und A.2).

Die Positionen von Gleichfeldquellen auf dem Fahrzeug sind durch Überfahrversuche mit möglichst niedriger Geschwindigkeit mittels Gleichfeldsonde bzw. Wechselfeldsonde sowie der Kenntnis über die Fahrzeugtechnik zu erfassen.

Aus den gemessenen Zeitsignalverläufen werden die relevanten Bereiche des Fahrzeugs (Betrag der magnetischen Flussdichten am Messort größer $200 \mu\text{T}$) identifiziert.

Die Frequenz der Wechselfeldquelle (f_{i2}) wird aus dem Kehrwert der Periodendauer des Zeitsignals ermittelt. Der zugehörige Grenzwert $B_{\text{Grenz}}(f_{i2})$ für die Wechselfeldquelle ergibt sich nach Abbildung 7.

Für die Gleichquellen ist ein Grenzwert $B_{\text{Grenz}}(f_{i1})$ von $200 \mu\text{T}$ ($f_{i1} = 0 \text{ Hz}$) anzusetzen. Für die relevanten Stellen des Fahrzeugs sind die zugehörigen Feldanteile $B(f_{i1})$ und $B(f_{i2})$ aus den Zeitverläufen zu ermitteln und unter Anwendung obiger Summationsformel ortsrichtig auf Einhaltung der Grenzwertvorgabe zu prüfen. Der Grenzwert gilt als eingehalten, wenn die Summe der einzelnen, auf den jeweiligen max. zulässigen Feldanteil bezogenen Feldanteile kleiner gleich eins ist (siehe o.g. Formel).

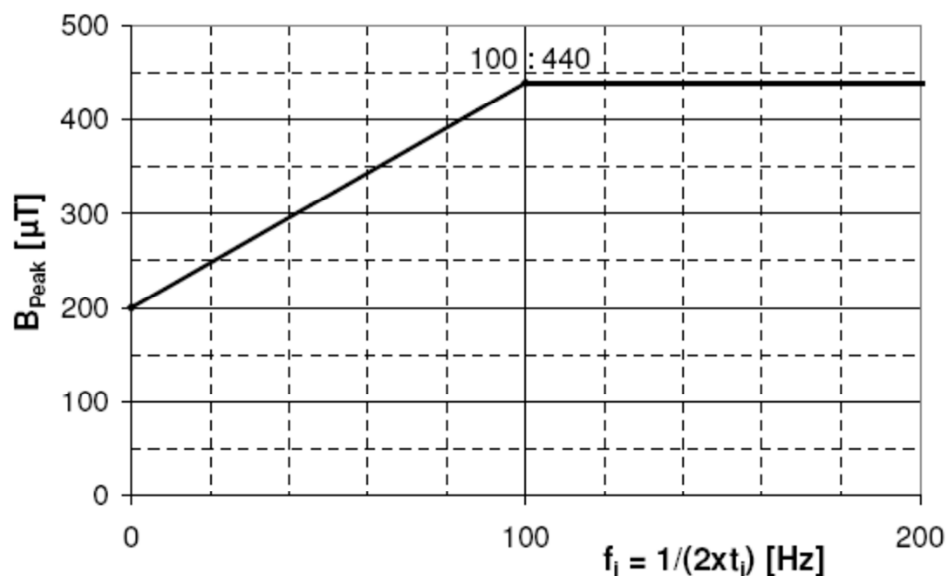


Abbildung 7: Fahrzeuggrenzwerte für die Kompatibilität mit MK und DMK (Radnachbildung) in x-Richtung

4.8.2 Fahrzeuggrenzwert und Auswerteverfahren für DMK

Das bei der Überfahrt eines Fahrzeuges entstehende Feld in x-Richtung wird mit einer Messensorik gemäß Abschnitt 4.4 sowie unter Anwendung der Messparameter von Ab-

schnitt 4.6 aufgezeichnet. Im Falle des DMK sind zwei Effekte zu berücksichtigen – Radnachbildung und Radauslöschung.

- I. Für den Effekt der Radnachbildung gelten der Grenzwert und das Auswerteverfahren für MK aus Abschnitt 4.8.1.
- II. Für den zusätzlich zu betrachtenden Effekt der Radauslöschung gilt ausschließlich innerhalb des Radbereiches (siehe TR EMV-Teil 1, Kapitel 4) :

1. Die magnetische Flussdichte wird im Zeitbereich analysiert. Das Zeitsignal $B(t)$ wird als eine Folge von Impulsen mit wechselnder Polarität betrachtet, zwischen denen jeweils ein Nulldurchgang liegt.
2. Abhängig vom Raddurchmesser des Fahrzeugs gelten unterschiedliche Grenzwertkurven für die DMK-Radauslöschung (siehe Abbildung 8).
3. Wenn kein Signalpegel $B_{\text{peak}}(t)$ mit einem Betrag $> 100 \mu\text{T}$ für Räder mit 600 mm Durchmesser bzw. $> 150 \mu\text{T}$ für Räder mit 1250 mm Durchmesser auftritt, dann ist der Grenzwert eingehalten. Für Raddurchmesser, die zwischen 600 mm und 1250 mm liegen, sind die Grenzwerte linear zu interpolieren.
4. Bei allen Signalpegeln $|B_{\text{peak}}(t)|$, die in Abhängigkeit vom jeweiligen Raddurchmesser die Grenzwerte von 3. überschreiten, wird das Verhältnis v/f_i wie folgt ermittelt:

- Anhand t_i - abgeleitet aus dem Zeitsignal $B(t)$ der magnetischen Flussdichte im Radbereich (Beispiele hierzu siehe Anhang A, Abbildung A.7 bis A.10) - wird die Frequenz

$$f_i = \frac{1}{2 \cdot t_i} \text{ in [Hz]}$$

bestimmt und der Quotient v/f_i mit v (Fahrgeschwindigkeit in [km/h]) gebildet.

- Wenn für den gesamten Geschwindigkeitsbereich des Fahrzeugs ein konstantes Verhältnis v/f_i im Bereich der Signalpegel $B_{\text{peak}}(t)$ aus der Fahrzeugdokumentation ermittelt werden kann, wird dieses verwendet. Bei von Drehstrom-Fahrmotoren verursachten Magnetfeldern wird das konstante, motorspezifische Verhältnis v/f_i des Fahrmotors verwendet.
- Für den DMK beträgt die maximal zu betrachtende Geschwindigkeit 140 km/h.

a) **v/f_i ist konstant**

Störquellen sind z.B. Drehstromfahrmotor incl. Zuleitung, DC-Fahrmotor.

Wenn das Wertepaar $(B_{\text{peak}}(t), v/f_i)$ die Grenzwertkurve in Abbildung 8 nicht überschreitet, dann ist der Grenzwert eingehalten. Für Raddurchmesser, die zwischen 600 mm und 1250 mm liegen, ist die Grenzwertkurve linear zu interpolieren.

Anmerkung: Gleichfeldquellen führen zu einem konstanten Verhältnis v/f_i .

b) **v/f_i ist variabel**

Störquellen sind z.B. Saugkreisdrossel oder Trafo incl. Zuleitung.

Wenn kein Signalpegel $B_{\text{peak}}(t)$ mit einem Betrag

> 100 μT für Räder mit 600 mm Durchmesser bzw.
 > 150 μT für Räder mit 1250 mm Durchmesser auftritt,
 dann ist der Grenzwert eingehalten. Für Raddurchmesser, die zwischen
 600 mm und 1250 mm liegen, ist der Grenzwert linear zu interpolieren.
 Wird der vorgenannte, vom Raddurchmesser abhängige Grenzwert überschrit-
 ten, so ist das tatsächliche v/f_i für die relevanten Betriebspunkte zu ermitteln.
 Hierbei sind die Maße der Räder im Neuzustand zu Grunde zu legen. Die zu-
 gehörigen Feldwerte sind dann auf Grenzwerteinhaltung entsprechend Abbil-
 dung 8 zu prüfen.
 Bei mehrfrequenten Störquellen kann grundsätzlich – soweit aufgrund der Sig-
 nalverläufe noch sinnvoll – sinngemäß wie beim MK verfahren werden.

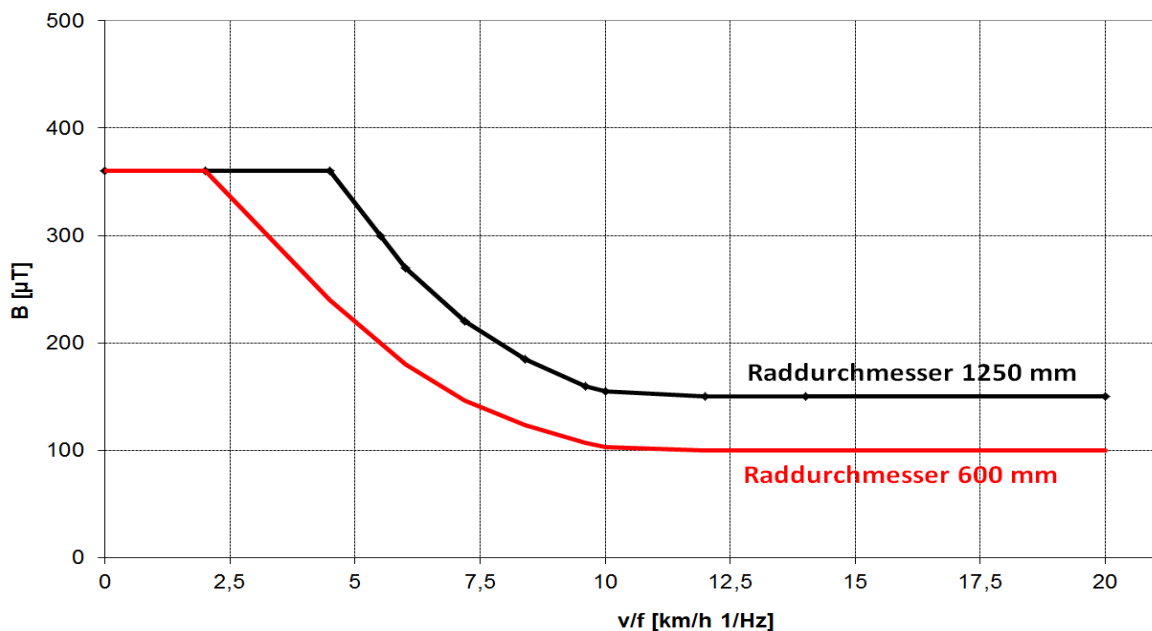


Abbildung 8: Fahrzeuggrenzwerte für die Kompatibilität mit DMK in x-Richtung (Radauslöschung)

Raddurchmesser 600 mm		Raddurchmesser 1250 mm	
$v/f_i \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1}{\text{Hz}} \right]$	B [μT]	$v/f_i \left[\frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1}{\text{Hz}} \right]$	B [μT]
0	360	0	360
2	360	2	360
4,5	240	4,5	360
5,5	200	5,5	300
6	180	6	270
7,2	147	7,2	220
8,4	123	8,4	185
9,6	107	9,6	160
10	103	10	155
12	100	12	150

Tabelle 1: Stützpunkte Grenzwerttabelle zu Abbildung 8

4.9 Sonderfall – Kriterien für Überfahrversuche MK

4.9.1 Allgemeines

MK, DMK und Impulsgeber Bauart WSSB können auch bei Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte der magnetischen Flussdichte beeinflusst werden durch:

- vom Fahrzeug abgestrahlte, ausgeprägte inhomogene Magnetfeldanteile im Wirkungsbereich der Gleisschaltmittel (siehe 4.9.2),
- tiefhängende ferromagnetische Metallteile (siehe 4.9.3).

Sind diese Bedingungen gegeben, sind zusätzlich zu den Magnetfeldmessungen Überfahrten über das Gleisschaltmittel MK gemäß Abschnitt 5.9 zur Bewertung des ordnungsgemäßen Schaltverhaltens erforderlich. Gleiches gilt für das Vorhandensein gradienter Feldanteile.

Anmerkung: Die Prüfanforderungen für DMK und Impulsgeber Bauart WSSB werden durch die MK-Überfahrten abgedeckt (vgl. Abschnitt 4.1).

4.9.2 Inhomogene Feldanteile

Es ist davon auszugehen, dass starke inhomogene Feldanteile auftreten können, wenn stromdurchflossene Leiter - hierzu gehören u.a. auch Trafo-/Spulenwicklungen - am Fahrzeug innerhalb des in folgender Abbildung skizzierten Bereiches um die Messposition vorhanden sind.

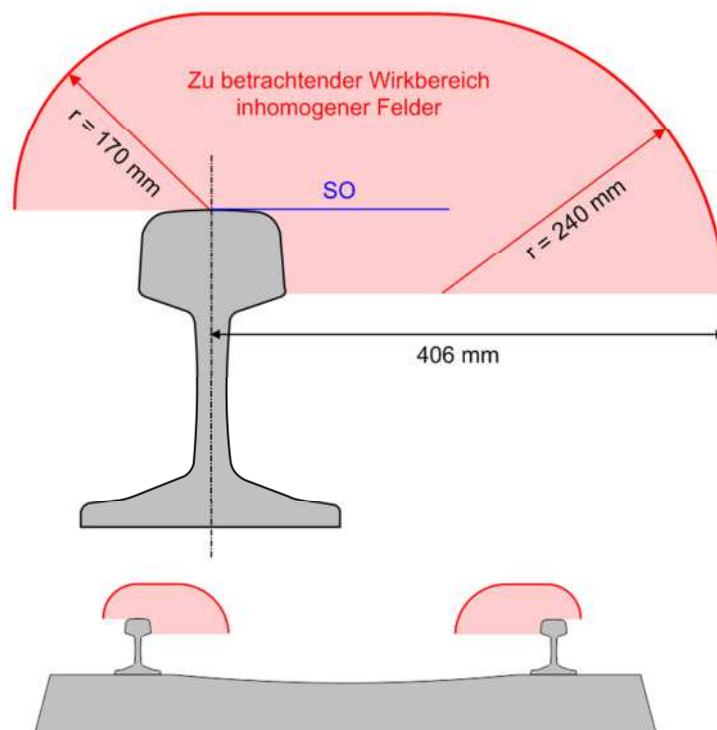


Abbildung 9: Bereich von stromdurchflossenen Leitern durch die stark inhomogene Magnetfelder resultieren können

4.9.3 Tiefhängende, ferromagnetische Metallteile

Die Beeinflussungszone eines Radsensors, in der durch tiefhängende ferromagnetische Metallteile wie z.B. Magnetschienenbremsen, Wirbelstrombremsen, Bahnräumer, Sandrohre, etc., Beeinflussungen auftreten können, ist in folgender Abbildung dargestellt.

Ob aufgrund tiefhängender, ferromagnetischer Metallteile ein zusätzlicher Nachweis durch Überfahrversuche über den MK zu erbringen ist, muss im Einzelfall entschieden werden. Die hierzu getroffenen Festlegungen sind im EMV-Plan zu dokumentieren.

Anmerkung: Der messtechnische Nachweis kann ggf. durch Bescheinigung der Konformität ersetzt werden, wenn beispielsweise die Verträglichkeit eines bestimmten Typs Bahnräumer positiv bestätigt wurde und derselbe Typ gleicher Ausführung und Montage an unterschiedlichen Fahrzeugen zum Einsatz kommt.

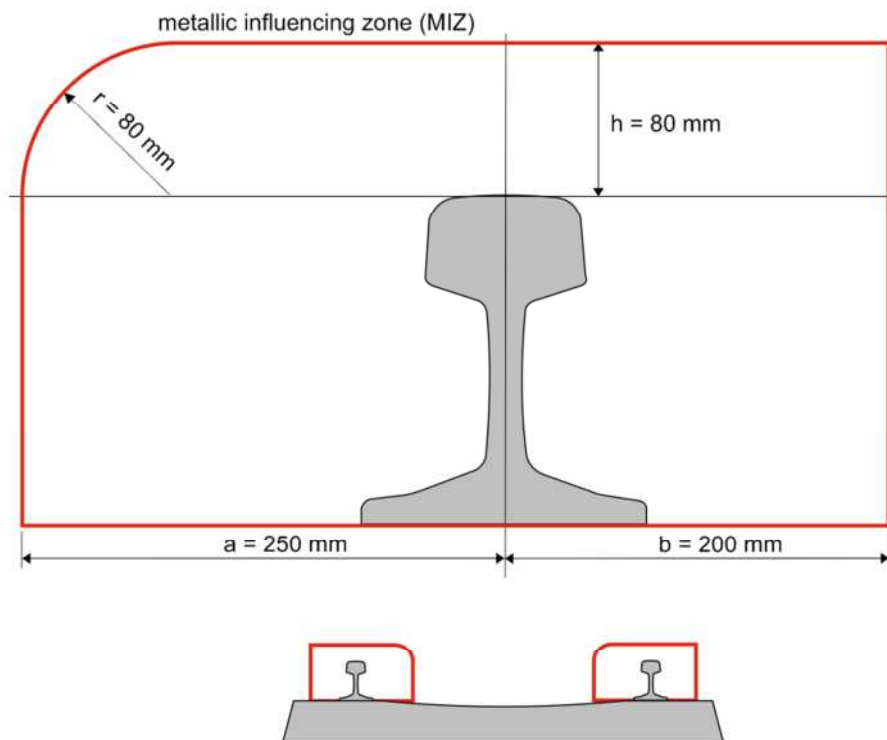


Abbildung 10: Beeinflussungszone eines Radsensors nach [TSI CCS Interface] –
Figure 3, sensitive area

4.9.4 Gradiente Feldanteile

Treten bei den Magnetfeldmessungen nach Abschnitt 4.8 gradiente Feldanteile¹ auf, welche den zugehörigen MK-Grenzwert gemäß Abbildung 7 überschreiten, den Maximalwert von 440 μT jedoch einhalten, kann der Verträglichkeitsnachweis nach Abschnitt 4.8.1 zusätzlich durch Überfahrversuche MK gemäß Abschnitt 5.9 erfolgen. Für die Überfahrversuche ist dabei - abweichend von Abschnitt 5.9 - stets eine MK-Einwirklänge von 180 mm zu wählen.

¹ ausgenommen Streufelder von Gleichfeldquellen

Anmerkung: Überschreiten die gemessenen gradienten Magnetfelder die zugehörigen Grenzwerte gemäß Abbildung 7 um mehr als 50%, so sind die Erfolgchancen für einen positiven Nachweis mittels Überfahrten MK als eher gering einzustufen.

Die Untersuchung und Bewertung der Radauslöschung DMK durch die Magnetfeldwerte gemäß Abschnitt 4.8.2 bleiben hiervon unberührt.

5 Überfahrversuche Gleisschaltmittel

5.1 Allgemeine Informationen zur Nachweisführung

Dieser Abschnitt beschreibt das Messverfahren zum Nachweis der Kompatibilität von Fahrzeugen mit den in Anhang B genannten Gleisschaltmitteln. Berücksichtigt werden hierbei Störeinflüsse von Magnetfeldern (z.B. Fahrmotorfelder) sowie in den Einwirkungsbereich der Gleisschaltmittel ragende Metallteile (z.B. Magnetschienen- und Wirbelstrombremse).

Der Nachweis wird erbracht

- durch Überfahrten mit dem zu untersuchenden Fahrzeug über eine repräsentative Auswahl von Gleisschaltmitteln (Anhang C),
- unter Anwendung der in Kapitel 5.7 definierten Mess- und Betriebsparameter,
- durch Bewertung der aufgezeichneten analogen und digitalisierten Signale der Gleisschaltmittel.

Das Systemverhalten der Gleisschaltmittel wird für verschiedene, praxisrelevante Betriebszustände und Geschwindigkeiten des Fahrzeugs gemessen, aufgezeichnet, analysiert und bewertet.

Zur Berücksichtigung möglicher Unsymmetrien werden messtechnisch beide Fahrzeugseiten und Fahrtrichtungen untersucht.

Bedingt durch das praktizierte Verfahren mit Überfahrt realer Gleisschaltmittel kann nicht der komplette mögliche Nutzfrequenzbereich der einzelnen Gleisschaltmitteltypen erfasst und bewertet werden. Bei den Messungen wird der sich beim jeweiligen Gleisschaltmittel einstellende Arbeitsfrequenzbereich² berücksichtigt.

Es wird davon ausgegangen, dass außerhalb des bei den Messungen erfassten Arbeitsfrequenzbereichs keine dominanten, singulären und extrem schmalbandigen Störfeldanteile der Fahrzeuge im gesamten Toleranzbereich der Nutzfrequenz des jeweiligen Zählpunkttypen auftreten. Die bisher diesbezüglich durchgeführten Untersuchungen bestätigen diese Annahme.

Die für den Kompatibilitätsnachweis verwendeten und in Anhang C genannten Komponenten sind so gewählt, dass damit das Spektrum der im Bereich der EBO im Einsatz befindlichen Gleisschaltmittel (Anhang B) versuchs- und untersuchungstechnisch abgedeckt wird.

² Aktuelle Arbeitsfrequenz des konkreten Gleisschaltmittels inkl. zugehöriger Bandpass-Charakteristik.

Für den Kompatibilitätsnachweis sind die in der Tabelle von Anhang C aufgeführten Gleisschaltmittel-Konfigurationen im vollen Umfang zu verwenden. Selbiges gilt auch im Falle von Wiederholungsmessungen nach fahrzeugseitigen Maßnahmen zur Reduzierung von Störbeeinflussungen an Gleisschaltmitteln. Ausnahmen hiervon sind nur möglich im Falle von Fahrzeugen, die ausschließlich für den Einsatz in Inselnetzen vorgesehen sind. In diesem Fall ist im Prüfbericht explizit anzugeben, dass von Anhang C abgewichen wird.

Bezugsquellen für die Gleisschaltmittel sind in Anhang G genannt.

5.2 Montage der Gleisschaltmittel

Die Gleisschaltmittel sind entsprechend der gültigen Herstellerdokumente (Betriebshandbuch, Montageanleitung, etc.) an einer geraden, nicht überhöhten Gleistrasse mit den Schientypen UIC 60 oder S54 zu installieren und in Betrieb zu nehmen. Für den Abstand der Gleisschaltmittel zur SO ist – soweit möglich – der herstellerseitig zulässige Mindestabstand zu wählen (worst-case-Montageposition).

Um eine gegenseitige Beeinflussung der Gleisschaltmittel zu vermeiden, sind die herstellerseitig vorgegebenen Mindestabstände einzuhalten. Dies gilt auch für den Abstand zu Gleisstromkreisen, PZB-Magneten, etc.

5.3 Einstellen der Gleisschaltmittel

Die Gleisschaltmittel sind entsprechend der gültigen Herstellerdokumente (Betriebshandbuch, Einstellanleitung, etc.) auf die herstellerseitig angegebenen Sollwerte einzustellen.

Die Einstellung der Gleisschaltmittel ist täglich vor Messbeginn zu kontrollieren. Bei Abweichungen innerhalb der zulässigen Toleranzgrenzen sind aus Gründen der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse die Gleisschaltmittel auf die Sollwerte nachzuregeln.

Die Durchführung der Einstellung sowie die Einhaltung der Toleranzgrenzen der Einstellwerte sind zu dokumentieren.

5.4 Funktionskontrolle der Gleisschaltmittel

Täglich vor Messbeginn ist eine Funktionskontrolle der Gleisschaltmittel durchzuführen (z.B. anhand der Angaben in der Herstellerdokumentation).

Die Durchführung der Funktionskontrolle ist zu dokumentieren.

5.5 Datenerfassung

Von den Gleisschaltmitteln sind die in Anhang D Spalte „Erfasste Messsignale“ angegebenen Signale messtechnisch zu erfassen. Die Signale werden an Schnittstellen der Außenanlagen und/oder an zugehörigen Komponenten der Innenanlagen abgegriffen.

Messtechnisch erfasst werden – abhängig vom jeweiligen System – nachfolgend genannte Arten von Signalen:

- analoge Sensorsignale (Sensorspannungen, Sensorströme),

- digitalisierte Radimpulse (sofern vorhanden); diese Impulse werden erzeugt, sobald die analogen Sensorsignale definierte Ansprechschwellen erreichen.

Anmerkung: Abhängig vom jeweiligen System können analoge und digitalisierte Signale oder jeweils nur eines von beiden messtechnisch erfasst werden.

Die Realisierung der Signalabgriffe ist für eine Auswahl der in Anhang B und C genannten Gleisschaltmittelkonfigurationen beispielhaft in Anhang F beschrieben.

5.6 Festlegung Messumfang

Zur Festlegung des Messumfangs (Auswahl der Versuchsparameter) sind vom Fahrzeughersteller – soweit erforderlich – folgende Angaben bereitzustellen:

- Schaltbilder,
- Zugkraft-Geschwindigkeits-Diagramm (Z-v-Diagramm),
- Bremskraft-Geschwindigkeits-Diagramm (B-v-Diagramm),
- Geschwindigkeit, bei welcher die Antriebsstromrichter von asynchroner Taktung zu synchroner Taktung wechseln,
- Lage tiefhängender, ferromagnetischer Bauteile (z.B. Magnetschienenbremsen) am Fahrzeug,
- Orte felderzeugender Quellen am Fahrzeug, wie z.B. Motor, Umrichter, Leitungen, etc.

Weitere Festlegungen zum Untersuchungsumfang sind je nach Fahrzeugcharakteristik sowie aufgrund von während der Messungen gewonnenen Erkenntnissen vorzunehmen.

5.7 Mess- / Betriebsparameter

Die beschriebenen Mess- und Betriebsparameter orientieren sich in wesentlichen Teilen an [TS 50238-3].

5.7.1 Allgemeine Parameter

Die Leistung der Hilfsbetriebe ist maximal zu wählen. Alle elektrischen Verbraucher in und am Fahrzeug (z.B. Beleuchtung, Klimaanlage, Heizung, Küche in Bistro/Speisewagen, etc.) sind einzuschalten und – sofern technisch realisierbar – mit möglichst max. Leistung bzw. höchstem Störpotential zu betreiben (z.B. EMV-Plan).

Bei Fahrzeugen mit unter dem Fahrzeug angebrachten, betrieblich verwendeten und in den in Abbildung 10 (Abschnitt 4.9.3) definierten Raum ragenden Anbauteilen sind Überfahrten in allen betrieblich vorgesehenen Positionen durchzuführen (z.B. Ultraschall-Prüfköpfe in Überführungs-, Transport- und Arbeitsstellung, etc.).

Sofern sich die Feldemissionen des Fahrzeugs in Mehrfachtraktion von den Feldemissionen in Einzeltraktion unterscheiden, sind die Untersuchungen auch in Mehrfachtraktion durchzuführen. Die Festlegungen hierzu sind im EMV-Plan zu kommentieren.

Die Anzahl der Messfahrten unter denselben Betriebsbedingungen muss reproduzierbare Messergebnisse gewährleisten. Aus diesem Grund sind je Fahrtrichtung mindestens drei Messfahrten mit denselben Betriebsbedingungen durchzuführen.

Zur Berücksichtigung möglicher Unsymmetrien sind nacheinander oder gleichzeitig die rechte und linke Fahrzeugseite zu untersuchen.

Im Falle von Fahrzeugen, welche beim generatorischen Bremsen die erzeugte Energie sowohl in die Fahrleitung rückspeisen, als auch in Bremswiderstände leiten können, sind - sofern möglich – beide Bremsmöglichkeiten messtechnisch zu berücksichtigen.

5.7.2 Referenzmessung

Eine traktionslose Überfahrt (Referenzfahrt, bei E-Traktion mit gesenktem Stromabnehmer und Hauptschalter aus, bei Dieseltraktion ohne zugeschaltetem Generator) ist mit geeigneter Geschwindigkeit (z.B. 20 bis 30 km/h) durchzuführen.

Anmerkung: Ziel dieser Messung ist es, den Sollzustand von analogen und digitalisierten Radimpulsen ohne Magnetfeldbeeinflussung zu ermitteln und als Referenz bei der Analyse der Sensorsignale heranziehen zu können.

5.7.3 Elektrisch und dieselelektrisch angetriebene Fahrzeuge

Basis für die Geschwindigkeitsstaffelung bilden das Zugkraft-Geschwindigkeits-Diagramm (Z-v-Diagramm) und das Bremskraft-Geschwindigkeits-Diagramm (B-v-Diagramm).

Abhängig von dem zu untersuchenden Fahrzeug sind mindestens die nachfolgenden Geschwindigkeiten zu belegen. Die Geschwindigkeiten sind mit dem Fahrzeughersteller gemäß EMV-Plan abzustimmen

Die Fahrten sind – soweit möglich – jeweils mit max. Zugkraft (Z-v-Diagramm) und mit max. elektrischer Bremskraft (B-v-Diagramm) durchzuführen.

- Geschwindigkeit v1: niedrige Geschwindigkeit ca. 5 km/h bis 10 km/h,
- Geschwindigkeit v2: ca. 70 % bis 90 % der Geschwindigkeit, bei welcher der Wechsel von asynchroner Taktung zu synchroner Taktung der Antriebsstromrichter stattfindet (max. Pulswiederholrate),
- Geschwindigkeit v3 = ca. 70 % bis 90 % der Geschwindigkeit am Knickpunkt (Leistungspunkt) der Motorkennlinie (max. Zwischenkreisspannung),

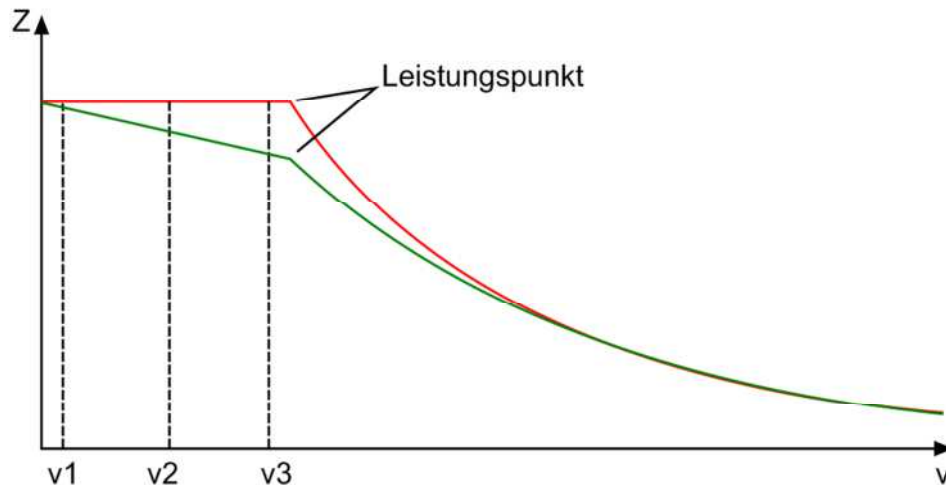


Abbildung 11: Beispielhafte Z-v-Diagramme

Die Betriebspunkte (Z_{\max} , B_{\max}) müssen während der Überfahrt über die Gleisschaltmittel etwa konstant sein. Die Geschwindigkeit muss sich in den oben für v_1 bis v_3 definierten Geschwindigkeitsbereichen bewegen. Sofern erforderlich und technisch möglich, ist ein zusätzliches Fahrzeug (Bremslok, Zuglok, Lastwaggon) als Last zu verwenden, um möglichst konstante Lastbedingungen über einen längeren Gleisbereich, in dem die Gleisschaltmittel angeordnet sind, zu erreichen.

Ein möglicher Einfluss dieses zusätzlichen Fahrzeugs ist zu berücksichtigen.

5.7.4 Dieselhydraulisch / dieselmechanisch angetriebene Fahrzeuge

Auf Basis des EMV-Planes ist festzulegen, ob Überfahrten mit diesem Fahrzeugtyp erforderlich sind. Sofern erforderlich sind Überfahrten mit niedriger Geschwindigkeit (ca. 5 bis 20 km/h) zu absolvieren.

5.7.5 Lokomotiven mit umrichter gespeister Zugsammelschiene

Für die Untersuchung von elektrischen oder dieselektrischen Lokomotiven mit umrichtergespeister Zugsammelschiene ist diese zusätzlich mit einer ohmschen Last zu belasten, die einer Leistung von mind. 80 kW entspricht.

Anmerkung: Die geforderte Last kann auch über angekuppelte Reisezugwagen aufgebracht werden.

5.7.6 Wagen

Auf Basis des EMV-Planes ist festzulegen, ob Überfahrten mit Wagen – Reisezugwagen, Güterwagen, etc. – erforderlich sind. Sofern erforderlich sind die Überfahrten mit niedriger Geschwindigkeit (ca. 5 bis 20 km/h) zu absolvieren.

Für Wagen mit Zugsammelschiene ist auf Basis des EMV-Planes festzulegen, welche zuzulassenden Frequenzen und Signalformen der Zugsammelschienen-Spannung (Sinus, Rechteck, Trapez, etc.) für die Messungen zu berücksichtigen sind. Ein möglicher Einfluss

der speisenden Lok ist zu berücksichtigen.

5.7.7 Ausfallbetriebe

Betrieblich relevante Ausfallbetriebe sind in Abstimmung mit dem Fahrzeughersteller gemäß EMV-Plan festzulegen und punktuell zu untersuchen. In diesem Fall werden die im Normalbetrieb durchlaufenen Parameter (auszugsweise) für relevante und repräsentative Kombinationen ausgefallener Fahrmotoren bzw. Antriebseinheiten sowie Geschwindigkeiten wiederholt.

Anmerkung:

- *Es sind nur die Ausfallbetriebe zu untersuchen, welche im Regelbetrieb technisch auch tatsächlich vorkommen können.*
- *Fahrten mit ausgeschalteten Fahrmotoren und/oder Antriebseinheiten sind durchzuführen, wenn dies Auswirkungen auf die verbleibenden, eingeschalteten Fahrmotoren bzw. Antriebseinheiten hat, wie z.B. Erhöhung der Leistung und/oder Zugkraft je verbliebenem Fahrmotor bzw. verbliebener Antriebseinheit, etc.*
- *Der Notfederbetrieb ist nicht zu betrachten.*

5.7.8 Wirbelstrombremsen

Fahrzeuge mit der aktiven (erregt und bestromt) Wirbelstrombremse bedürfen einer besonderen Prüfung (gesondertes Messprogramm), da die WB durch mehrere, zum Teil gleichzeitig auftretende Beeinflussungswirkungen gekennzeichnet ist (Magnetfelder, Eisenmasse und passive Beeinflussungseffekte).

Der Prüfumfang, das genaue Messprogramm sowie die Bewertungskriterien sind abzustimmen zwischen dem Fahrzeughersteller und den Gleisschaltmittelherstellern, dem Betreiber des Fahrzeugs (EVU) sowie dem Eisenbahn-Bundesamt (EMV-Plan).

5.7.9 Magnetschienenbremse

Die passive (nicht erregt und nicht bestromt), in Ruhelage befindliche, hoch aufgehängte Magnetschienenbremse (MG-Bremse) ist bereits in den Überfahrversuchen enthalten. Fahrzeuge mit tief aufgehängter MG-Bremse bedürfen einer besonderen Prüfung (gesondertes Messprogramm).

Anmerkung: *Prüfvorgaben und Bewertungskriterien für die in Anhang B als gegenüber der aktiven (erregt und bestromt) MG-Bremse als störfest gekennzeichneten Radsensor- und Zählpunkttypen werden gegenwärtig im Arbeitsteam MG-Bremse – Gleisschaltmittel erarbeitet und abgestimmt.*

5.7.10 Zugbeeinflussungssysteme

Für bereits zugelassene Systeme und Einrichtungen der Zugbeeinflussung (z.B. ETCS-Fahrzeugantenne, LZB) sind keine Überfahrversuche erforderlich.

5.8 Auswerteverfahren / Bewertungskriterien

5.8.1 Allgemein

Die Auswertung der Messdaten erfolgt durch Bewertung der von den Gleisschaltmitteln aufgezeichneten analogen und digitalisierten Signale.

Die Bewertung der Messdaten erfolgt höchstens bis zu der in Anhang C angegebenen, maximalen Befahrungsgeschwindigkeit.

5.8.2 Bewertungskriterien

Bewertungskriterien für die in Anhang C genannten Gleisschaltmittel enthält Anhang E.

5.9 Überfahrversuche MK

5.9.1 Bedingungen

Überfahrversuche über MK sind nur dann erforderlich, wenn die unter Abschnitt 4.9 definierten Bedingungen gegeben sind.

5.9.2 Messsensorik

Für die Überfahrversuche sind MK für Bahnübergangs- und Stellwerksanwendungen (Siemens-Sach-Nr. S25000-Q9684-A172 oder B172) zu verwenden.

Messtechnisch erfasst wird das Schaltspiel des Öffner-Kontaktes.

5.9.3 Montage MK

MK sind nach Herstellervorgabe (Montageanleitung / Betriebshandbuch) zur Berücksichtigung möglicher Unsymmetrien an beiden Schienen anzubringen.

Die Messungen sind an einer geraden, nicht überhöhten Gleistrasse mit den Schientypen UIC 60 oder S54 durchzuführen.

Anmerkung: Nach dem Anbau des Magnetschienenkontaktes ändert sich infolge der Aufmagnetisierung der Schienen die Einwirklänge. D.h. je kurzfristiger vor Beginn der Messungen die Montage erfolgt, umso häufiger ist während der Messungen die Einwirklänge des MK zu kontrollieren. Es wird daher empfohlen, den MK mindestens 24 h vor Beginn der Messungen zu montieren.

5.9.4 Einstellparameter MK

Die für die Messungen verwendeten MK werden wie folgt eingestellt:

- MK-Einwirklänge 165 mm +4 mm / -2 mm, wenn die Untersuchungen mit größtmöglicher Radabnutzung und maximaler betrieblicher Einfederung durchgeführt werden können.
- MK-Einwirklänge 180 mm +4 mm / -2 mm zur Berücksichtigung fehlender größtmöglicher Radabnutzung und maximaler betrieblicher Einfederung

Anmerkung: 180 mm entspricht einer um ca. 30 % höheren Empfindlichkeit gegenüber der Standardeinwirklänge von 148 mm.

Die Einwirklänge der MK ist während der Messungen auf Einhaltung zu überprüfen und ggf. auf die o.g. Werte einzustellen.

5.9.5 Messparameter

Die Anzahl der Überfahrten sowie die Auswahl der Betriebsparameter des zu untersuchenden Fahrzeugs erfolgt analog zu dem Vorgehen der Magnetfeldmessungen (vgl. Abschnitt 4.6).

Anmerkung: Die Überfahrversuche können zeitgleich mit den Magnetfeldmessungen durchgeführt werden.

Zur Berücksichtigung möglicher Unsymmetrien sind die rechte und linke Fahrzeugseite (nacheinander oder gleichzeitig) in beiden Fahrtrichtungen zu untersuchen.

5.9.6 Auswerteverfahren / Bewertungskriterien

5.9.6.1 Allgemein

Schaltimpulse, die nicht von Rädern erzeugt worden sind, dürfen nicht auftreten. Für jedes Rad des Fahrzeugs muss je ein zählbarer Radimpuls erzeugt werden.

Die Breite der Radimpulse ist abhängig vom Durchmesser des Rades sowie von der Überfahrgeschwindigkeit. Je größer der Raddurchmesser, umso breiter sind die Radimpulse. Je höher die Überfahrgeschwindigkeit, umso schmaler sind die Radimpulse.

Unter Beachtung der Geschwindigkeit müssen die von baugleichen Rädern erzeugten Radimpulse an der linken und rechten Schiene etwa gleich breit sein.

Ausgewertet und bewertet werden die Signalverläufe des MK bis maximal zu der Überfahrgeschwindigkeit dieses Sensors von 160 km/h.

5.9.6.2 Hinweise zum Schaltverhalten des MK (Prellen)

Mit zunehmender Überfahrgeschwindigkeit neigen die mechanischen Schalteinsätze des MK zum Prellen. Das Prellen kann durch Alterungseffekte der Schalteinsätze sowie der Dämpfungselemente noch verstärkt werden. Mechanisch bedingtes Schalterprellen ist mit vergleichbarer Ausprägung auch bei traktionslosen Überfahrten oder bei Überfahrten mit abgerüstetem Fahrzeug erkennbar. Für diesbezügliche Vergleichsfahrten ist es notwendig, dass die Überfahrten im traktionslosen / abgerüsteten Zustand des Fahrzeugs mit derselben Geschwindigkeit durchgeführt werden, wie im aufgerüsteten Zustand mit Traktion.

Anmerkung: Impulse mit einer Zeitdauer von ≤ 1 ms (unmittelbar) am Beginn und/oder Ende einzelner Radimpulse sind als Kontaktprellen anzunehmen.

ANHANG A – Beispielhafte Signalverläufe niederfrequenter Magnetfelder

ANHANG B – Gruppierung Gleisschaltmittel

ANHANG C – Konfiguration Gleisschaltmittel

ANHANG D – Signale und Kanaleinstellungen

ANHANG E – Bewertungskriterien Gleisschaltmittel

ANHANG F – Signalabgriff (informativ)

ANHANG G – Kontaktadressen

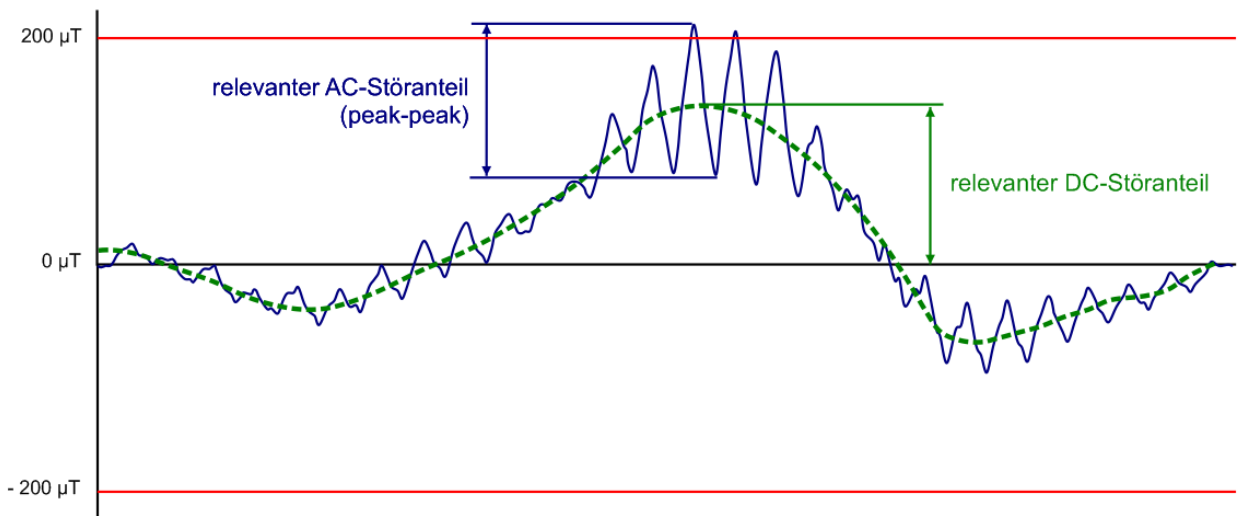
Anhang A – Beispielhafte Signalverläufe niederfrequenter Magnetfelder

Abbildung A.1: Ermittlung DC- und AC-Störsignalanteil aus dem Zeitsignal der Magnetfeldsonde(n)

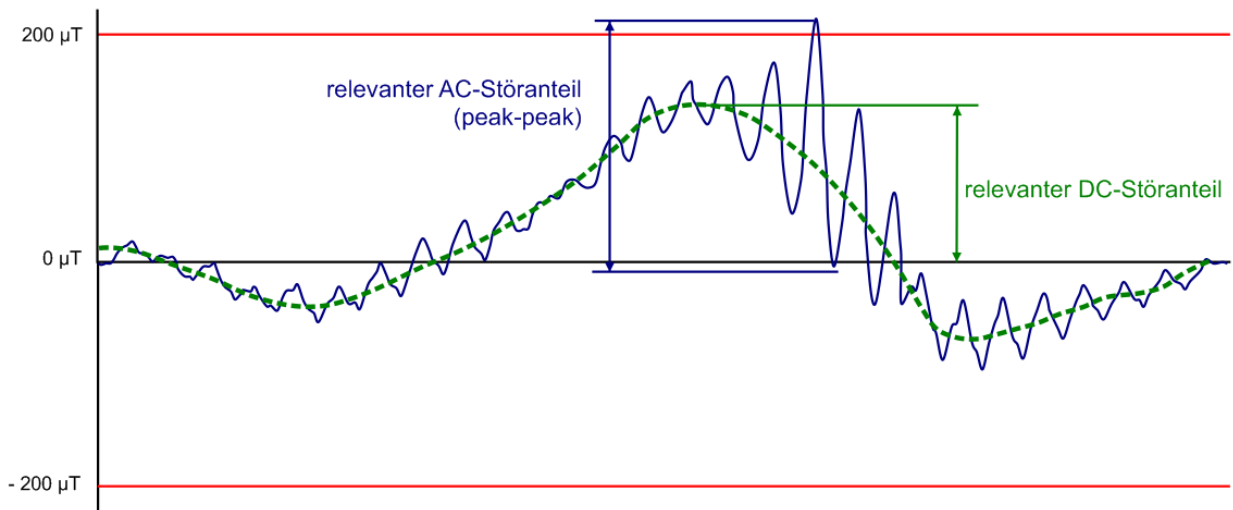


Abbildung A.2: Ermittlung DC- und AC-Störsignalanteil aus dem Zeitsignal der Magnetfeldsonde(n)

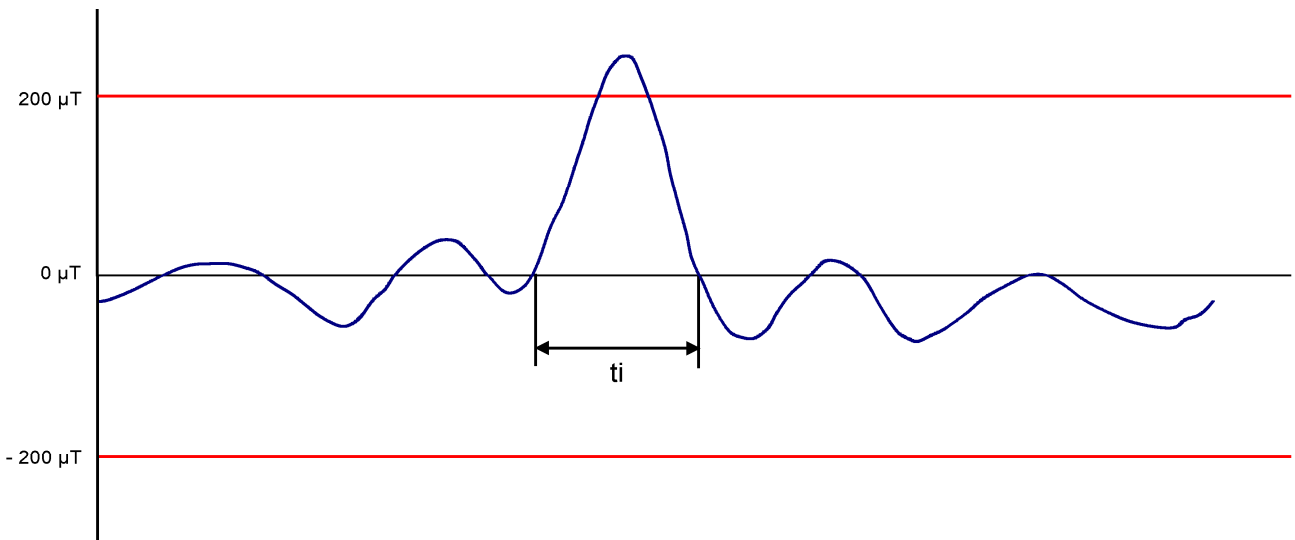


Abbildung A.3: Ermittlung t_i – Beispielsignal mit zwei Nulldurchgängen

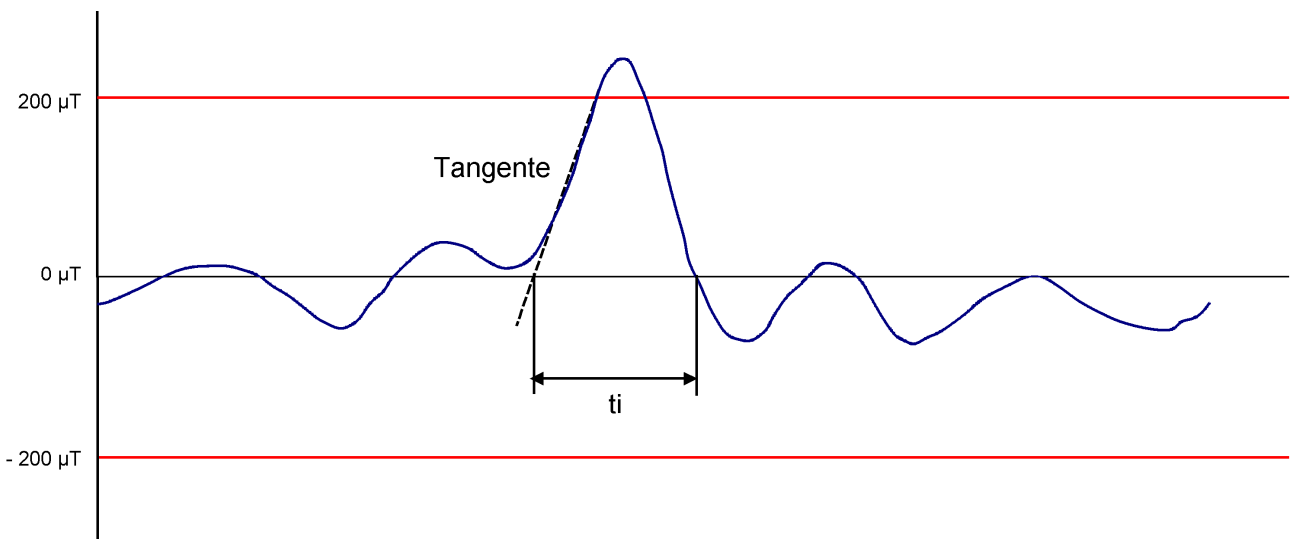


Abbildung A.4: Ermittlung t_i – Beispielsignal mit einem unmittelbaren Nulldurchgang

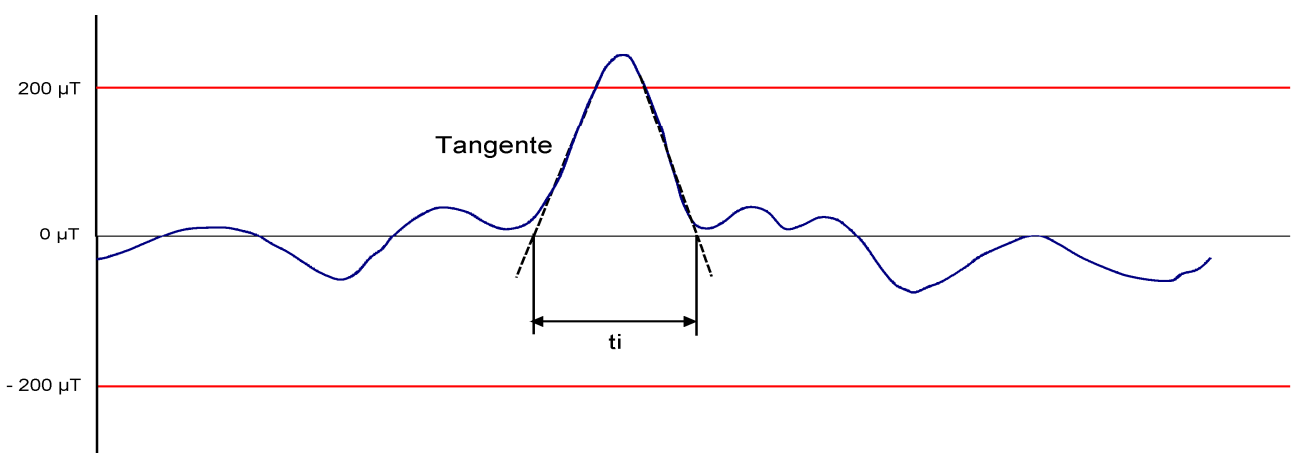


Abbildung A.5: Ermittlung t_i – Beispielsignal mit keinem unmittelbaren Nulldurchgang

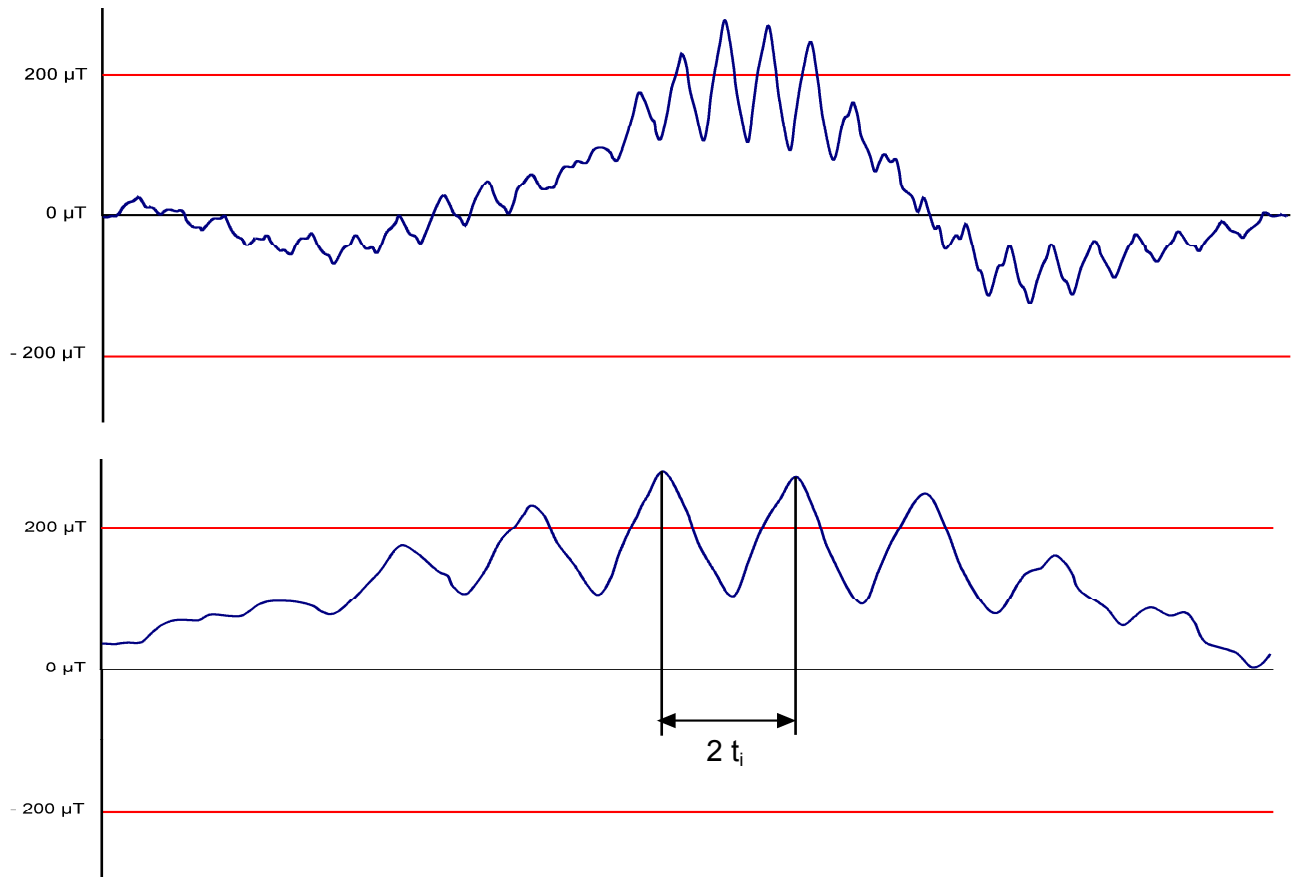


Abbildung A.6: Ermittlung t_i , Beispielsignal mit t_i bestimmt über die Periodendauer $2t_i$

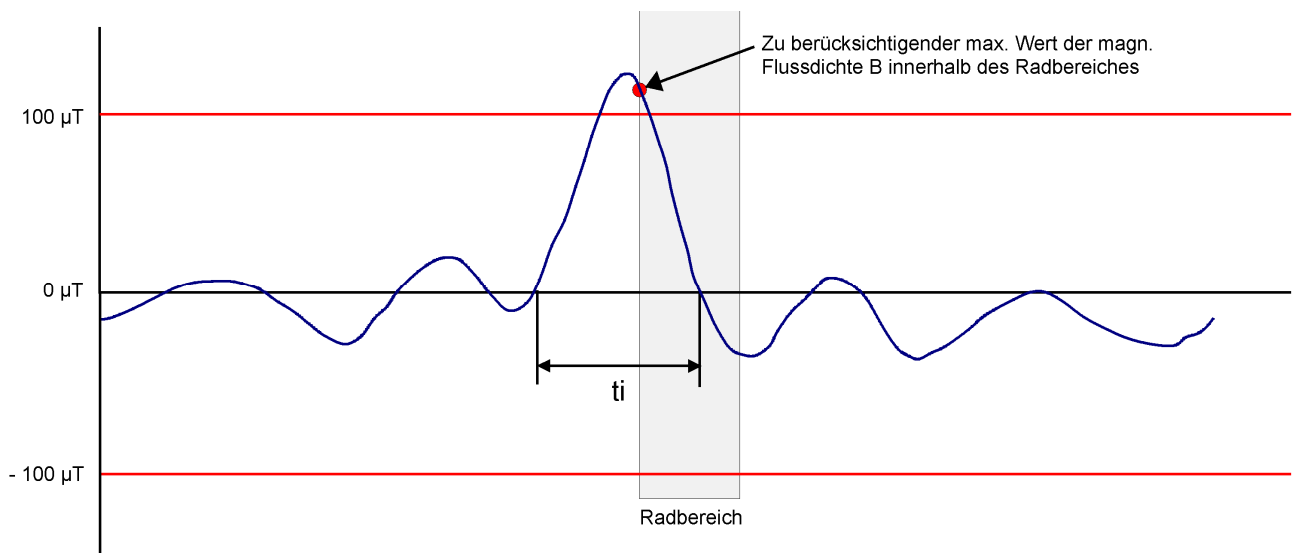


Abbildung A.7: Ermittlung t_i - Beispielsignal mit zwei Nulldurchgängen, Bewertung Feldverlauf im Radbereich

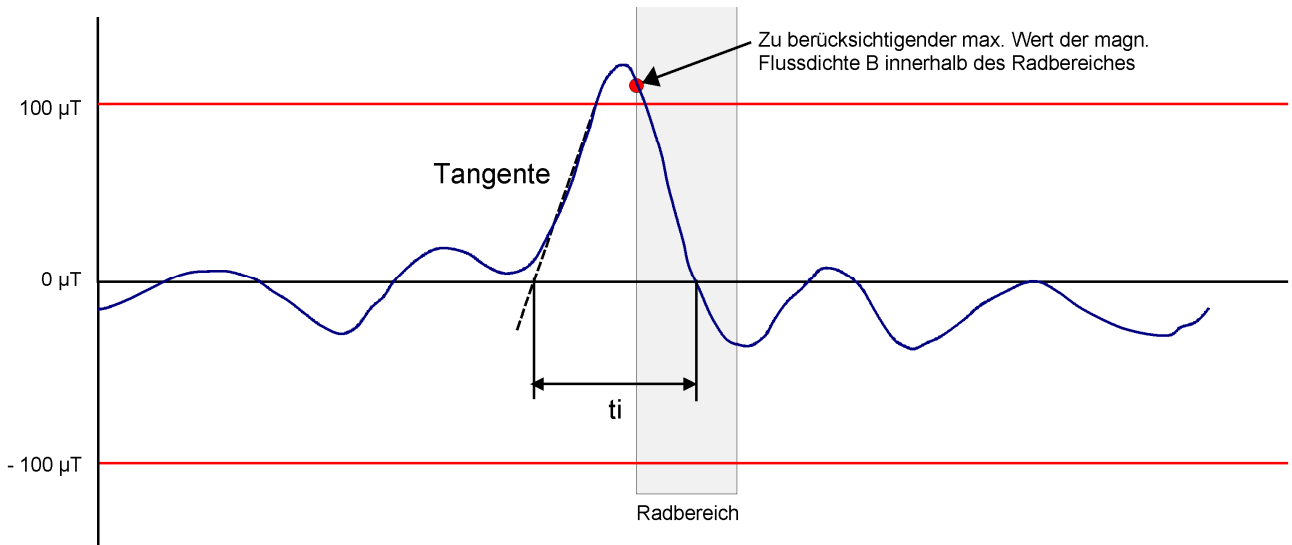


Abbildung A.8: Ermittlung t_i – Beispielsignal mit einem unmittelbaren Nulldurchgang, Bewertung Feldverlauf im Radbereich

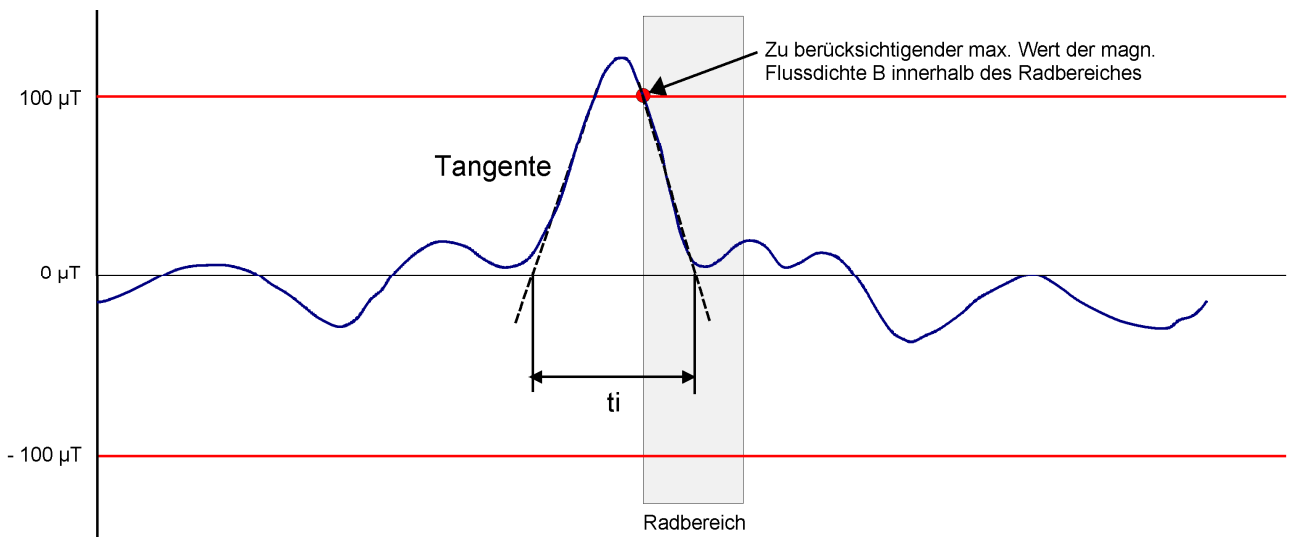


Abbildung A.9: Ermittlung t_i – Beispielsignal mit keinem unmittelbaren Nulldurchgang, Bewertung Feldverlauf im Radbereich

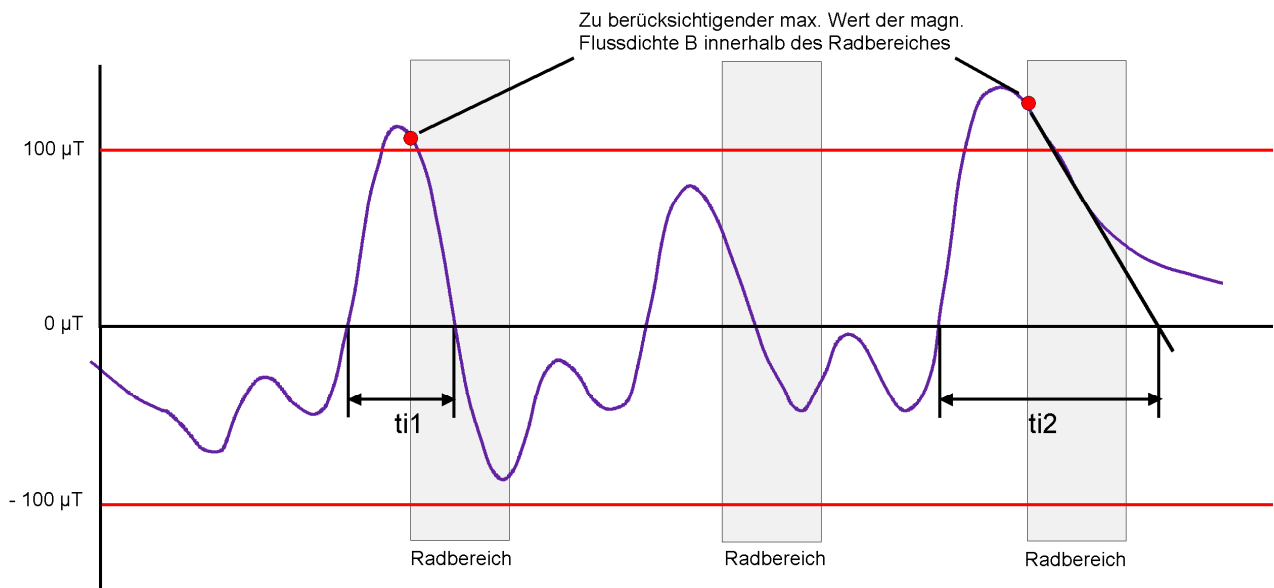


Abbildung A.10: Ermittlung t_i bei DC-Feldquellen, Bewertung Feldverlauf im Radbereich

Anhang B – Gruppierung Gleisschaltmittel

Gleisschaltmittel – Typ	Hersteller	Messtechnischer Nachweis durch ¹
Radsensortechnik		
Neptun	-	Keine Anforderungen, da mechanisch / pneumatisches Wirkprinzip. EMV-Beeinflussung ist durch Wirkprinzip ausgeschlossen.
S 44	-	Keine Anforderungen, da mechanisch / pneumatisches Wirkprinzip. EMV-Beeinflussung ist durch Wirkprinzip ausgeschlossen.
MK Siemens (MG)*	Siemens	Magnetfeldmessungen gemäß TR-EMV-Teil 3, Kapitel 4 und – bei konstruktiven Besonderheiten gemäß TR-EMV-Teil 3, Kapitel 4.9 – zusätzlich durch Überfahrt MK
MK Siemens an EBÜT 80 (MG)*		
WSSB- Impulsgeber (MG)*		Magnetfeldmessungen gemäß TR-EMV-Teil 3, Kapitel 4
RSE45 mit ARS1 (MG)*		Überfahrt RSE45 mit Anschaltbaugruppe ARS4 oder ARS2
RSE45 mit ARS2 (MG)*		
RSE45 mit ARS4 (MG)*		
RSE45 mit ARS4 an EBÜT 80 (MG)*		
WSR (MG) (WB)		Überfahrt WSS mit Anschaltbaugruppe ARS4 oder ARS2
WSR an EBÜT 80 (MG) (WB)		
WSS mit ARS1 (MG) (WB)		
WSS mit ARS2 (MG) (WB)		
WSS mit ARS4 (MG) (WB)		
WSS an EBÜT 80 (MG) (WB)		Überfahrt WSD mit WOM, ACM100
WSD (MG) (WB)		
RSL (MG)*	Thales	Überfahrt Zp30 mit Sk30 H

¹ Detaillierte Konfiguration der Gleisschaltmittel siehe Anhang C

Gleisschaltmittel – Typ	Hersteller	Messtechnischer Nachweis durch
FEW- IG mit GI 10/2 und FK 22 (MG) (WB)	FEW Blan- kenburg	Aufgrund von TR-EMV-Teil 3, Kapitel 4 nicht relevant.
FEW- IG mit GI 10/2 und FK 22-S 0,25 (MG) (WB)		
FEW- IG mit GI 10/2 und FK 23 (MG) (WB)		
FEW- IG mit GI 10/2 und FK 24 (MG) (WB)		
RSR122 mit EIB-R (MG) (WB)	Frauscher	Überfahrt RSR122 mit An- schaltbaugruppe EIB-OK
RSR122 mit EIB-R an RBÜT (MG) (WB)		
RSR122 mit EIB-R an EBÜT 80 (MG) (WB)		
RSR122 Anschaltfall HOA (MG) (WB)		
RSR122 mit WOM (SIMIS LC) (MG) (WB)		Überfahrt RSR123 mit An- schaltbaugruppe EIB-OK
RSR123 mit EIB-R (MG) (WB)		
RSR123 mit EIB-R an EBÜT 80 (MG) (WB)		
RSR123 mit WOM (SIMIS LC) (MG) (WB)		
Achszähltechnik		
ZP 43 E mit Az SM(E) (MG)	Siemens	Überfahrt ZP 43 E mit Az S 350 oder ZP 43 M
ZP 43 E - WB mit Az SM(E) (MG) (WB)		
ZP 43 E mit Az S (M) 350 B (MG)		
ZP 43 E - WB mit Az S (M) 350 B (MG) (WB)		
ZP 43 E mit Az S 350 U (MG)		
ZP 43 E - WB mit Az S 350 U (MG) (WB)		
ZP 43 E mit Az S70 (MG)		
ZP 43 E - WB mit Az S70 (MG) (WB)		
ZP 43 M mit Motorzählwerk (MG)		
ZP 43 M- WB mit Motorzählwerk (MG) (WB)		
ZPD43 mit Az SM(E), Az S 350U (MG) (WB)		Überfahrt ZPD43 mit Az S 350
ZPD43 I (ISDN) mit Clearguard AC100 (MG) (WB)		
WSD mit Clearguard 100AC, 100ACM (MG) (WB)		Überfahrt WSD mit WOM, ACM100, Anschaltbaugruppe ARS4 oder ARS2
ZP 70 E mit Az S 70 (MG)*		Überfahrt ZP 70 M oder ZP 70 E mit Az S 70
ZP 70 M mit Motorachszählwerk (MG)*		
DMK mit Motorachszählwerk (MG)*		Magnetfeldmessungen ge- mäß TR-EMV-Teil 3, Kapitel 4

Gleisschaltmittel – Typ	Hersteller	Messtechnischer Nachweis durch
Sk11 mit AzL 70, Az65SEL (MG)*	Thales	Überfahrt Sk 11 mit Az L 70-30 oder AzL 70 Überfahrt Zp 30 mit Sk 30H und Baugruppe S/E-A
Zp 30 mit Az65SEL (MG)		
Zp 30 mit Sk 30 (Bg. S/E) mit AzL 70-30, Az L70 (MG)		
Zp 30 mit Sk 30 (Bg. S/E-A) mit AzL 70-30, Az L70 (MG)		
Zp 30 mit Sk30H (Bg. S/E) mit AzL 70-30, Az L70 (MG) (WB)		
Zp 30 mit Sk30H (Bg. S/E-A) mit AzL 70-30, Az L70 (MG)		
Zp 30 C mit Az L90M-2 (MG)		
Zp 30 C-NT mit Az L90M-2 (MG) (WB)		
Zp 30 C-NT mit Az L90M-3 (MG) (WB)		
Zp30S mit Sk30H mit AzL 70-30S70 (Bg. SE-A) (MG)		
Zp 30 H mit Az LM (MG) (WB)		
Zp 30 K mit Az LM (MG) (WB)		
RSR 122 mit EIB-OK, ACS2000 (MG) (WB)	Frauscher	Überfahrt RSR122 mit Anschaltbaugruppe EIB-OK Überfahrt RSR123 mit Anschaltbaugruppe EIB-OK
RSR 122 mit EIB-OK, AOC01 (MG) (WB)		
RSR123 mit EIB-OK, ACS2000 (MG) (WB)		
RSR123 mit EIB-OK, AOC01 (MG) (WB)		
RSR123 mit EIB-OK, AOC02 (MG) (WB)		
Achssensor AS mit AZSB 300 (MG) (WB)	Scheidt & Bachmann	Überfahrt Achssensor AS mit AZSB 300
Rangiertechnik		
DSS 200-45 mit Anschaltbaugruppe 4AB10/1105/2+3 (MG)*	Tiefenbach	Überfahrt Tiefenbach DSS 200-45 mit Anschaltbaugruppe 4AB10/1105/2+3
Induktionsschleifen (nur BÜ)		
FSSB 60 kHz, 70 kHz, 80 kHz (MG)(WB)	Scheidt & Bachmann	Überfahrt FSSB 60 kHz, 70 kHz, 80 kHz
BÜBM 1 / BÜBM 2 (MG)(WB)		
FSP 12 - 19 kHz (MG)(WB)	Pintsch Bamang	Überfahrt FSP 22 - 35 kHz
FSP 22 - 35 kHz (MG)(WB)		
FS S-1K mit Sensor-BG S25533-B58-B1 (MG)(WB)	Siemens	Überfahrt FS S-1K mit Sensor-BG S25533-B58-B1

Legende:

- (MG) MG-Bremsen im aktiven (bestromten) und passiven (nicht bestromten) Zustand müssen gegenüber den mit (MG) gekennzeichneten Radsensoren und Zählpunkttypen die beeinflussungstechnischen Forderungen einhalten und dürfen damit diese LST-Komponenten nicht störend beeinflussen.
- (MG)* MG-Bremsen im passiven (nicht bestromten) Zustand müssen gegenüber den mit (MG)* gekennzeichneten Radsensoren und Zählpunkttypen die beeinflussungstechnischen Forderungen einhalten und dürfen damit diese LST-Komponenten bei diesem Betriebszustand der MG- Bremse nicht störend beeinflussen.
- (WB) Für die mit (WB) gekennzeichneten Radsensoren und Zählpunkttypen wurde nachgewiesen, dass sie nicht störend beeinflusst werden durch aktive und passive Wirbelstrombremsen Typ EWB 154 R (SachNr. EWB II35861, SachNr. Magnet II35862) in den folgenden Baureihen
- BR403 und BR406 mit EWB 154 R /L2 (II35861/L2), EWB 154 R /L3 (II35861/L3), EWB 154 R /L4 (II35861/L4), EWB 154 R /L5 (II35861/L5)
 - BR407 EWB 154 R /L5 (II35861/L5)

Anmerkungen:

Die Sachnummer II35861/... bezieht sich auf die gesamte Wirbelstrombremse, so wie sie im Drehgestell eingebaut ist.

Die Wirbelstrombremse EWB 154 R /L4 kann aus den Wirbelstrombremsmagneten II35862/L2, II35862/L3 oder II35862/L4 bestehen.

Die Wirbelstrombremse EWB 154 R /L5 kann aus den Wirbelstrombremsmagneten II35862/L5 oder II358562/L6 bestehen.

Neue Fahrzeugbaureihen mit WB bzw. neue WB-Typen müssen gegenüber den mit (WB) gekennzeichneten LST-Komponenten die beeinflussungstechnischen Forderungen einhalten und dürfen damit diese LST-Komponenten nicht störend beeinflussen.

Anhang C – Konfiguration Gleisschaltmittel

Zusätzliche Hinweise zum Bezug der Gleisschaltmittel sowie zur Einstellung und Montage enthalten die einzelnen Endnoten.

Gleisschaltmittel (Hersteller)	Konfiguration	Nutzfrequenzbereich	Max. Befahrungsgeschwindigkeit nach EBO [km/h]
AZSB300 (Scheidt & Bachmann) ¹	<u>Außenanlage:</u> AS (Sensor) 02 01306 ASA-Baugruppe 02 0131 V05 und 02 0268 V02 ASAV-Baugruppe 02 01308 mit Codier-Stecker 02 01360 <u>Innenanlage:</u> (RS422-Interface 03 41412 nur zur Diagnose-Datenaufzeichnung, keine Funktion im System)	Grundfrequenz: 325 kHz ± 20 kHz Arbeitsfrequenz: 325 kHz ± 25 kHz	280
DSS 200-45 (Tiefenbach) ¹	<u>Außenanlage:</u> DSS 2N59-1R-200-45 <u>Innenanlage:</u> Baugruppe 4AB10_1105_2+3	System 1: 38 kHz System 2: 42 kHz Toleranz: ± 200 Hz	250 bis 280
FS S-1K (Siemens) ¹	<u>Außenanlage:</u> Baugruppe SSN S25533-B58-B1 <u>Innenanlage:</u> Keine	Arbeitsfrequenz: 62,6 kHz ± 1 kHz	160
FSP (Pintsch Bamag) ¹	<u>Außenanlage:</u> Baugruppe FSP-OSZ (008 077 700 - 534 ÄZ:A) (Schleifenfrequenz 22 bis 35 kHz) <u>Innenanlage:</u> Baugruppe FSP-DAW (008 078 900 - 534)	Arbeitsfrequenz: 22 bis 35 kHz	160

Gleisschaltmittel (Hersteller)	Konfiguration	Nutzfrequenzbereich	Max. Befahrungsgeschwindigkeit nach EBO [km/h]
FSSB (Scheidt & Bachmann) ¹	<u>Außenanlage:</u> DOZ-Baugruppe 03 27160 1 (F) <u>Innenanlage:</u> EGL-Rechner Programm S1910.04.9 Baugruppe 03 26433 0 (AC) Baugruppe 03 26483 0 (H)	Grundfrequenzen: 60 kHz ± 4 kHz 70 kHz ± 4 kHz 80 kHz ± 4 kHz Arbeitsfrequenzen: 60 kHz ± 10 kHz 70 kHz ± 10 kHz 80 kHz ± 10 kHz	250
RSE45 (Siemens) ¹	<u>Außenanlage:</u> Sensor S25552-M220-A1 <u>Innenanlage:</u> Baugruppe ARS4 S25552-B524-A1 oder Baugruppe ARS2 S25552-B522-A1	74,5 kHz ± 5,5 kHz	250
RSR122 (Frauscher) ^{1 2 3}	<u>Außenanlage:</u> Sensor Gerätstand GS2.1 <u>Innenanlage:</u> Baugruppe EIB-OK 001 (19-72 V DC) oder EIB-OK002 (9,5-36 V DC)	RSR122 Sys1: 1130 kHz ±15 kHz RSR122 Sys2: 1035 kHz ±15 kHz	350
RSR123 (Frauscher) ^{1 3}	<u>Außenanlage:</u> Sensor RSR123 002 GS01 oder RSR123 003 GS01 oder RSR123 003 GS03 <i>Anmerkung: EMV-Tests, die mit einem der drei Sensoren durchgeführt werden, sind auch für die anderen Typen gültig.</i> <u>Innenanlage:</u> Baugruppe EIB-OK 001 (19-72 V DC) oder EIB-OK002 (9,5-36 V DC)	RSR123 Sys1: 1000 kHz ±1 kHz RSR123 Sys2: 1228,8 kHz ±1 kHz	350

Gleisschaltmittel (Hersteller)	Konfiguration	Nutzfrequenzbereich	Max. Befahrungsgeschwindigkeit nach EBO [km/h]
Sk11 (Thales) ⁴	<p><u>Außenanlage</u> <i>Anmerkung: Die Außenanlage Sk11 gibt es in einer 2-Draht- und in einer 4-Drahtausführung. Die Bauformen unterscheiden sich in der Anzahl der Leitungen, welche in das Stellwerk geführt werden – beim Sk11 2-Draht zwei Leitungen (Speisung und Signalübertragung in einem Adernpaar), beim Sk11 4-Draht vier Leitungen (Speisung und Signalübertragung in je einem Adernpaar).</i></p> <p><u>Elektronik-Einsatz 2-Draht (EAK): 82706 33020</u> Weiche 3 (2-Draht): (We3) 58221 00070 Empfänger 1 (Em1): 58221 00084 Umsetzer 1 (Us1): 58221 00060 Generator (Ge): 58221 00035</p> <p>Schienenkontakt Sk11: 82001 02011 Empfangskopf (E): 58231 11062 Sendekopf (S): 58231 11059</p> <p><u>Elektronik-Einsatz 4-Draht (EAK): 82706 33010</u> Weiche 2 (4-Draht): (We2) 58221 00080 Empfänger 1 (Em1): 58221 00084 Umsetzer 1 (Us1): 58221 00060 Generator (Ge): 58221 00035</p> <p>Schienenkontakt Sk11: 82001 02011 Empfangskopf (E): 58231 11062 Sendekopf (S): 58231 11059</p> <p><u>Innenanlage AzL 70 oder AzL 70-30</u> <i>Anmerkung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Der Sk11 kann an der Innenanlage AzL 70 oder Az L 70-30 betrieben werden. - Der Betrieb mit 24 V erfordert in der Innenanlage andere Baugruppen, als der an 60 V. 	5060 Hz ± 3%	250

Gleisschaltmittel (Hersteller)	Konfiguration	Nutzfrequenzbereich	Max. Befahrungsgeschwindigkeit nach EBO [km/h]
	<p><u>Baugruppen für AzL 70 und AzL 70-30</u> Baugruppenträger 85231 25470 Diskriminator 58222 05525 Buchsenplatte 58222 05540</p> <p>Für Betrieb an 60 V: Stromversorgung A: 58222 00023 Stromversorgung B: 58222 00024 Sicherungsplatte: 58222 00187</p> <p>Für Betrieb an 24 V: Stromversorgung A: 58222 01230 Stromversorgung B: 58222 01240 Sicherungsplatte: 58222 09960</p> <p><u>Baugruppen für AzL 70</u> Anpassung 58222 00198 Eingangsverstärker 58222 00010</p> <p><u>Baugruppen für AzL 70-30</u> Doppelbaugruppe Anpassung und Eingangsverstärker 58223 00090</p>		
WSD (Siemens) ¹	<p><u>Außenanlage:</u> S25552-A1732-A1</p> <p><u>Innenanlage:</u> Baugruppe ARS4 S25552-B524-A1 oder Baugruppe ARS2 S25552-B522-A1</p> <p><i>Anmerkung: Der WSD wird im Regelbetrieb nicht mit der Baugruppe ARS4 bzw. ARS2 betrieben. Diese Baugruppe dient für Messungen lediglich der Energieversorgung des Radsensors.</i></p>	System 1: 830 kHz ± 40 kHz System 2: 960 kHz ± 40 kHz	450
WSS (Siemens) ¹	<p><u>Außenanlage:</u> Sensor S25552-A1731-A1</p> <p><u>Innenanlage:</u> Baugruppe ARS4 S25552-B524-A1 oder Baugruppe ARS2 S25552-B522-A1</p>	830 kHz ± 40 kHz	450

Gleisschaltmittel (Hersteller)	Konfiguration	Nutzfrequenzbereich	Max. Befahrungsgeschwindigkeit nach EBO [km/h]																											
Zp30 mit Sk 30 H (Thales) ¹	<u>Außenanlage:</u> Baugruppe SE-A 58222-08380 Baugruppe SE-A 58222-08380 Baugruppe SV 58222 07061 oder 58222 07062 Baugruppe L-Tanp 58222-07050 oder 58222 07051 Sender 58231 11180/81 Empfänger 58231 11127/28 <u>Innenanlage:</u> Keine	27,0 kHz bis 32,0 kHz	250																											
ZP 70 M (Siemens) ⁴	<u>Außenanlage:</u> Generator-Baugruppe S25552-B107-A3 Bandpass-Baugruppe S25552-B108-A3 Trigger-Verstärker-Baugr. S25552-B117-A2 Impulsformer-Baugruppe S25552-B118-A6 Sender V25000-Q9684-E90-3 Empfänger V25000-Q9684-E91-3 <u>Innenanlage:</u> Keine	9,8 kHz ± 1,0 kHz	250																											
ZP 43 E (Siemens) ¹	<u>Außenanlage:</u> Für Messungen sind zwei Bauformen des ZP43E zulässig: <table border="1" data-bbox="403 1451 1008 1675"> <thead> <tr> <th>Bezeichnung</th> <th>Variante 3</th> <th>Variante 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gleisanschlussgehäuse</td> <td>S25552-T3-B11, GS 7</td> <td>S25552-T4-E1</td> </tr> <tr> <td>Generator-BG</td> <td>S25552-B147-B1, GS 7</td> <td>S25552-B147-B1, GS 8</td> </tr> <tr> <td>Bandpass-BG</td> <td>S25552-B148-C1, GS 1</td> <td>S25552-B148-C1, GS 2</td> </tr> <tr> <td>Bandpass-BG mit Fremdspeisung</td> <td>S25552-B148-B2, GS 1</td> <td>S25552-B148-B2, GS 2</td> </tr> <tr> <td>Zusatz-BG</td> <td>S25552-B149-A1, GS 1</td> <td>S25552-B149-A1, GS 1</td> </tr> <tr> <td>Blitzschutz-BG</td> <td>S25552-B185-B1, GS 1</td> <td>S25552-R4-E1, GS 1 *</td> </tr> <tr> <td>Sender</td> <td>V25552-M43-A2</td> <td>V25552-M43-A2</td> </tr> <tr> <td>Empfänger</td> <td>V25552-M43-A3</td> <td>V25552-M43-A3</td> </tr> </tbody> </table> * die Variante T4-E1 besitzt keine separate Blitzschutz-Baugruppe wie die Vorgänger. Diese ist auf dem Rückwandplatter S25552-R4-E1 integriert. <u>Innenanlage:</u> Az S (M) 350 mit Verstärker-Trigger-Baugruppe (VESTI) S25552-B660-A1 oder	Bezeichnung	Variante 3	Variante 4	Gleisanschlussgehäuse	S25552-T3-B11, GS 7	S25552-T4-E1	Generator-BG	S25552-B147-B1, GS 7	S25552-B147-B1, GS 8	Bandpass-BG	S25552-B148-C1, GS 1	S25552-B148-C1, GS 2	Bandpass-BG mit Fremdspeisung	S25552-B148-B2, GS 1	S25552-B148-B2, GS 2	Zusatz-BG	S25552-B149-A1, GS 1	S25552-B149-A1, GS 1	Blitzschutz-BG	S25552-B185-B1, GS 1	S25552-R4-E1, GS 1 *	Sender	V25552-M43-A2	V25552-M43-A2	Empfänger	V25552-M43-A3	V25552-M43-A3	43,0 kHz ± 1,0 kHz	450
Bezeichnung	Variante 3	Variante 4																												
Gleisanschlussgehäuse	S25552-T3-B11, GS 7	S25552-T4-E1																												
Generator-BG	S25552-B147-B1, GS 7	S25552-B147-B1, GS 8																												
Bandpass-BG	S25552-B148-C1, GS 1	S25552-B148-C1, GS 2																												
Bandpass-BG mit Fremdspeisung	S25552-B148-B2, GS 1	S25552-B148-B2, GS 2																												
Zusatz-BG	S25552-B149-A1, GS 1	S25552-B149-A1, GS 1																												
Blitzschutz-BG	S25552-B185-B1, GS 1	S25552-R4-E1, GS 1 *																												
Sender	V25552-M43-A2	V25552-M43-A2																												
Empfänger	V25552-M43-A3	V25552-M43-A3																												

Gleisschaltmittel (Hersteller)	Konfiguration	Nutzfrequenzbereich	Max. Befahrungsgeschwindigkeit nach EBO [km/h]
	Az S 350 U mit Verstärker-Trigger-Bandpass Baugruppe (VESBA) S25552-B604-C1		
ZP D 43 (Siemens) ¹	<u>Außenanlage:</u> Gleisanschlussgehäuse S25552-T4100-A3 Sender V25552-M43-A2 Empfänger V25552-M43-A3 <u>Innenanlage:</u> Az S (M) 350 mit Verstärker-Trigger-Baugruppe (VESTI) S25552-B660-A1 oder Az S 350 U mit Verstärker-Trigger-Bandpass Baugruppe (VESBA) S25552-B604-C1	43,0 kHz ± 2,0 kHz	450

¹ Gleisschaltmittel ist durch das Signalwerk Wuppertal oder die Herstellerfirma lieferbar. Kontaktadressen siehe Anhang F.

² Montagehinweis: Der Abstand Sensoroberfläche zur SO muss 40 mm betragen. Die Montageposition hat direkt Einfluss auf die Empfindlichkeit des RSR122. Wird der Radsensor an der höchst möglichen Position montiert (40 mm unter SO), so ist der Einwirkungsbereich von z.B. einer Magnetschienenbremse, herabhängenden Metallteilen oder magnetischen Feldern am größten.

³ Kalibrierhinweis: Der Ruhestrom beider Sensorsysteme sollte im nicht belegten Zustand 5 mA betragen. Dies vereinfacht die Signalanalyse, da andernfalls die Signale normiert werden müssen.

⁴ Gleisschaltmittel ist nur durch das Signalwerk Wuppertal lieferbar. Ggf. können hier längere Lieferzeiten auftreten, da die Verfügbarkeit der Komponenten von deren Rückführung an das Signalwerk Wuppertal zur Aufarbeitung abhängt. Kontaktadresse siehe Anhang F.

Anhang D – Signale und Kanaleinstellungen

Gleis- schaltmittel (Hersteller)	Erfasste Messsignale	Empfohlene Kanaleinstellungen für Datenrecorder (Empfehlung Mindestauflösung A/D-Wandler: 16 Bit)			Max. Leitungslänge Gleisschaltmittel - Da- tenerfassung ³
		$f_{\text{abstast, min}}$ [kHz] ¹	f_{TP} [kHz] ²	zu erwartende Signalamplitu- den	
AZSB300 (Scheidt&Ba- chmann)	Ausgangssign. System 1 Ausgangssign. System 2 Telegramme des Can-Bus (optional)	Datenerfassung erfolgt mittels Soft- ware „Kurve Aufzeichner“ der Firma Scheidt&Bachmann			Herstellervorgabe
DSS 200-45 (Tiefenbach)	Spannung System 1	10	1	1 V bis 10 V	Herstellervorgabe
	Spannung System 2	10	1	1 V bis 10 V	Herstellervorgabe
	Digitalisierte Radimpulse	10	1	-1 V bis 13 V	möglichst kurz
FS S-1K (Siemens)	Schleifenfrequenz	200	100	-1 V bis 10 V	50 m
	Relaisspannung	10	1	-1 V bis 50 V	Herstellervorgabe
FSP (Pintsch Bamag)	Schleifenbedämpfung	Datenerfassung erfolgt mittels Soft- ware „FScoPe“ der Firma Pintsch Bamag			Herstellervorgabe
FSSB (Scheidt&Ba- chmann)	Schleifenbedämpfung	Datenerfassung erfolgt mittels Soft- ware „IDIS“ der Firma Scheidt&Bachmann			Herstellervorgabe
RSE45 (Siemens)	Sensorstrom	10	1	0,1 V bis 0,7 V	Herstellervorgabe
	Relais der BG ARSx	10	1	-1 V bis 15 V	
RSR122 (Frauscher)	Sensorstrom System 1	10	1	0,1 V bis 0,6 V	Herstellervorgabe
	Sensorstrom System 2	10	1	0,1 V bis 0,6 V	Herstellervorgabe
	Digitalisierte Radimpulse	10	1	-1 V bis 13 V	möglichst kurz
RSR123 (Frauscher)	Sensorstrom System 1	10	1	0,1 V bis 0,6 V	Herstellervorgabe
	Sensorstrom System 2	10	1	0,1 V bis 0,6 V	Herstellervorgabe
	Digitalisierte Radimpulse	10	1	-1 V bis 13 V	möglichst kurz
Sk11 (Thales)	Buchsenspannung Sk1	10	1	1 V bis 6 V	Herstellervorgabe
	Buchsenspannung Sk2	10	1	1 V bis 6 V	Herstellervorgabe
	Digitalisierte Radimpulse	10	1	-1 V bis 14 V	möglichst kurz
WSD (Siemens)	Sensorstrom System 1	10	1	0,1 V bis 0,6 V	Herstellervorgabe
	Sensorstrom System 2	10	1	0,1 V bis 0,6 V	Herstellervorgabe
WSS (Siemens)	Sensorstrom	10 10	1 1	0,1 V bis 0,6 V	Herstellervorgabe

Gleisschaltmittel (Hersteller)	Erfasste Messsignale	Empfohlene Kanaleinstellungen für Datenrecorder (Empfehlung Mindestauflösung A/D-Wandler: 16 Bit)			Max. Leitungslänge Gleisschaltmittel - Da- tenerfassung ³
		$f_{\text{abstast, min}}$ [kHz] ¹	f_{TP} [kHz] ²	zu erwartende Signalamplitu- den	
ZP 30 mit Sk 30 H (Thales)	Spannung Messab 1	10	1	-0,2 V bis 0,2 V	50 m
	Spannung Messab 2	10	1	-0,2 V bis 0,2 V	
	Digitalisierte Radimpulse	10	1	-1 V bis 11 V	
ZP 43 E (Siemens)	Richtspannung Ur1	10	1	4 V bis 20 V	50 m
	Richtspannung Ur2	10	1	4 V bis 20 V	50 m
	Digitalisierte Radimpulse	10	1	-1 V bis 6 V	möglichst kurz
ZP 70 M (Siemens)	Richtspannung Ur1	10	1	5 V bis 20 V	50 m
	Richtspannung Ur2	10	1	5 V bis 20 V	50 m
	Digitalisierte Radimpulse	10	1	-1 V bis 13 V	50 m
ZP D 43 (Siemens)	Richtspannung Ur1	10	1	-1 V bis 6 V	50 m
	Richtspannung Ur2	10	1	-1 V bis 6 V	50 m
	Digitalisierte Radimpulse	10	1	-1 V bis 6 V	möglichst kurz

1 Mindestabtastrate

2 Mindest-Filtereckfrequenz

3 Bei einigen Gleisschaltmitteln ist es erforderlich, die zu erfassenden Signale direkt auf Baugruppenebene abzugreifen. Hierbei handelt es sich teilweise um Schnittstellen, an welche im Regelbetrieb keine Leitungen o.Ä. angeschlossen werden. An diese Schnittstellen angeschlossene Leitungen können aufgrund deren Induktivität, Kapazität sowie ohmschem Widerstand das Gesamtverhalten der elektronischen Schaltung beeinflussen, so dass deren Länge begrenzt werden muss.

Anhang E – Bewertungskriterien Gleisschaltmittel**Inhalt**

1	Einleitung	2
2	Zählpunkte und Radsensoren.....	2
2.1	Grundsätze zur Bewertung der Signale.....	2
2.2	Zp30	4
2.3	SK11.....	6
2.4	ZP 70.....	8
2.5	ZP 43.....	10
2.6	ZP D 43	12
2.7	RSE45	14
2.8	WSS	16
2.9	WSD.....	17
2.10	AZSB300	19
2.11	DSS 200-45	20
2.12	RSR122	22
2.13	RSR123	24
3	Induktionsschleifen	26
3.1	Funktionsprinzip von Induktionsschleifen	26
3.2	FSSB	29
3.3	FSP	30
3.4	FS S-1K.....	31
4	Quellenverzeichnis	32

1 Einleitung

Dieser Anhang beschreibt Kriterien zur Bewertung der Signale von Gleisschaltmitteln (Rohsignale) auf Basis von analogen und digitalisierten Sensorsignalen sowie Ansprechpegeln. Fehlerkorrekturmechanismen z.B. nachgeschalteter Auswertebaugruppen und Achszählrechner werden nicht berücksichtigt.

Bei Nichteinhaltung der Kriterien sind die in Anlage G genannten Firmen und die Bauartbetreuer der DB Netz AG, die Infrastrukturbetreiber oder entsprechende Gutachter hinzuzuziehen.

2 Zählpunkte und Radsensoren

2.1 Grundsätze zur Bewertung der Signale

Messtechnisch erfasst werden analoge und digitalisierte Signale der Gleisschaltmittel. Bei Überschreitung bzw. Unterschreitung systemspezifischer Ein- und Ausschaltpegel durch die analogen Sensorsignale unter Radeinfluss, wird bei einigen Typen von Gleisschaltmitteln für jedes Sensorsystem eines Gleisschaltmittels ein digitalisierter Radimpuls erzeugt (vgl. Abbildung E.1). Dieser digitalisierte Impuls behält seinen Zustand bis der analoge Radimpuls einen Ausschaltpegel über- bzw. unterschreitet.

Ein- und Ausschaltpegel können identisch sein, bzw. es können unterschiedliche Ein- und Ausschaltpegel existieren. Einige Gleisschaltmittel verfügen darüber hinaus über weitere Ansprechpegel, z.B. zur Erkennung eines von der Schiene abgefallenen Sensors. Je nach Gleisschaltmittel-Hersteller wird die Amplitude der Sensorsignale unter Radeinfluss erhöht bzw. erniedrigt.

Bei Gleisschaltmitteln mit zwei Sensorsystemen wird anhand der Folge der digitalisierten Impulse von den nachgeschalteten Auswertebaugruppen die Fahrtrichtung abgeleitet. D.h. die Impulsfolge der digitalisierten Radimpulse muss bei gleicher Fahrtrichtung für alle Räder gleich sein (z.B. digitalisierter Impuls von System 1 immer vor System 2).

Bei Gleisschaltmitteln mit zwei Sensorsystemen können zur Einsparung von Messkanälen die digitalisierten Radimpulse beider Sensorsysteme aufaddiert werden (z.B. mittels Widerstandsschaltung; vgl. Schaltpläne in Anhang F). Das resultierende Signal ergibt, abhängig von der Dimensionierung der Addierschaltung, im Radbereich ein treppenförmiges Signal mit drei Amplitudenwerten. Anhand der Reihenfolge des Auftretens der Amplitudenwerte kann die Fahrtrichtung abgeleitet werden. Das Zustandekommen dieses treppenförmigen Signals zeigt die nachfolgende Abbildung E.1 anhand der beispielhaften Signalverläufe eines Gleisschaltmittels mit zwei Sensorsystemen. Bei Gleisschaltmitteln mit nur einem Sensorsystem wird keine Treppe, sondern nur ein digitalisierter Radimpuls gebildet.

Bei Gleisschaltmitteln, welche den Abgriff der in Abbildung E.1 skizzierten analogen und digitalisierten Sensorsignale nicht oder nur zum Teil ermöglichen, erfolgt die Bewertung anhand des Signalverhaltens der Sensorschnittstellen bzw. mittels Spezialsoftware der jeweiligen Herstellerfirma.

U [V] bzw. I [mA]

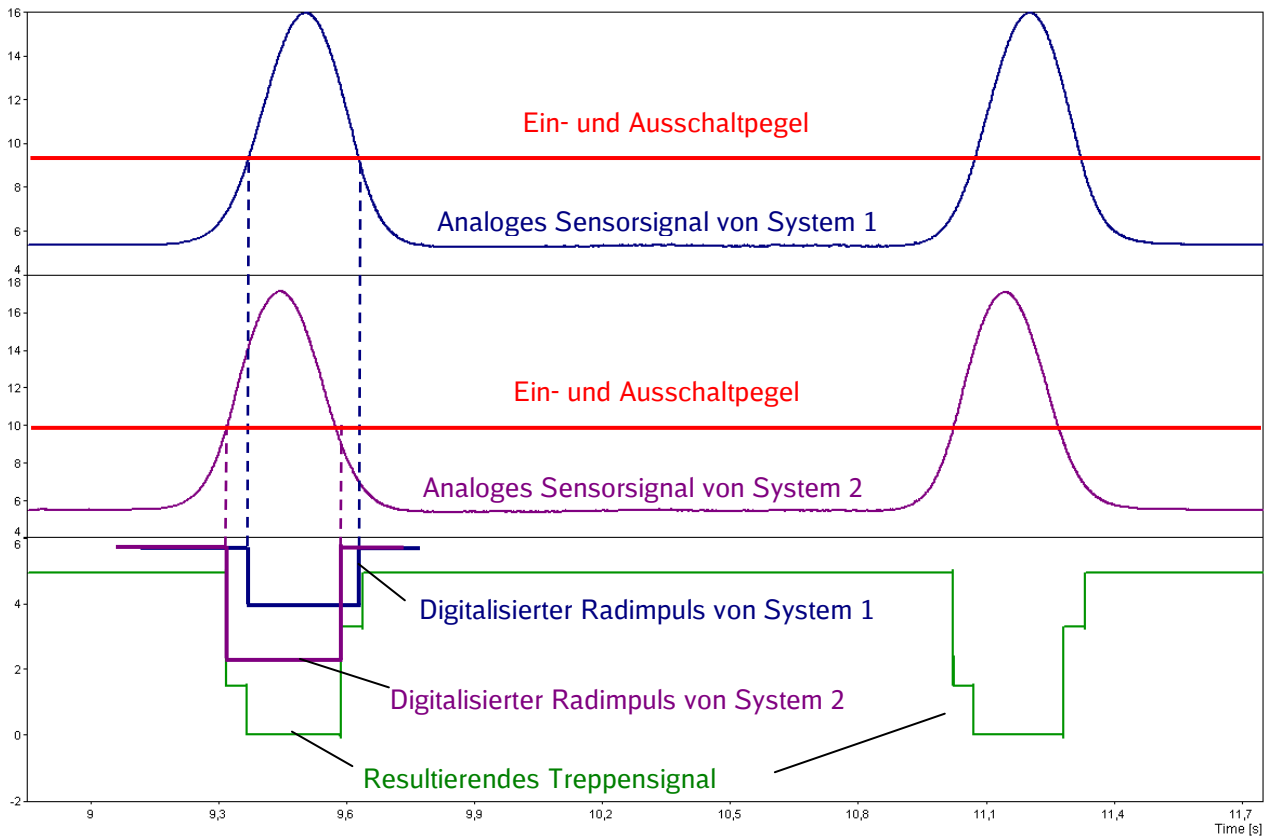


Abbildung E.1: Beispielhafte Sensorsignale eines Gleisschaltmittels mit zwei Systemen und einem gemeinsamen Ein- und Ausschaltpegel (keine Hysterese)

2.2 Zp30

2.2.1 Typische Signalverläufe

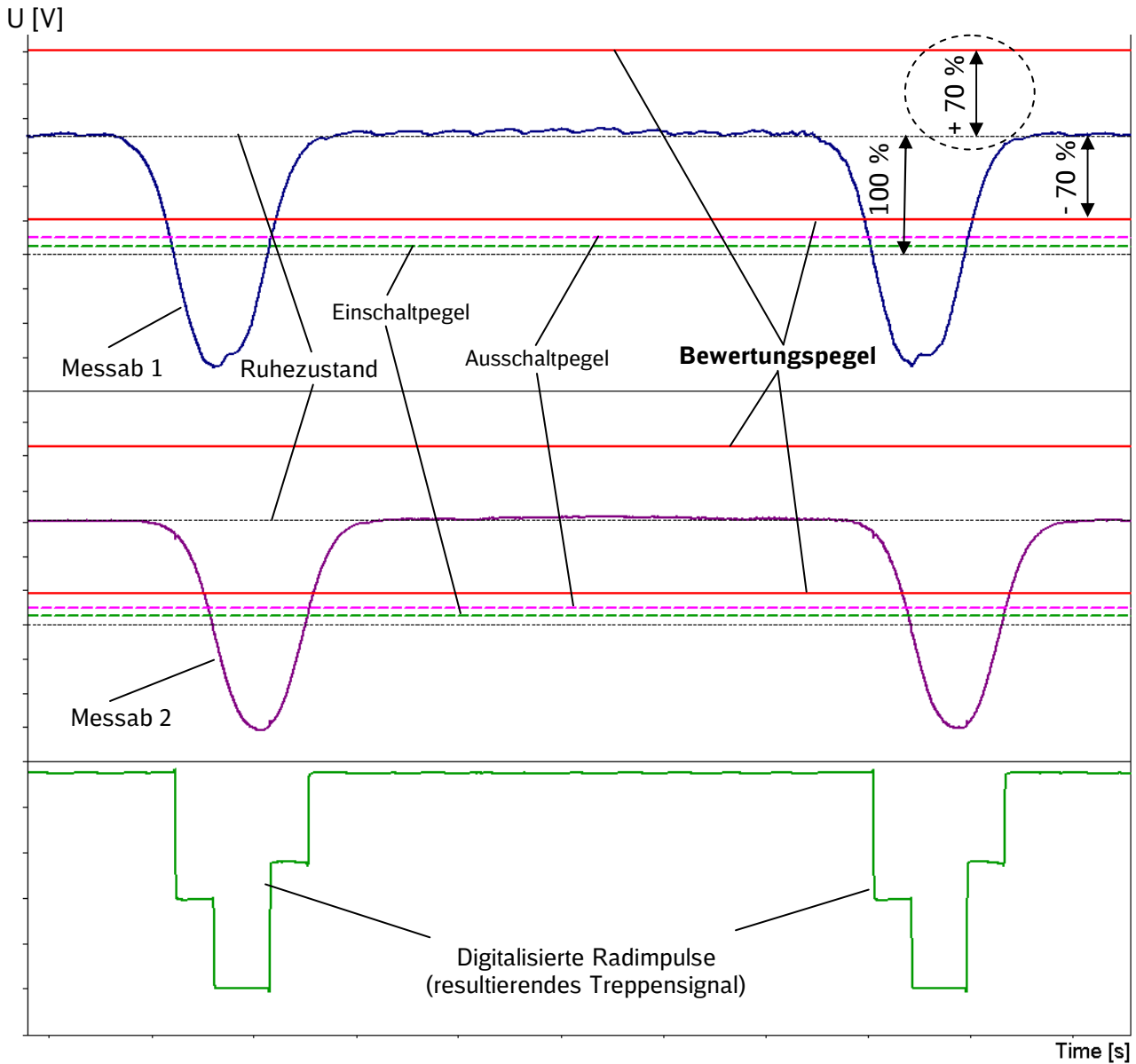


Abbildung E.2: Beispielsignal Zp 30 mit Sk30H

2.2.2 Erläuterung der Signale

MESSAB 1	MESSAB-Spannung von Kanal 1 (gemessen gegen REF (vgl. Anhang F)).
MESSAB 2	MESSAB-Spannung von Kanal 2 (gemessen gegen REF (vgl. Anhang F)).
Einschaltpegel	Ein Radimpuls wird erzeugt (= rote LED an) ab dem Zeitpunkt, an dem das Signal MESSAB 1 bzw. MESSAB 2 diesen Pegel unterschreitet. (MESSAB wird in Bezug auf das Signal REF gemessen (vgl. Anhang F)).
Ausschaltpegel	Ein Radimpuls wird beendet (= rote LED aus), wenn das Signal MESSAB 1 bzw. MESSAB 2 diesen Pegel wieder überschreitet. (MESSAB wird in Bezug auf das Signal REF gemessen (vgl. Anhang F)).

Bewertungspegel	Für die Bewertung heranzuziehender Pegel. Siehe hierzu die Erläuterungen in Abschnitt 2.2.3. e)
Ruhezustand	MESSAB-Spannung im nicht belegten Zustand, d.h. Gleisschaltmittel nicht von Rad beeinflusst.

2.2.3 Bewertungskriterien

Der Zählpunkt ist entsprechend der gültigen Herstellerdokumente (z.B. Benutzerhandbuch, etc.) zu installieren und in Betrieb zu nehmen. Die Einstellung des Zählpunktes ist gemäß Herstellerdokumentation durchzuführen (Messgenauigkeit ± 5 Hz) und zu protokollieren.

- a) Für jedes Rad werden in den beiden Sensorsystemen ein analoger und ein digitalisierter Radimpuls erzeugt.
- b) Digitalisierte „Radimpulse“, die nicht von Rädern erzeugt worden sind, dürfen nicht auftreten.
- c) Die analogen und digitalisierten Radimpulse beider Sensor-Systeme müssen zeitlich versetzt gemäß Abbildung E.2 auftreten.

Die Impulsfolge der digitalisierten Radimpulse muss bei gleicher Fahrtrichtung für alle Räder gleich sein (z.B. digitalisierter Impuls von System 1 immer vor System 2). Die Form der digitalisierten Radimpulse (Versatz- und Überlappungsphasen) muss augenscheinlich den Impulsen der Referenzmessung (vgl. Hauptdokument Abschnitt 4.6.2) entsprechen (Anm.: „augenscheinlich“ entspricht hinsichtlich der Symmetrie bei einer automatisierten Auswertung der Impulsfolge einer Abbildungsgenauigkeit von $\pm 10\%$).

- d) Auf den MESSAB-Spannungen MESSAB 1 und MESSAB 2 auftretende Beeinflussungen dürfen keine zusätzlichen digitalisierten Radimpulse erzeugen oder vorhandene, durch Räder verursachte, digitalisierte Radimpulse beeinträchtigen.
- e) Im nicht belegten Zustand (Ruhezustand, d.h. Sensor nicht durch ein Rad beeinflusst) darf die MESSAB-Spannung (MESSAB 1 und MESSAB 2) durch die auftretende Beeinflussung um maximal 70 % gegenüber dem Ruhezustand absinken bzw. ansteigen (Bewertungspegel).

2.3 SK11

2.3.1 Typische Signalverläufe

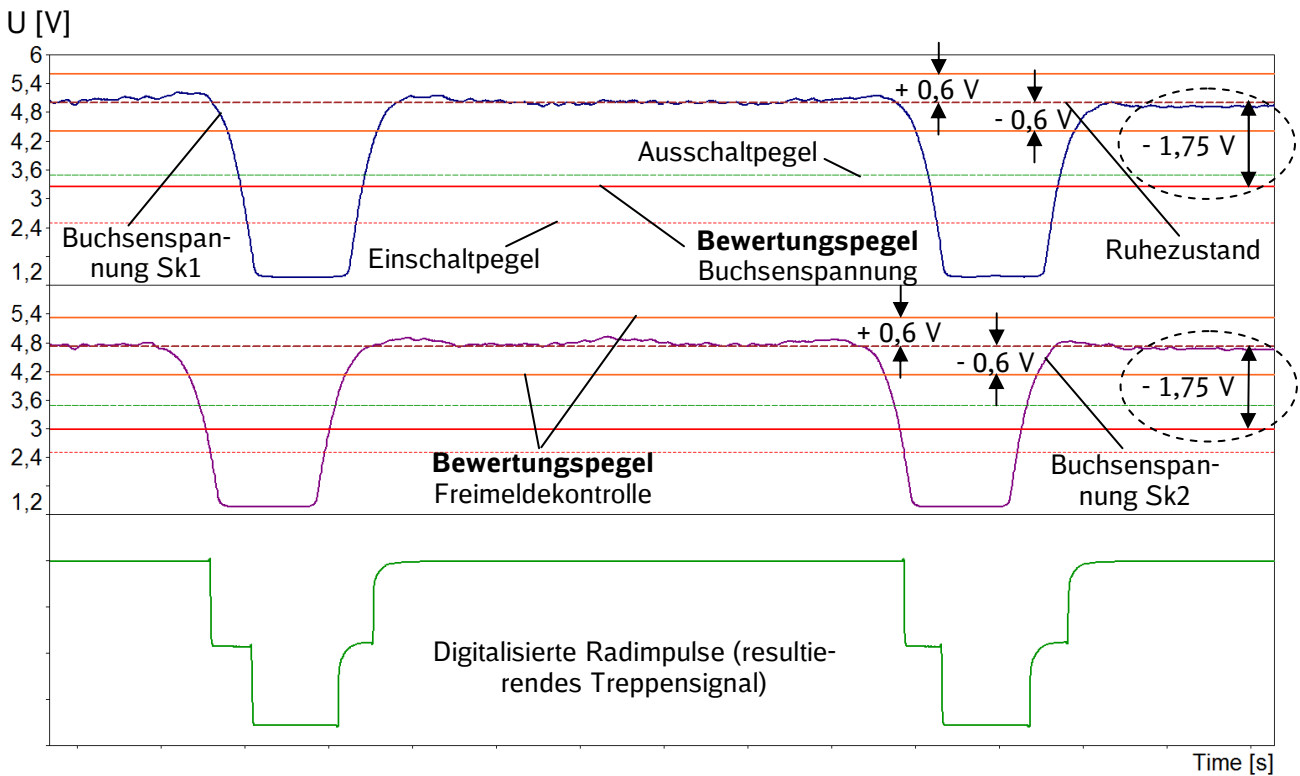


Abbildung E.3: Beispielsignal Sk11

2.3.2 Erläuterung der Signale

Buchsen Spannung Sk1	Sensorspannung von Schienenkontakt 1 (Sollwert 5 V; siehe hierzu Erläuterungen in Abschnitt 2.3.3).
Buchsen Spannung Sk2	Sensorspannung von Schienenkontakt 2 (Sollwert 5 V; siehe hierzu Erläuterungen in Abschnitt 2.3.3).
Einschaltpegel	Ein Radimpuls wird erzeugt, wenn die Sensorspannung den Pegel 2,5 V unterschreitet.
Ausschaltpegel	Ein Radimpuls wird beendet, wenn die Sensorspannung den Pegel 3,5 V wieder überschreitet.
Freimeldekontrolle	Überwachung auf der Baugruppe Freimeldekontrolle, ob die Buchsen Spannung (Sensorspannung) > 4,2 V und < 5,8 V beträgt. Sollten diese Grenzwerte unter- bzw. überschritten werden, so spricht die Ruhestromüberwachung an.
Bewertungspegel Buchsenspannung	Für die Bewertung heranzuziehender Pegel.
Bewertungspegel Freimeldekontrolle	Siehe hierzu die Erläuterungen in Abschnitt 2.3.3. e)
Ruhezustand	Buchsen Spannung im nicht belegten Zustand, d.h. Gleisschaltmittel nicht von Rad beeinflusst.

2.3.3 Bewertungskriterien

Der Zählpunkt ist entsprechend der gültigen Herstellerdokumente (z.B. Benutzerhandbuch, etc.) zu installieren und in Betrieb zu nehmen. Die Einstellung des Zählpunktes ist gemäß Herstellerdokumentation durchzuführen (Messgenauigkeit von ± 5 Hz)¹ und zu protokollieren. Zusätzlich sind die Sendefrequenzen von Sensor 1 und 2 zu protokollieren.

Zugelassen ist der Sk11 nur zusammen mit der Innenanlage AzL70. Die Innenanlage AzL70-30 kann für Messungen gleichwertig eingesetzt werden. Nur bei Verwendung der Innenanlage AzL70 kann jedoch die Buchsenspannung in beiden Sensorsystemen auf den Sollwert 5,0 V eingestellt werden. Bei Verwendung des AzL70-30 erfolgt die Einstellung für beide Sensorsysteme mit einem gemeinsamen, 8-stufigen Rastschalter. Mit diesem können die Signalspannung beider Sensorsysteme in einem Bereich von 4,4 ... 7,2 V eingestellt werden. Hieraus resultieren z.B. Buchsenspannungen von 4,8 V und 5,3 V. Die Stellung des Rastschalters muss daher so gewählt werden, dass die Buchsenspannung beider Systeme möglichst nahe an 5,0 V liegt!

- a) Für jedes Rad werden in den beiden Sensorsystemen ein analoger und ein digitalisierter Radimpuls erzeugt.
- b) Digitalisierte „Radimpulse“, die nicht von Rädern erzeugt worden sind, dürfen nicht auftreten.
- c) Die analogen und digitalisierten Radimpulse beider Sensor-Systeme müssen zeitlich versetzt gemäß Abbildung E.3 auftreten.

Die Impulsfolge der digitalisierten Radimpulse muss bei gleicher Fahrtrichtung für alle Räder gleich sein (z.B. digitalisierter Impuls von System 1 immer vor System 2). Die Form der digitalisierten Radimpulse (Versatz- und Überlappungsphasen) muss augenscheinlich den Impulsen der Referenzmessung (vgl. Hauptdokument Abschnitt 4.6.2) entsprechen (Anm.: „augenscheinlich“ entspricht hinsichtlich der Symmetrie bei einer automatisierten Auswertung der Impulsfolge einer Abbildungsgenauigkeit von $\pm 10\%$).

- d) Auf den Sensorspannungen auftretende Beeinflussungen dürfen keine zusätzlichen digitalisierten Radimpulse erzeugen oder vorhandene, durch Räder verursachte, digitalisierte Radimpulse beeinträchtigen.
- e) Im nicht belegten Zustand (Ruhezustand, d.h. Sensor nicht durch ein Rad beeinflusst) darf die Buchsenspannung durch die auftretende Beeinflussung
 - zwischen Achsen gegenüber dem Ruhezustand um maximal 1,75 V absinken (Bewertungspegel Buchsenspannung).

Anmerkung: Der untere Grenzwert wird durch einen Komparator festgelegt. Für eine nach oben abweichende Buchsenspannung gibt es keinen Komparator und somit auch keine Grenzwertvorgabe.

- vor der ersten und nach der letzten Achse gegenüber dem Ruhezustand um maximal $\pm 0,6$ V absinken bzw. ansteigen (Bewertungspegel Freimeldekontrolle).

¹ Dies kann mittels einem geeigneten Multimeter an den Anschlussklemmen der Sende- oder Empfangsköpfe erfolgen.

2.4 ZP 70

2.4.1 Typische Signalverläufe

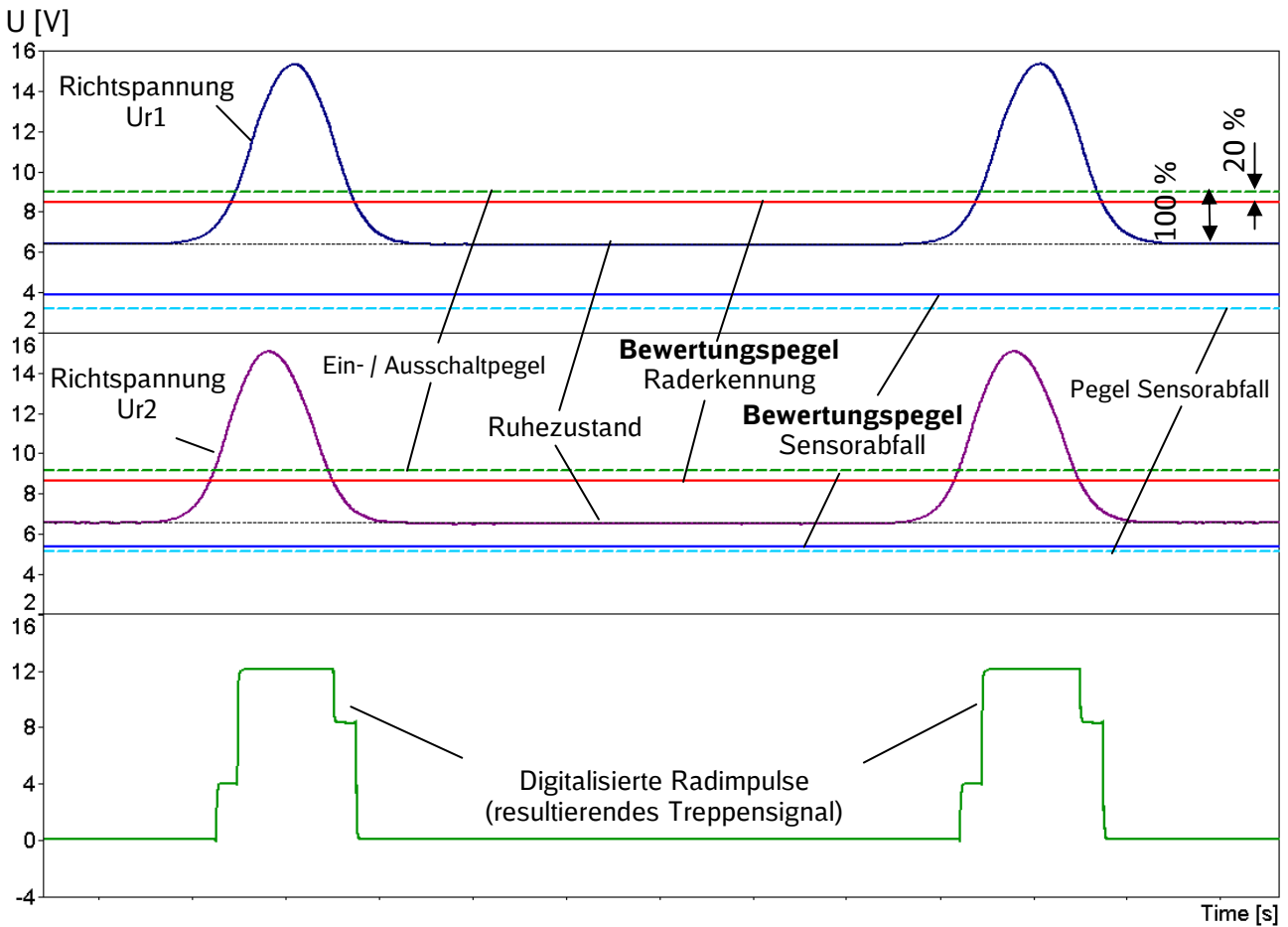


Abbildung E.4: Beispielsignale ZP 70

2.4.2 Erläuterung der Signale

Richtspannung Ur1	Richtspannung Ur1 von Kanal 1. Die Amplitude ist abhängig von der Größe des Rades.
Richtspannung Ur2	Richtspannung Ur2 von Kanal 2. Die Amplitude ist abhängig von der Größe des Rades.
Ein- / Ausschaltpegel	Der typische Ansprechpegel für Raderkennung liegt beim 1,4-fachen Wert des Ruhezustandes für beide Kanäle. Ein- und Ausschaltpegel sind identisch.
Bewertungspegel Raderkennung	Für die Bewertung heranzuziehender Pegel. Der typische Ansprechpegel für Raderkennung unter Berücksichtigung einer Funktionsreserve von 20 % liegt - bezogen auf den Ruhezustand - beim 1,32-fachen Wert des Ruhezustandes für beide Kanäle. <i>Anmerkung:</i> $1,32 = 1,4 - (1,4 - 1) \cdot 0,2$

Pegel Sensorabfall	<p>Der untere Ansprechpegel liegt beim</p> <ul style="list-style-type: none"> - 0,5-fachen Wert des Ruhezustandes für System 1 (Ur1), - 0,8-fachen Wert des Ruhezustandes für System 2 (Ur2). <p>Diese Pegel existieren, um einen von der Schiene abgefallenen Sensor detektieren zu können. Werden diese Pegel unterschritten, führt dies zum digitalen Ansprechen von Kanal 1 und 2.</p>
Bewertungspegel Sensorabfall	<p>Für die Bewertung heranzuziehender Pegel.</p> <p>Der untere Ansprechpegel unter Berücksichtigung einer Funktionsreserve von 20 % liegt - bezogen auf den Ruhezustand - beim</p> <ul style="list-style-type: none"> - 0,6-fachen Wert des Ruhezustandes von Kanal 1 (Ur1). <i>Anmerkung:</i> $0,6 = 0,5 + (1 - 0,5) \cdot 0,2$ - 0,84-fachen Wert des Ruhezustandes von Kanal 2 (Ur2). <i>Anmerkung:</i> $0,84 = 0,8 + (1 - 0,8) \cdot 0,2$
Ruhezustand	Richtspannung im nicht belegten Zustand, d.h. Gleisschaltmittel nicht von Rad beeinflusst.

2.4.3 Bewertungskriterien

- a) Für jedes Rad werden in den beiden Sensorsystemen ein analoger und ein digitalisierter Radimpuls erzeugt.
- b) Digitalisierte „Radimpulse“, die nicht von Rädern erzeugt worden sind, dürfen nicht auftreten.
- c) Die analogen und digitalisierten Radimpulse beider Sensor-Systeme müssen zeitlich versetzt gemäß Abbildung E.4 auftreten.

Die Impulsfolge der digitalisierten Radimpulse muss bei gleicher Fahrtrichtung für alle Räder gleich sein (z.B. digitalisierter Impuls von System 1 immer vor System 2). Die Form der digitalisierten Radimpulse (Versatz- und Überlappungsphasen) muss augenscheinlich den Impulsen der Referenzmessung (vgl. Hauptdokument Abschnitt 4.6.2) entsprechen (Anm.: „augenscheinlich“ entspricht hinsichtlich der Symmetrie bei einer automatisierten Auswertung der Impulsfolge einer Abbildungsgenauigkeit von +/- 10%).

- d) Auf den Richtspannungen Ur1 und Ur2 auftretende Beeinflussungen dürfen keine zusätzlichen digitalisierten Radimpulse erzeugen oder vorhandene, durch Räder verursachte, digitalisierte Radimpulse beeinträchtigen.
- e) Im nicht belegten Zustand (Ruhezustand, d.h. Sensor nicht durch ein Rad beeinflusst)
 - dürfen die Richtspannungen Ur1 und Ur2 durch die auftretende Beeinflussung um maximal den Faktor 1,32 gegenüber dem Ruhezustand ansteigen (Bewertungspegel Raderkennung),

- darf die Richtspannung U_{r1} durch die auftretende Beeinflussung auf einen Wert von minimal Faktor 0,6 gegenüber dem Ruhezustand absinken (Bewertungspegel Sensorabfall),
- darf die Richtspannung U_{r2} durch die auftretende Beeinflussung auf einen Wert von minimal Faktor 0,84 gegenüber dem Ruhezustand absinken (Bewertungspegel Sensorabfall).

2.5 ZP 43

2.5.1 Typische Signalverläufe

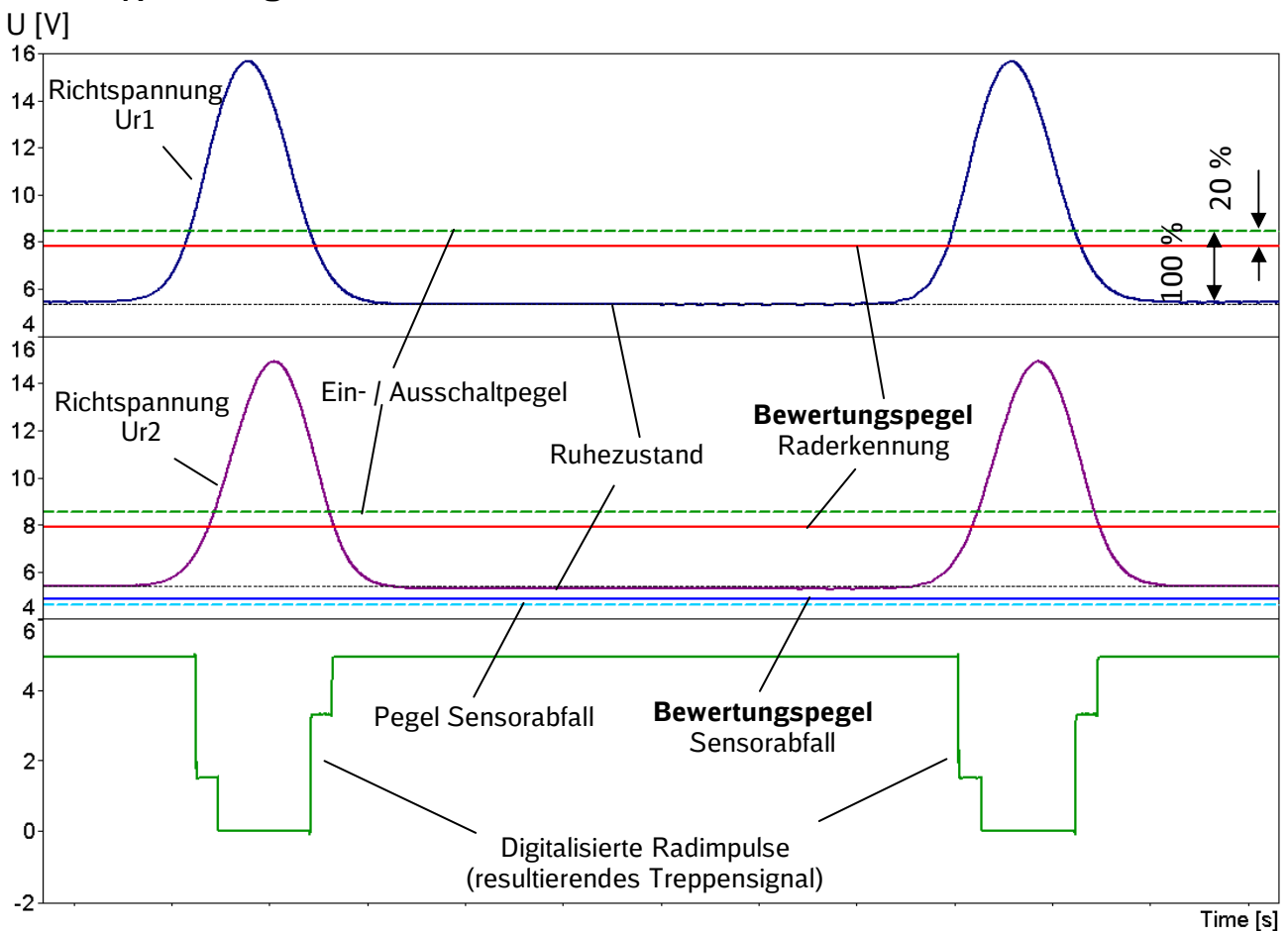


Abbildung E.5: Beispielsignale ZP 43

2.5.2 Erläuterung der Signale

Richtspannung U_{r1}	Richtspannung U_{r1} von Kanal 1. Die Amplitude ist abhängig von der Größe des Rades.
Richtspannung U_{r2}	Richtspannung U_{r2} von Kanal 2. Die Amplitude ist abhängig von der Größe des Rades.
Ein- / Ausschaltpegel	Der typische Ansprechpegel für Raderkennung liegt beim 1,58-

	fachen Wert des Ruhezustandes für beide Kanäle. Ein- und Ausschaltpegel sind identisch.
Bewertungspegel Raderkennung	Für die Bewertung heranzuziehender Pegel. Der typische Ansprechpegel für Raderkennung unter Berücksichtigung einer Funktionsreserve von 20 % liegt - bezogen auf den Ruhezustand - beim 1,46-fachen Wert des Ruhezustandes für beide Kanäle. <i>Anmerkung:</i> $1,46 = 1,58 - (1,58 - 1) \cdot 0,2$
Pegel Sensorabfall	Der untere Ansprechpegel von Kanal 2 liegt beim 0,85-fachen Wert des Ruhezustandes. Dieser Pegel existiert, um einen von der Schiene abgefallenen Sensor detektieren zu können. Wird dieser Pegel unterschritten, führt dies zum digitalen Ansprechen von Kanal 2. <i>Anmerkung:</i> Beim ZP43 existiert dieser Pegel nur in Kanal 2.
Bewertungspegel Sensorabfall	Für die Bewertung heranzuziehender Pegel. Der untere Ansprechpegel von Kanal 2 unter Berücksichtigung einer Funktionsreserve von 20 % liegt - bezogen auf den Ruhezustand - beim 0,9-fachen Wert des Ruhezustandes. <i>Anmerkung:</i> $0,9 = 0,85 + (1 - 0,85) \cdot 0,2$
Ruhezustand	Richtspannung im nicht belegten Zustand, d.h. Gleisschaltmittel nicht von Rad beeinflusst.

2.5.3 Bewertungskriterien

- Für jedes Rad werden in den beiden Sensorsystemen ein analoger und ein digitalisierter Radimpuls erzeugt.
- Digitalisierte „Radimpulse“, die nicht von Rädern erzeugt worden sind, dürfen nicht auftreten.
- Die analogen und digitalisierten Radimpulse beider Sensor-Systeme müssen zeitlich versetzt gemäß Abbildung E.5 auftreten.

Die Impulsfolge der digitalisierten Radimpulse muss bei gleicher Fahrtrichtung für alle Räder gleich sein (z.B. digitalisierter Impuls von System 1 immer vor System 2). Die Form der digitalisierten Radimpulse (Versatz- und Überlappungsphasen) muss augenscheinlich den Impulsen der Referenzmessung (vgl. Hauptdokument Abschnitt 4.6.2) entsprechen (Anm.: „augenscheinlich“ entspricht hinsichtlich der Symmetrie bei einer automatisierten Auswertung der Impulsfolge einer Abbildungsgenauigkeit von +/- 10%).

- Auf den Richtspannungen Ur1 und Ur2 auftretende Beeinflussungen dürfen keine zusätzlichen digitalisierten Radimpulse erzeugen oder vorhandene, durch Räder verursachte, digitalisierte Radimpulse beeinträchtigen.
- Im nicht belegten Zustand (Ruhezustand, d.h. Sensor nicht durch ein Rad beeinflusst)

- dürfen die Richtspannungen U_{r1} und U_{r2} durch die auftretende Beeinflussung um maximal den Faktor 1,46 gegenüber dem Ruhezustand ansteigen (Bewertungspegel Raderkennung),
- darf die Richtspannung U_{r2} durch die auftretende Beeinflussung auf einen Wert von minimal Faktor 0,9 gegenüber dem Ruhezustand absinken (Bewertungspegel Sensorabfall).

2.6 ZP D 43

2.6.1 Typische Signalverläufe

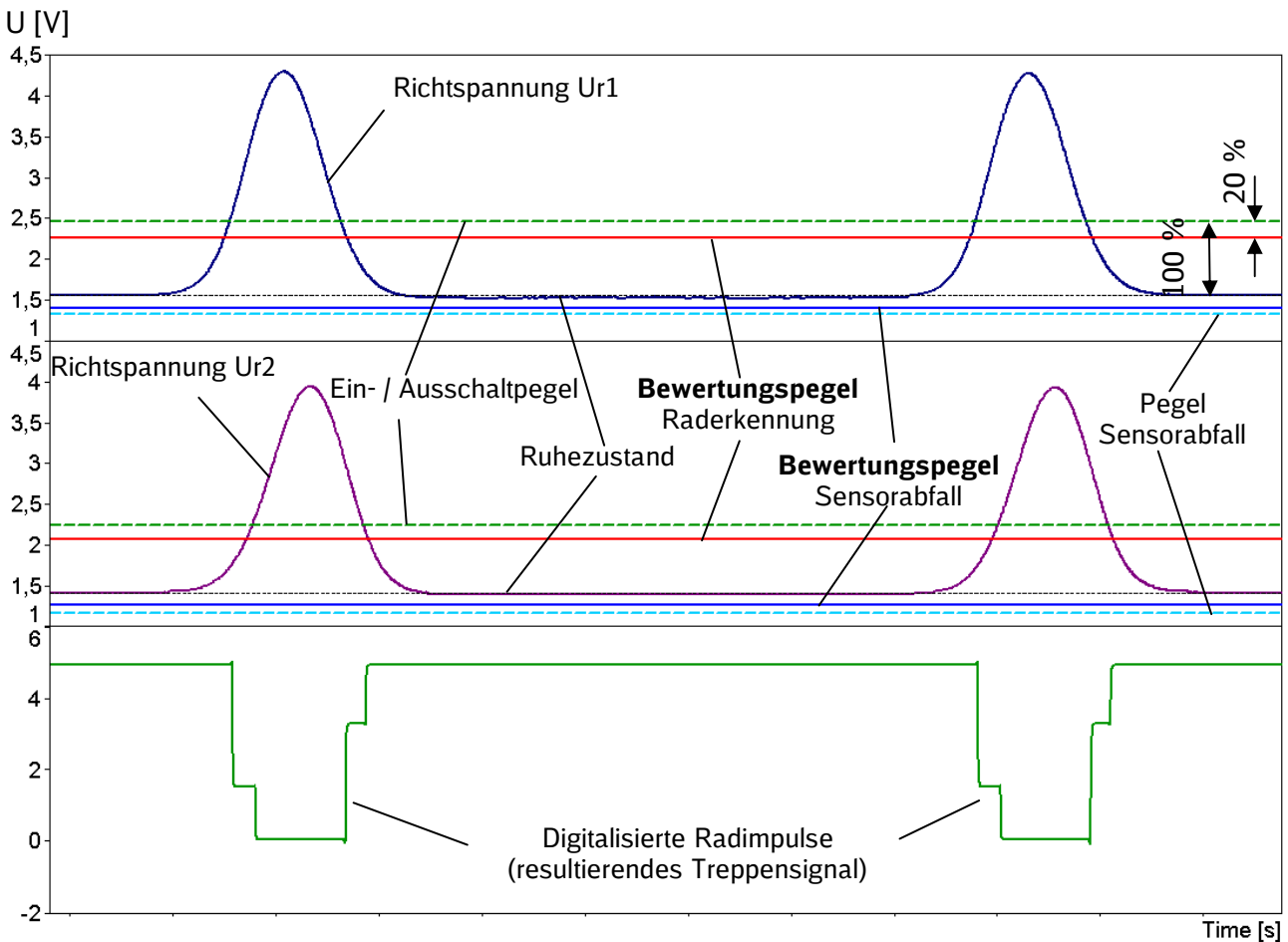


Abbildung E.6: Beispielsignale ZP D 43

2.6.2 Erläuterung der Signale

Richtspannung U_{r1}	Richtspannung U_{r1} von Kanal 1. Die Amplitude ist abhängig von der Größe des Rades.
Richtspannung U_{r2}	Richtspannung U_{r2} von Kanal 2. Die Amplitude ist abhängig von der Größe des Rades.
Ein- / Ausschaltpegel	Der typische Ansprechpegel für Raderkennung liegt beim 1,58-

	fachen Wert des Ruhezustandes für beide Kanäle. Ein- und Ausschaltpegel sind identisch.
Bewertungspegel Raderkennung	Für die Bewertung heranzuziehender Pegel. Der typische Ansprechpegel für Raderkennung unter Berücksichtigung einer Funktionsreserve von 20 % liegt - bezogen auf den Ruhezustand - beim 1,46-fachen Wert des Ruhezustandes für beide Kanäle. <i>Anmerkung:</i> $1,46 = 1,58 - (1,58 - 1) \cdot 0,2$
Pegel Sensorabfall	Der untere Ansprechpegel liegt beim 0,85-fachen Wert des Ruhezustandes für beide Kanäle. Diese Pegel existieren, um einen von der Schiene abgefallenen Sensor detektieren zu können. Werden diese Pegel unterschritten, führt dies nach 10 s zum digitalen Ansprechen von Kanal 1, nach 0,2 s zum digitalen Ansprechen von Kanal 2.
Bewertungspegel Sensorabfall	Für die Bewertung heranzuziehender Pegel. Der untere Ansprechpegel von Kanal 1 und 2 unter Berücksichtigung einer Funktionsreserve von 20 % liegt - bezogen auf den Ruhezustand - beim 0,9-fachen Wert des Ruhezustandes. <i>Anmerkung:</i> $0,9 = 0,85 + (1 - 0,85) \cdot 0,2$
Ruhezustand	Richtspannung im nicht belegten Zustand, d.h. Gleisschaltmittel nicht von Rad beeinflusst.

2.6.3 Bewertungskriterien

- Für jedes Rad werden in den beiden Sensorsystemen ein analoger und ein digitalisierter Radimpuls erzeugt.
- Digitalisierte „Radimpulse“, die nicht von Rädern erzeugt worden sind, dürfen nicht auftreten.
- Die analogen und digitalisierten Radimpulse beider Sensor-Systeme müssen zeitlich versetzt gemäß Abbildung E.6 auftreten.

Die Impulsfolge der digitalisierten Radimpulse muss bei gleicher Fahrtrichtung für alle Räder gleich sein (z.B. digitalisierter Impuls von System 1 immer vor System 2). Die Form der digitalisierten Radimpulse (Versatz- und Überlappungsphasen) muss augenscheinlich den Impulsen der Referenzmessung (vgl. Hauptdokument Abschnitt 4.6.2) entsprechen (Anm.: „augenscheinlich“ entspricht hinsichtlich der Symmetrie bei einer automatisierten Auswertung der Impulsfolge einer Abbildungsgenauigkeit von +/- 10%).

- Auf den Richtspannungen Ur1 und Ur2 auftretende Beeinflussungen dürfen keine zusätzlichen digitalisierten Radimpulse erzeugen oder vorhandene, durch Räder verursachte, digitalisierte Radimpulse beeinträchtigen.
- Im nicht belegten Zustand (Ruhezustand, d.h. Sensor nicht durch ein Rad beeinflusst) dürfen die Richtspannungen Ur1 und Ur2 durch die auftretende Beeinflussung um maximal den Faktor

- 1,46 gegenüber dem Ruhezustand ansteigen (Bewertungspegel Raderkennung),
- auf einen Wert von minimal Faktor 0,9 gegenüber dem Ruhezustand absinken (Bewertungspegel Sensorabfall).

2.7 RSE45

2.7.1 Typische Signalverläufe

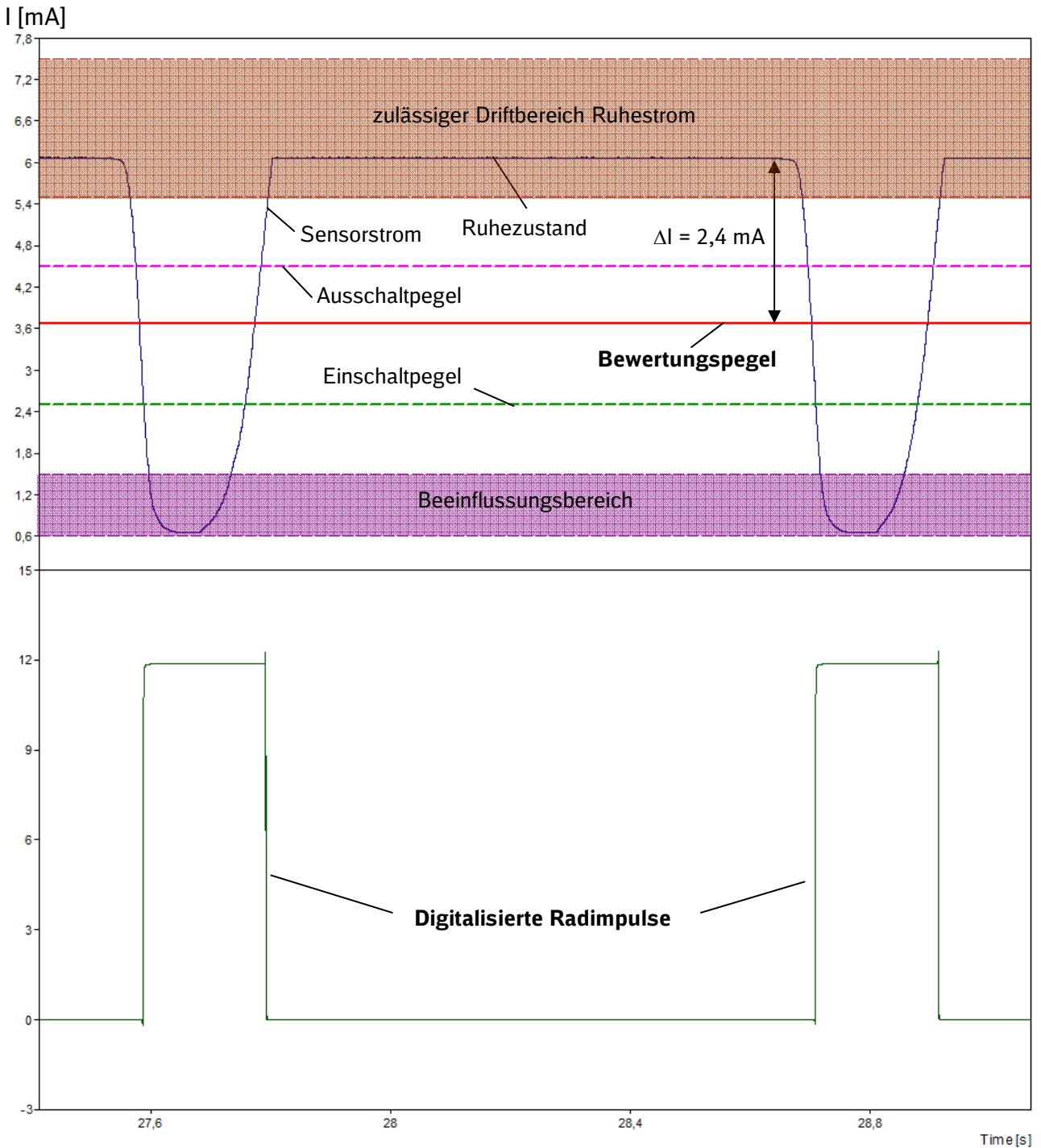


Abbildung E.7: Beispielsignale RSE45

2.7.2 Erläuterung der Signale

Sensorstrom	Strom durch den Sensor
Einschaltpegel	Einschaltpegel der Baugruppe ARS-x bei 2,5 mA; die Baugruppe ARS-x spricht an, wenn dieser Pegel unterschritten wird.
Ausschaltpegel	Ausschaltpegel der Baugruppe ARS-x bei 4,5 mA; die Baugruppe ARS-x meldet den Ruhezustand, wenn dieser Pegel wieder überschritten wird.
Bewertungspegel	Für die Bewertung heranzuziehender Pegel. Siehe hierzu die Erläuterungen in Abschnitt 0 e)
Ruhezustand	Sensorstrom im nicht befahrenen Zustand
zulässiger Driftbereich Ruhestrom	Die zulässige Drift des Ruhestroms eines nicht befahrenen Sensors darf schwanken zwischen 5,5 mA bis 7,5 mA.
Beeinflussungsbereich	Der Strom in jeder zu einem befahrenen Radsensor führenden Ader liegt unter Radeinfluss typischerweise zwischen 0,6 mA und 1,5 mA.

2.7.3 Bewertungskriterien

- Der Strom in jeder zu einem nicht befahrenen Radsensor führenden Ader muss zwischen 5,5 mA und 7,5 mA liegen (Ruhezustand).
- Der Strom in jeder zu einem befahrenen Radsensor führenden Ader muss unter Radeinfluss unter 1,5 mA liegen. Typischerweise liegt unter Radeinfluss der Strom zwischen 0,6 mA und 1,5 mA.
- Für jedes Rad muss ein analoger und digitalisierter Radimpuls erzeugt werden (Relaisschalten der Baugruppe ARS-x).
- Digitalisierte „Radimpulse“, die nicht von Rädern erzeugt worden sind, dürfen nicht auftreten.
- Die analogen und digitalisierten Radimpulse müssen gemäß Abbildung E.7 auftreten. Die Form der Radimpulse muss augenscheinlich den Impulsen der Referenzmessung (vgl. Hauptdokument Abschnitt 4.6.2) entsprechen (Anm.: „augenscheinlich“ entspricht hinsichtlich der Symmetrie bei einer automatisierten Auswertung der Impulsfolge einer Abbildungsgenauigkeit von +/- 10%).
- Im nicht belegten Zustand (Ruhezustand, d.h. Sensor nicht durch ein Rad beeinflusst) darf der Ruhestrom durch die auftretende Beeinflussung um max. 2,4 mA gegenüber dem Ruhestrom absinken (Bewertungspegel).

Anmerkung: $2,4 \text{ mA} = 0,8 * (\text{minimaler Ruhestrom} - \text{Ansprechpegel}) = 0,8 * (5,5 \text{ mA} - 2,5 \text{ mA})$

Dies entspricht einer Funktionsreserve von 20 % zur Ansprechschwelle 2,5 mA bezogen auf einen minimalen Ruhestrom von 5,5 mA. Damit wird berücksichtigt, dass der Ruhestrom des RSE45 zwischen 5,5 und 7,5 mA schwanken darf. Dies stellt sicher, dass auch ein bei einem Ruhestrom von > 5,5 mA auftretender Störer bewertet wird, wie ein bei einem worst-case-Ruhestrom von 5,5 mA auftretender. Angenommen wird hierbei, dass bezogen auf den Ruhestrom des RSE45 die Amplitude eines Störers immer gleich und unabhängig vom Ruhestrom ist.

2.8 WSS

2.8.1 Typische Signalverläufe

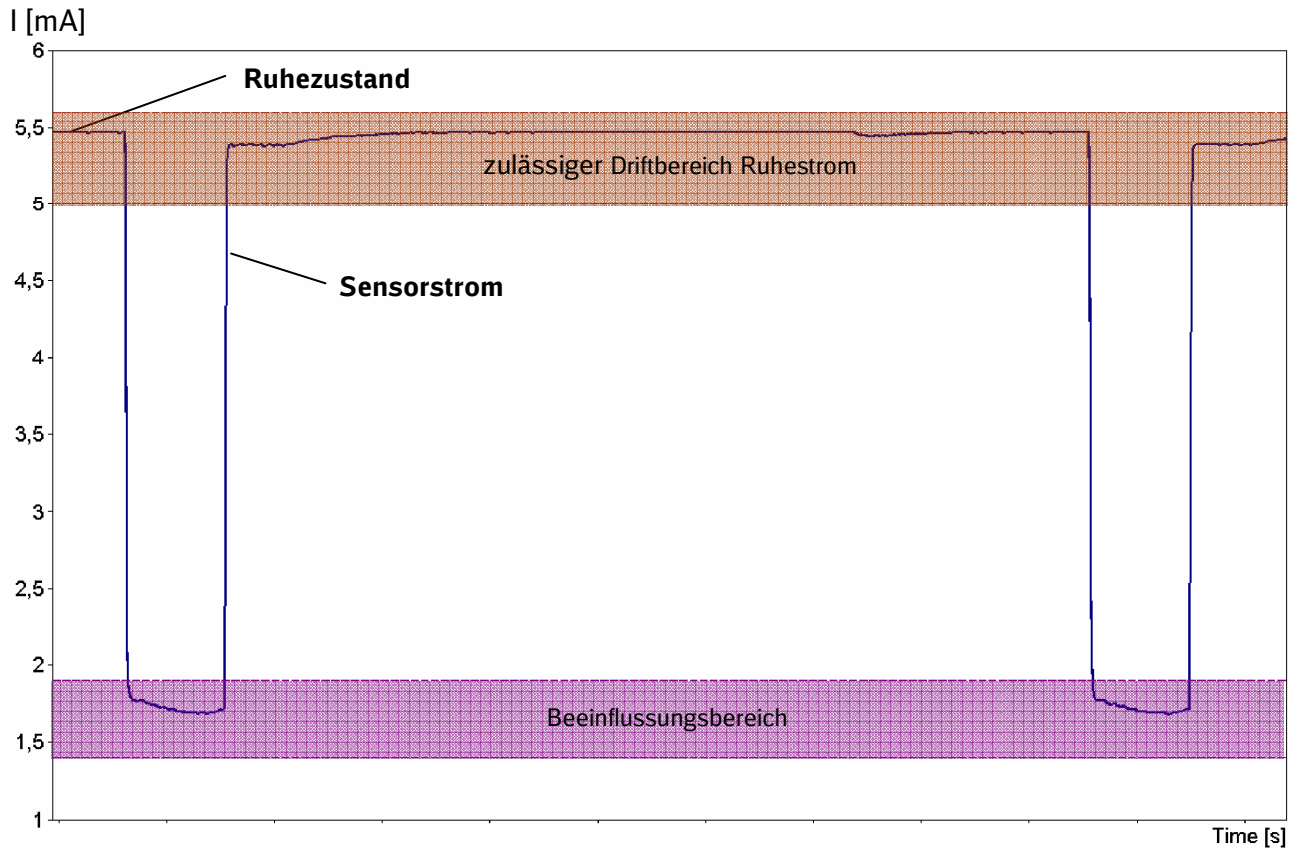


Abbildung E.8: Beispielsignale WSS

2.8.2 Erläuterung der Signale

Sensorstrom	Strom durch den Sensor
Ruhezustand	Sensorstrom im nicht befahrenen Zustand, d.h. Gleisschaltmittel nicht von Rad beeinflusst.
zulässiger Driftbereich Ruhestrom	Die zulässige Drift des Ruhestroms eines nicht befahrenen Sensors darf schwanken zwischen 5,1 mA bis 5,6 mA.
Beeinflussungsbereich	Der Strom in jeder zu einem befahrenen Radsensor führenden Ader liegt unter Radeinfluss typischerweise zwischen 1,4 mA und 1,9 mA.

2.8.3 Bewertungskriterien

- Der Strom in jeder zu einem nicht befahrenen Radsensor führenden Ader muss zwischen 5,1 mA und 5,6 mA liegen (Ruhezustand).
- Der Strom in jeder zu einem befahrenen Radsensor führenden Ader muss unter Radeinfluss unter 1,9 mA liegen. Typischerweise liegt unter Radeinfluss der Strom zwischen 1,4 mA und 1,9 mA.
- Für jedes Rad muss ein Radimpuls erzeugt werden.
- Radimpulse, die nicht von Rädern erzeugt worden sind, dürfen nicht auftreten.
- Die analogen Radimpulse müssen gemäß Abbildung E.8 auftreten. Die Form der Radimpulse muss augenscheinlich den Impulsen der Referenzmessung (vgl. Hauptdokument Abschnitt 4.6.2) entsprechen (Anm.: „augenscheinlich“ entspricht hinsichtlich der Symmetrie bei einer automatisierten Auswertung der Impulsfolge einer Abbildungsgenauigkeit von +/- 10%).
- Vorhandene, durch Räder verursachte Radimpulse dürfen nicht beeinträchtigt werden.

2.9 WSD

2.9.1 Typische Signalverläufe

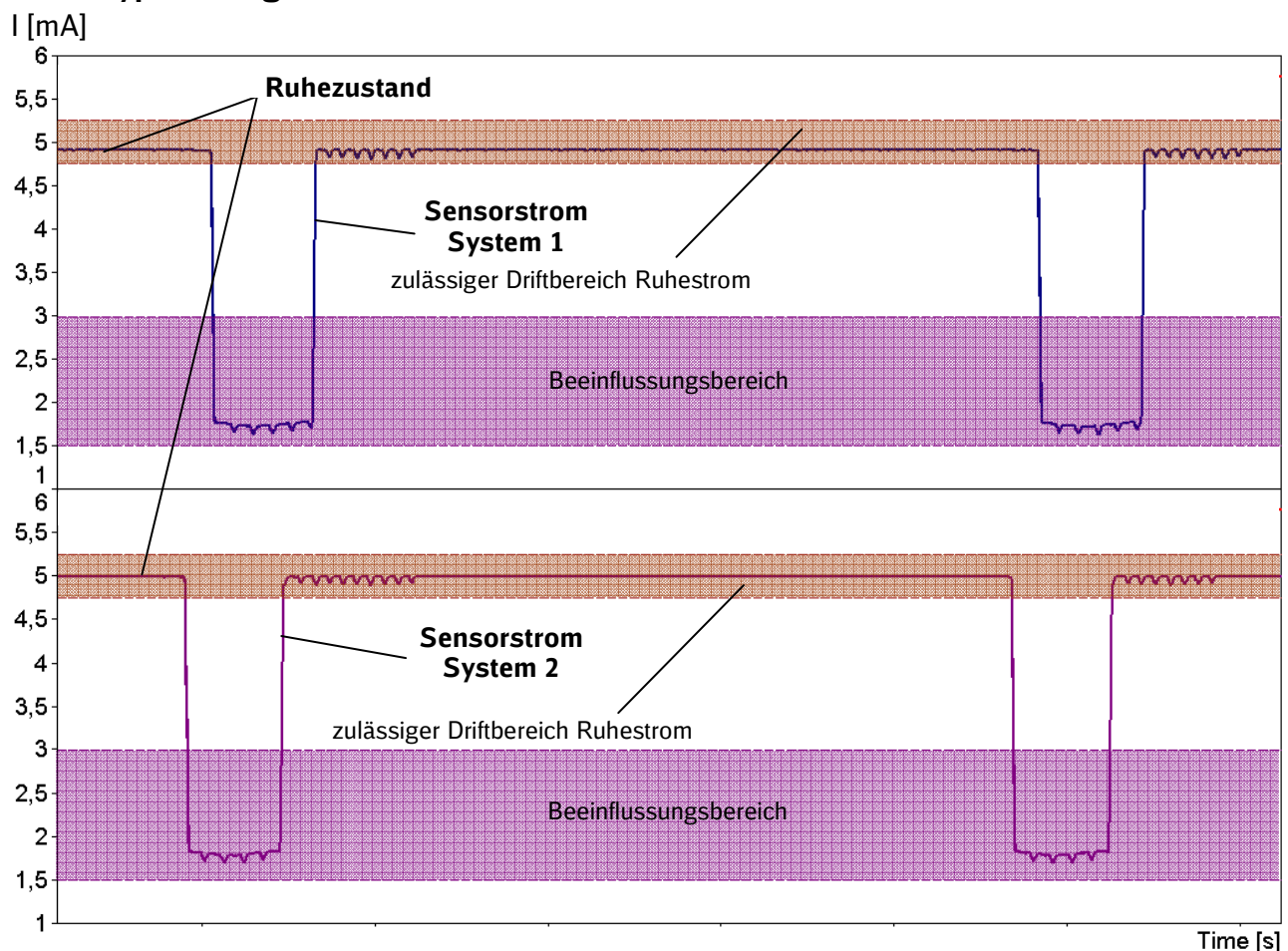


Abbildung E.9: Beispielsignale WSD

2.9.2 Erläuterung der Signale

Sensorstrom System 1	Strom durch System 1 des Sensors.
Sensorstrom System 2	Strom durch System 2 des Sensors.
Ruhezustand	Sensorstrom im nicht belegten Zustand, d.h. Gleisschaltmittel nicht von Rad beeinflusst.
zulässiger Driftbereich Ruhestrom	Die zulässige Drift des Ruhestroms eines nicht befahrenen Sensors darf schwanken zwischen 4,75 mA bis 5,25 mA.
Beeinflussungsbereich	Der Strom in jeder zu einem befahrenen Radsensor führenden Ader liegt unter Radeinfluss typischerweise zwischen 1,3 und 2,99 mA.

2.9.3 Bewertungskriterien

- a) Der Strom in jeder zu einem nicht befahrenen Radsensor führenden Ader muss zwischen 4,75 mA und 5,25 mA liegen (Ruhezustand).
- b) Der Strom in jeder zu einem befahrenen Radsensor führenden Ader muss unter Radeinfluss unter 2,99 mA liegen. Typischerweise liegt unter Radeinfluss der Strom zwischen 1,3 mA und 2,99 mA.
- c) Für jedes Rad muss je System ein Radimpuls erzeugt werden.
- d) Radimpulse, die nicht von Rädern erzeugt worden sind, dürfen nicht auftreten.
- e) Die Radimpulse beider Systeme müssen zeitlich versetzt gemäß Abbildung E.9 auftreten.

Die Impulsfolge der Sensorströme von System 1 und System 2 muss bei gleicher Fahrtrichtung für alle Räder gleich sein (z.B. System 1 immer vor System 2). Die Form der Radimpulse (Versatz- und Überlappungsphasen) muss augenscheinlich den Impulsen der Referenzmessung (vgl. Hauptdokument Abschnitt 4.6.2) entsprechen (Anm.: „augenscheinlich“ entspricht hinsichtlich der Symmetrie bei einer automatisierten Auswertung der Impulsfolge einer Abbildungsgenauigkeit von +/- 10%).

- f) Vorhandene, durch Räder verursachte Impulse dürfen nicht beeinträchtigt werden.

2.10 AZSB300

2.10.1 Typische Signalverläufe

HEX

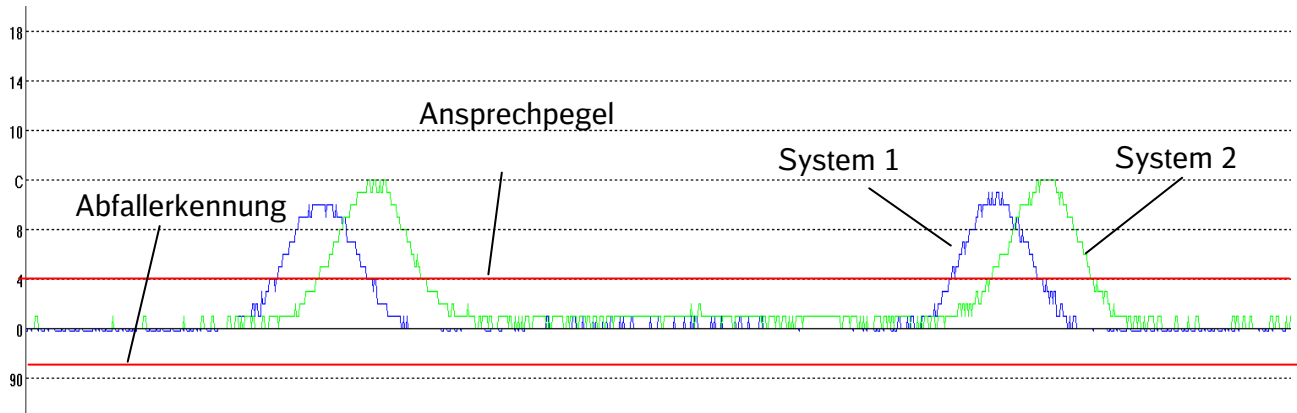


Abbildung E.10: Beispielsignale AZSB300

2.10.2 Bewertungskriterien

Die Amplitude der Radimpulse wird beim AZSB300 hexadezimal angegeben (0 bis 9 und A bis F). Beim AZSB300 wird die Grundstellung ab HEX ,04' verlassen und somit die Erkennung einer Achse möglich.

- Für jedes Rad muss je System ein Radimpuls erzeugt werden.
- Radimpulse, die nicht von Rädern erzeugt worden sind, dürfen nicht auftreten.
- Die Radimpulse beider Systeme müssen zeitlich versetzt gemäß Abbildung E.10 auftreten.

Die Impulsfolge der digitalisierten Radimpulse muss bei gleicher Fahrtrichtung für alle Räder gleich sein (z.B. System 1 immer vor System 2). Die Form der Radimpulse (Versatz- und Überlappungsphasen) muss augenscheinlich den Impulsen der Referenzmessung (vgl. Hauptdokument Abschnitt 4.6.2) entsprechen (Anm.: „augenscheinlich“ entspricht hinsichtlich der Symmetrie bei einer automatisierten Auswertung der Impulsfolge einer Abbildungsgenauigkeit von +/- 10%).

- Vorhandene, durch Räder verursachte Impulse dürfen nicht beeinträchtigt werden.
- Erkennbare Beeinflussungen dürfen den Pegel 4 (HEX ,04') nicht erreichen.
- Erkennbare Beeinflussungen dürfen den Pegel -4 (HEX ,84') nicht unterschreiten (für $t > 250$ ms Abfallerkennung).

Anmerkung: Eine Berücksichtigung einer Funktionsreserve von 20 % kann technologisch an dieser Stelle nicht abgebildet werden und ist nicht in dem Pegel enthalten. Die Funktionsreserve von 20 % muss bei der Bewertung von Fahrzeugen, deren Messwerte den Pegel überschreiten entsprechend berücksichtigt werden.

2.11 DSS 200-45

2.11.1 Typische Signalverläufe

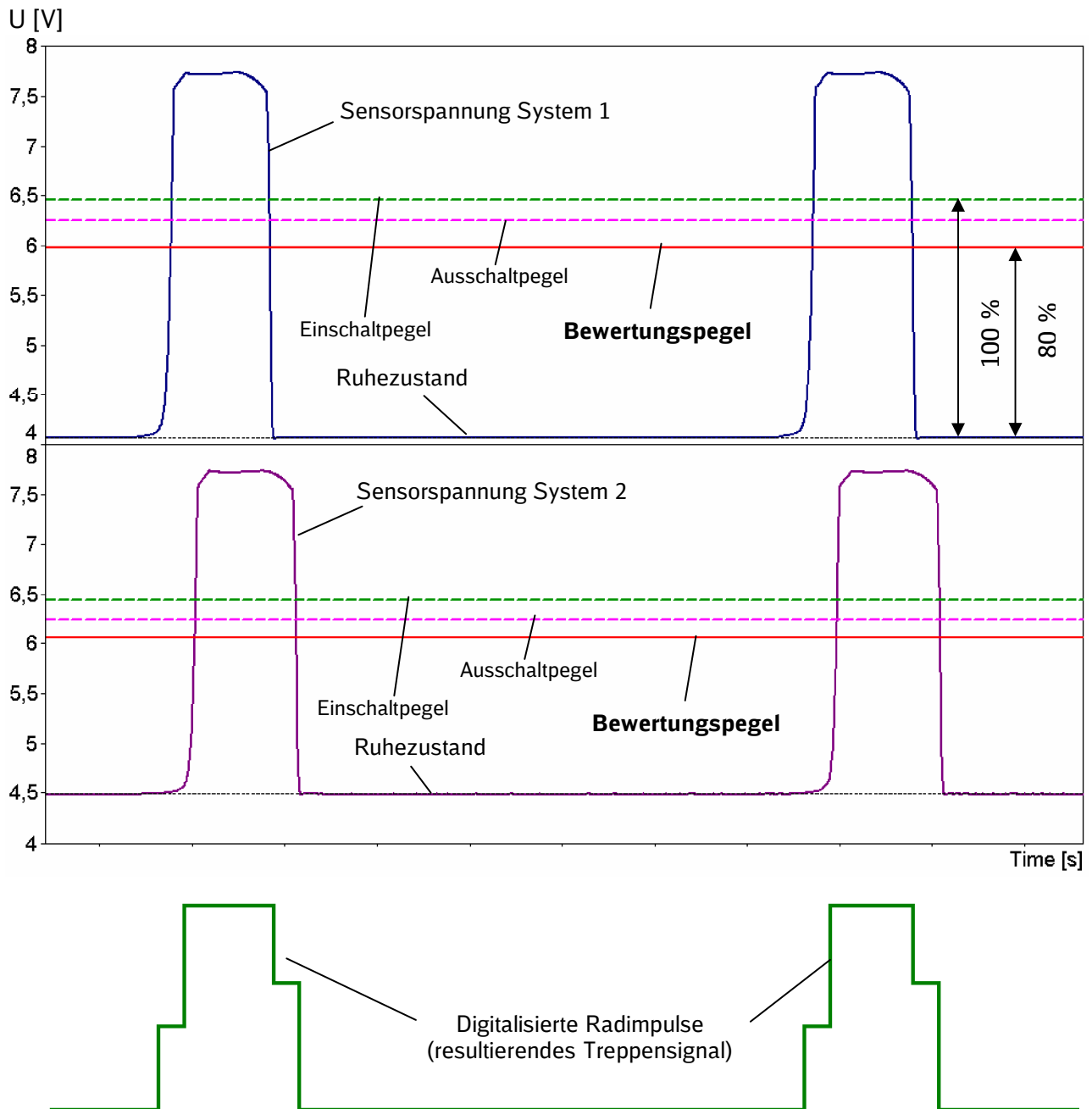


Abbildung E.11:Beispielsignale DSS200-45

2.11.2 Erläuterung der Signale

Sensorspannung System 1	An System 1 anliegende Speisespannung
Sensorspannung System 2	An System 2 anliegende Speisespannung
Einschaltpegel	Einschaltpegel des DSS200-45 bei 6,45 V <i>Anmerkung: 6,45 V = 8 V - 1,55 V; 8 V = Versorgungsspannung des DSS200-45</i>
Ausschaltpegel	Ausschaltpegel des DSS200-45 bei 6,25 V <i>Anmerkung: 6,25 V = 8 V - 1,75 V; 8 V = Versorgungsspannung des DSS200-45</i>
Bewertungspegel	Für die Bewertung heranzuziehender Pegel. Einschaltpegel des DSS20045 unter Berücksichtigung einer Funktionsreserve von 20 % (Bezogen auf den Ruhezustand).
Ruhezustand	Sensorspannung im nicht belegten Zustand, d.h. Gleisschaltmittel nicht von Rad beeinflusst.

2.11.3 Bewertungskriterien

- Für jedes Rad werden in den beiden Sensorsystemen ein analoger und ein digitalisierter Radimpuls erzeugt.
- Digitalisierte „Radimpulse“, die nicht von Rädern erzeugt worden sind, dürfen nicht auftreten.
- Die analogen und digitalisierten Radimpulse beider Sensor-Systeme müssen zeitlich versetzt gemäß Abbildung E.11 auftreten.

Die Impulsfolge der digitalisierten Radimpulse muss bei gleicher Fahrtrichtung für alle Räder gleich sein (z.B. digitalisierter Impuls von System 1 immer vor System 2). Die Form der digitalisierten Radimpulse (Versatz- und Überlappungsphasen) muss augenscheinlich den Impulsen der Referenzmessung (vgl. Hauptdokument Abschnitt 4.6.2) entsprechen (Anm.: „augenscheinlich“ entspricht hinsichtlich der Symmetrie bei einer automatisierten Auswertung der Impulsfolge einer Abbildungsgenauigkeit von +/- 10%).

- Auf den Sensor-Spannungen auftretende Beeinflussungen dürfen keine zusätzlichen digitalisierten Radimpulse erzeugen oder vorhandene, durch Räder verursachte, digitalisierte Radimpulse beeinträchtigen.
- Im nicht belegten Zustand (Ruhezustand, d.h. Sensor nicht durch ein Rad beeinflusst) darf die Sensor-Spannung durch die auftretende Beeinflussung auf maximal 80 % des Einschaltpegels (bezogen auf den Ruhezustand) ansteigen (Bewertungspegel).

2.12 RSR122

2.12.1 Typische Signalverläufe

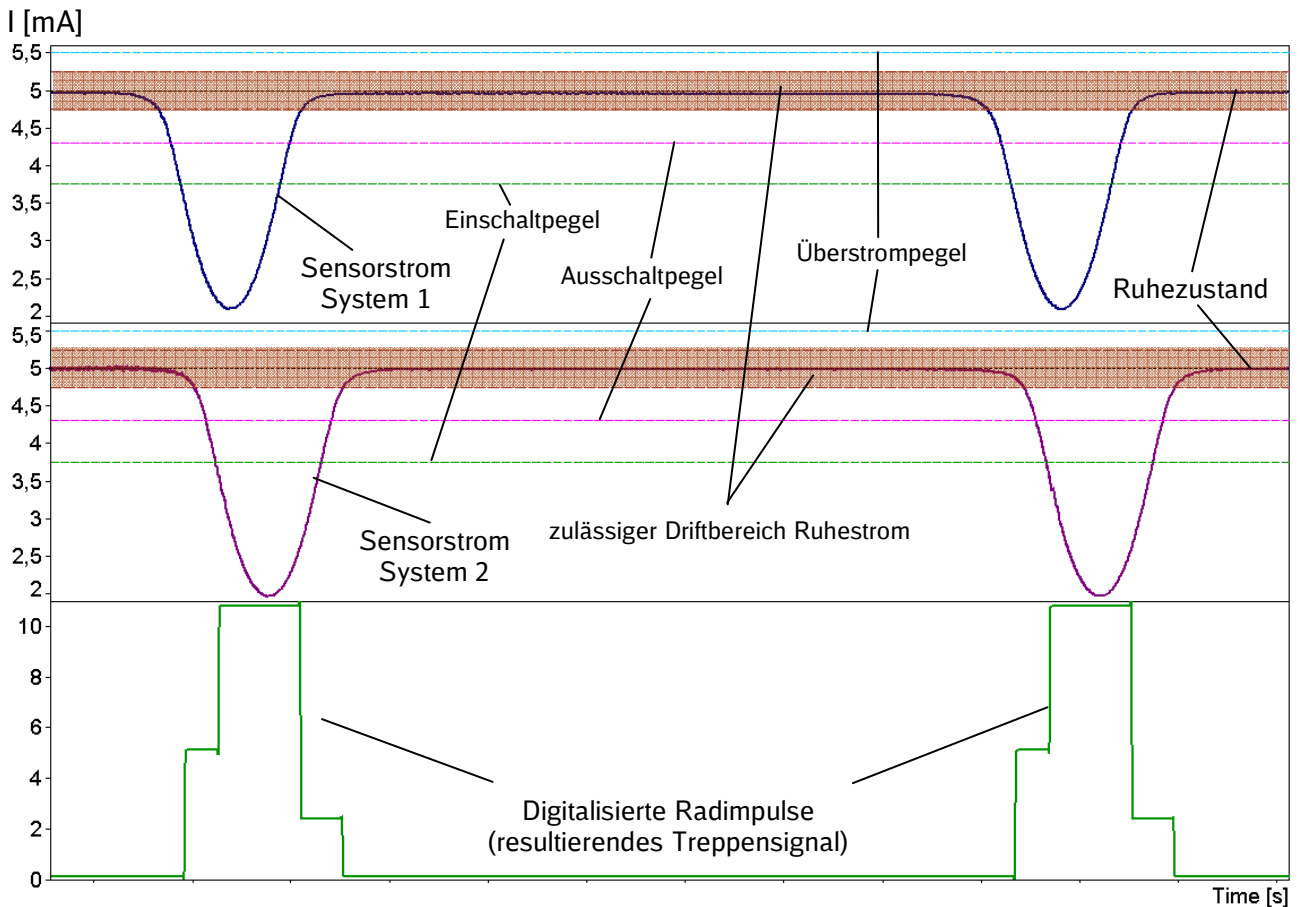


Abbildung E.12: Beispielsignale RSR122

2.12.2 Erläuterung der Signale

Sensorstrom System 1	Sensorstrom von System 1
Sensorstrom System 2	Sensorstrom von System 2
Einschaltpegel	Die Auswertebaugruppen sprechen an, wenn der Sensorstrom 3,75 mA unterschreitet.
Ausschaltpegel	Die Auswertebaugruppen sprechen nicht mehr an, wenn der Sensorstrom 4,3 mA wieder überschreitet.
Überstrompegel	Ein ggf. von der Schiene abgefallener Sensor wird durch Überschreiten des Sensorstroms über 5,5 mA erkannt.
zulässiger Driftbereich Ruhestrom	Die zulässige Drift des Ruhestroms (Sensor nicht befahren) beträgt $\pm 5\%$. D.h. der Ruhestrom darf schwanken zwischen 4,75 mA bis 5,25 mA.
Ruhezustand	Sensorstrom im nicht belegten Zustand, d.h. Gleisschaltmittel nicht von Rad beeinflusst.

Anm.: Die angegebenen Pegel sind für alle in Anhang B genannten, zusammen mit dem RSR122 verwendeten Baugruppen gleich.

2.12.3 Bewertungskriterien

- a) Die Bewertung der Signale erfolgt gemäß [1].

Zusätzlich gilt:

- b) Für jedes Rad werden in den beiden Sensorsystemen ein analoger und ein digitalisierter Radimpuls erzeugt.
- c) Digitalisierte „Radimpulse“, die nicht von Rädern erzeugt worden sind, dürfen nicht auftreten.
- d) Die analogen und digitalisierten Radimpulse beider Sensor-Systeme müssen zeitlich versetzt gemäß Abbildung E.12 auftreten.

Die Impulsfolge der digitalisierten Radimpulse muss bei gleicher Fahrtrichtung für alle Räder gleich sein (z.B. digitalisierter Impuls von System 1 immer vor System 2). Die Form der digitalisierten Radimpulse (Versatz- und Überlappungsphasen) muss augenscheinlich den Impulsen der Referenzmessung (vgl. Hauptdokument Abschnitt 4.6.2) entsprechen (Anm.: „augenscheinlich“ entspricht hinsichtlich der Symmetrie bei einer automatisierten Auswertung der Impulsfolge einer Abbildungsgenauigkeit von +/- 10%).

- e) Auf den Sensorströmen von System 1 und System 2 auftretende Beeinflussungen dürfen keine zusätzlichen digitalisierten Radimpulse erzeugen oder vorhandene, durch Räder verursachte, digitalisierte Radimpulse beeinträchtigen.

2.13 RSR123

2.13.1 Typische Signalverläufe

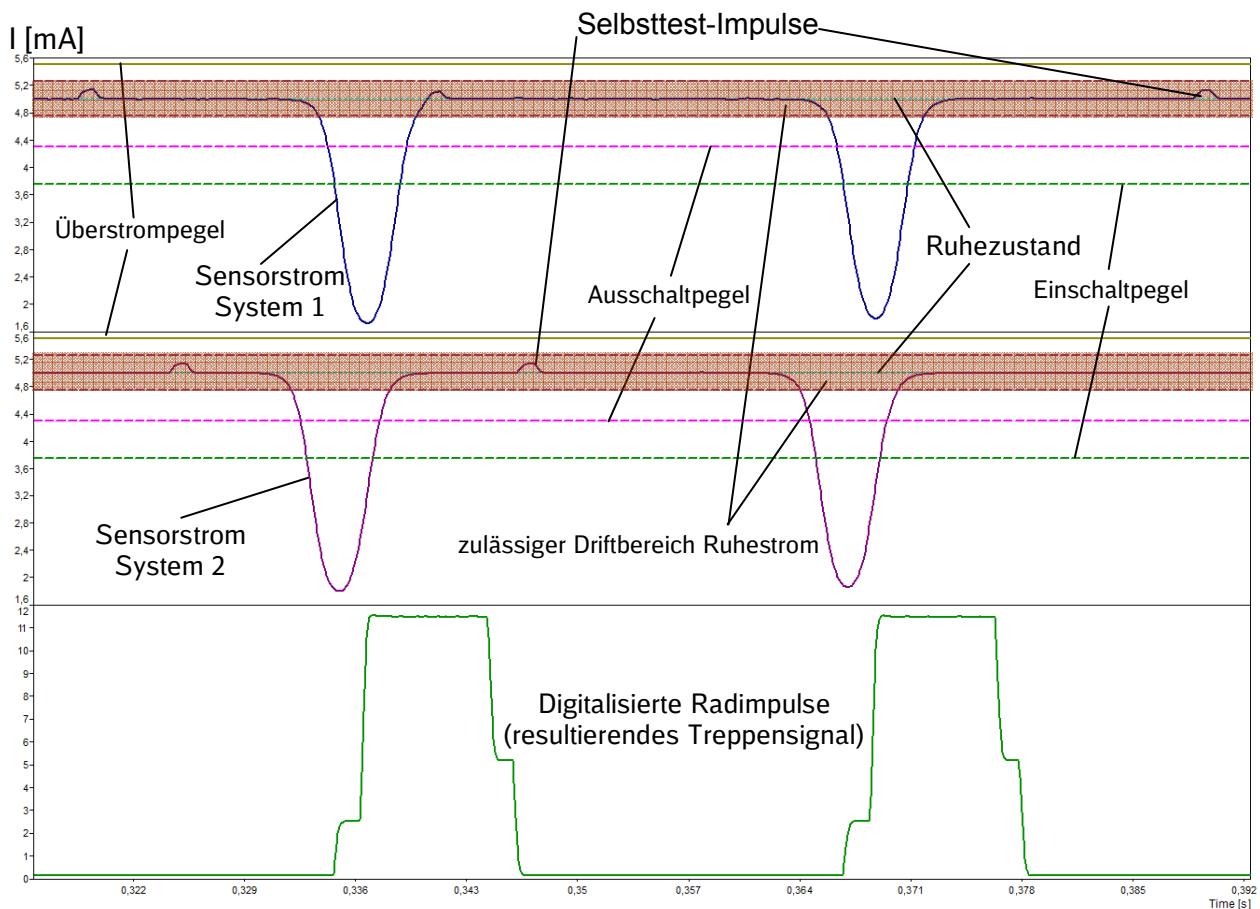


Abbildung E.13: Beispielsignale RSR123

2.13.2 Erläuterung der Signale

Sensorstrom System 1	Sensorstrom von System 1
Sensorstrom System 2	Sensorstrom von System 2
Einschaltpegel	Die Auswertebaugruppen sprechen an, wenn der Sensorstrom 3,75 mA unterschreitet.
Ausschaltpegel	Die Auswertebaugruppen sprechen nicht mehr an, wenn der Sensorstrom 4,3 mA wieder (überschreitet).
Überstrompegel	Ein ggf. von der Schiene abgefallener Sensor wird durch Überschreiten des Sensorstroms 5,5 mA erkannt.
zulässiger Driftbereich Ruhestrom	Die zulässige Drift des Ruhestroms (Sensor nicht befahren) beträgt $\pm 5\%$. D.h. der Ruhestrom darf zwischen 4,75 mA bis 5,25 mA schwanken.
Ruhezustand	Sensorstrom im nicht belegten Zustand, d.h. Gleisschaltmittel nicht von Rad beeinflusst. Durch die Ausgabe der Selbsttest-Impulse schwankt der Systemstrom um ca. 2%. Der Ruhestrompegel entspricht dem niedrigeren gemessenen Wert.

Anm.: Die angegebenen Pegel sind für alle in Anhang B genannten, zusammen mit dem RSR123 verwendeten Baugruppen gleich.

2.13.3 Bewertungskriterien

a) Die Bewertung der Signale erfolgt analog zum RSR122 gemäß [1].

Zusätzlich gilt:

- b) Für jedes Rad werden in den beiden Sensorsystemen ein analoger und ein digitalisierter Radimpuls erzeugt.
- c) Digitalisierte „Radimpulse“, die nicht von Rädern erzeugt worden sind, dürfen nicht auftreten.
- d) Die analogen und digitalisierten Radimpulse beider Sensor-Systeme müssen zeitlich versetzt gemäß Abbildung E.13 auftreten.

Die Impulsfolge der digitalisierten Radimpulse muss bei gleicher Fahrtrichtung für alle Räder gleich sein (z.B. digitalisierter Impuls von System 1 immer vor System 2). Die Form der digitalisierten Radimpulse (Versatz- und Überlappungsphasen) muss augenscheinlich den Impulsen der Referenzmessung (vgl. Hauptdokument Abschnitt 4.6.2) entsprechen (Anm.: „augenscheinlich“ entspricht hinsichtlich der Symmetrie bei einer automatisierten Auswertung der Impulsfolge einer Abbildungsgenauigkeit von +/- 10%).

e) Auf den Sensorströmen von System 1 und System 2 auftretende Beeinflussungen dürfen keine zusätzlichen digitalisierten Radimpulse erzeugen oder vorhandene, durch Räder verursachte, digitalisierte Radimpulse beeinträchtigen.

3 Induktionsschleifen

3.1 Funktionsprinzip von Induktionsschleifen

Die Grundfunktionalität einer Induktionsschleife beruht auf einem LC-Parallelschwingkreis, wobei die Induktionsschleife eine im Gleisbereich verlegte variable Induktivität L darstellt. Die Arbeitsfrequenz der Schleife wird eingestellt durch Variation von Kapazitäten. Abbildung E.14 zeigt das Prinzip einer Induktionsschleife bestehend aus der Schleife am Gleis, der Zuleitung sowie den Kapazitäten und dem Oszillator im Gleisanschlussgehäuse.

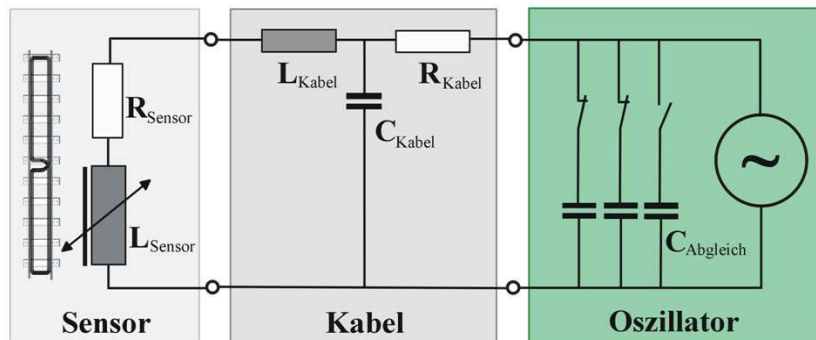


Abbildung E.14: Prinzipschaltbild Induktionsschleife (Quelle: Scheidt&Bachmann)

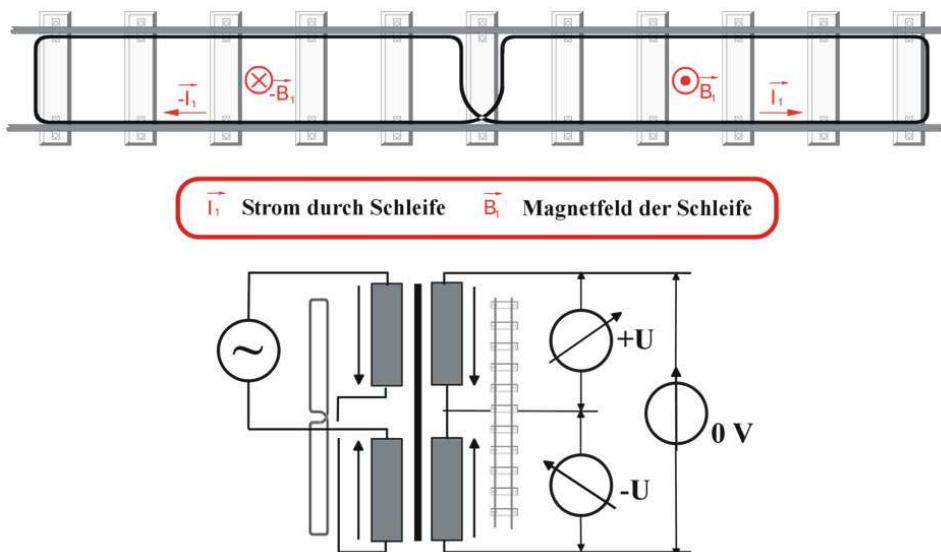


Abbildung E.15: Ersatzschaltbild Induktionsschleife (Quelle: Scheidt&Bachmann)

Ein die Schleife befahrendes Fahrzeug führt zu einer Veränderung der Induktivität L der Schleife und somit zu einer Verstimmung des Schwingkreises und daraus resultierend zu einer Änderung der Schwingkreisfrequenz – die Schleife wird „bedämpft“. Messtechnisch erfasst wird die Änderung der Schwingkreisfrequenz.

Die Bedämpfung einer Induktionsschleife erfolgt durch

- Kurzschlussringe gebildet aus den Achsen und Schienen,
- Metallmassen gebildet durch Drehgestelle und den Fahrzeugaufbau,
- Kurzschlussring und Metallmasse in Kombination.

Anmerkung: Um eine ausreichende Bedämpfung einer Induktionsschleife zu gewährleisten, werden besondere Anforderungen an die Konstruktion von Fahrzeugen im Unterflurbereich gestellt. Diese sind nicht Gegenstand der Untersuchungen und Bewertungen im Rahmen dieses Dokumentes. Für weitere Informationen siehe hierzu ERA/ERMTS/033281.

Kurzschlussring

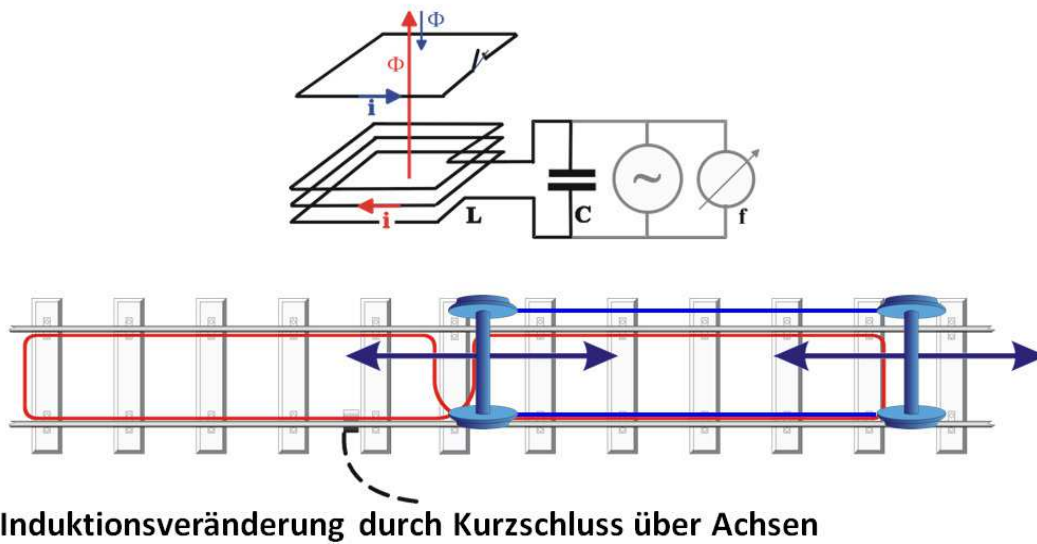


Abbildung E.16: Bedämpfungsarten Fahrzeugsensoren – Kurzschlussring (Quelle: Scheidt&Bachmann)

Metallmasse

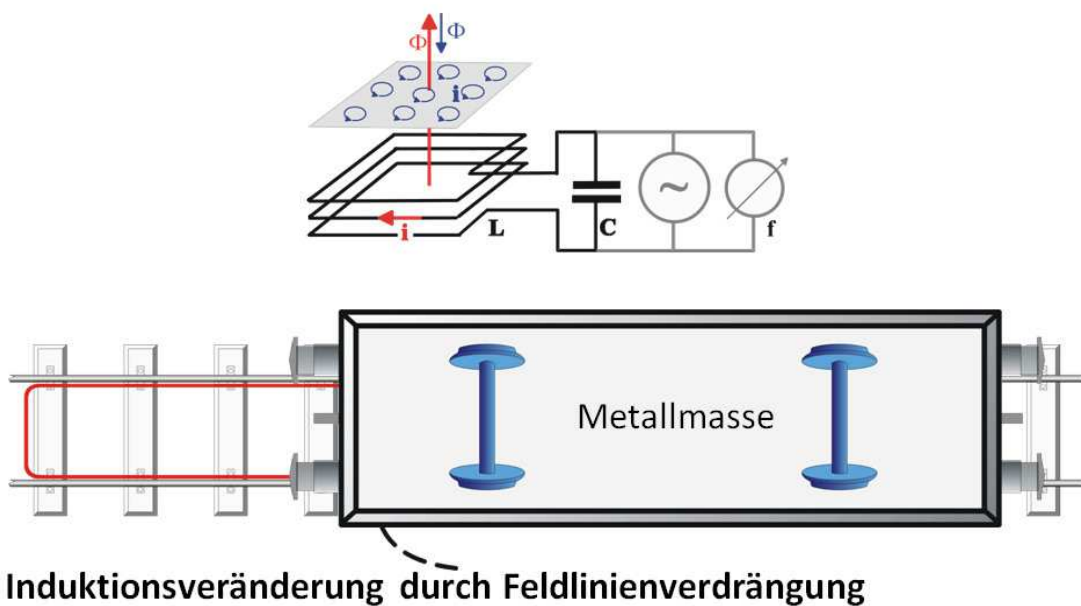


Abbildung E.17: Bedämpfungsarten Fahrzeugsensoren – Metallmasse (Quelle: Scheidt&Bachmann)

Die Wirkung der Bedämpfungsarten auf die Schleifenfrequenz verdeutlicht Abbildung E.18. Bei Erreichen definierter Schwingkreisfrequenzen meldet die nachfolgende Auswertelogik den Belegt- bzw. Freizustand der Schleife.

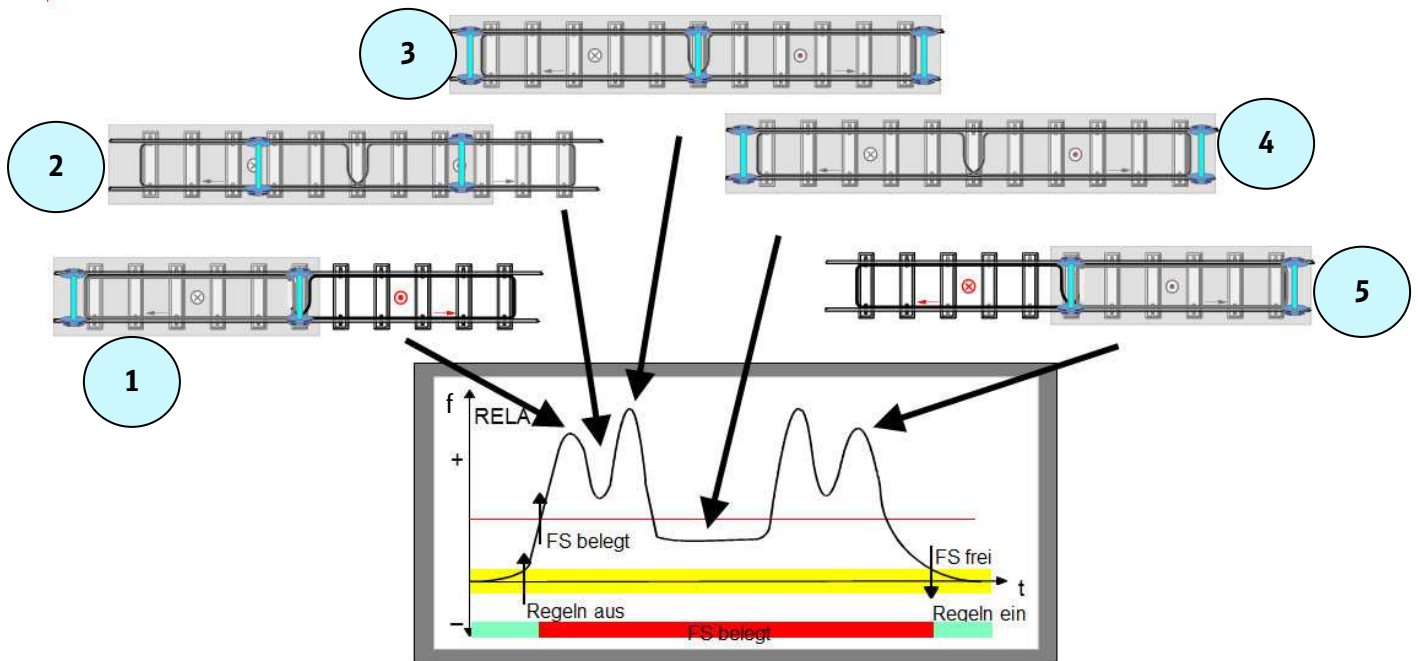


Abbildung E.18: Bedämpfung durch ein Fahrzeug und resultierende Frequenzänderung (Quelle: Scheidt&Bachmann)

- 1 Kurzschluss um eine Schleifenhälfte und Massenbedämpfung
- 2 Kurzschluss um 1 ½ Schleifenhälften und Massenbedämpfung
- 3 Kurzschluss um beide Schleifenhälften und Massenbedämpfung
- 4 nur Massenbedämpfung
- 5 Kurzschluss um eine Schleifenhälfte und Massenbedämpfung

3.2 FSSB

3.2.1 Typische Signalverläufe

HEX

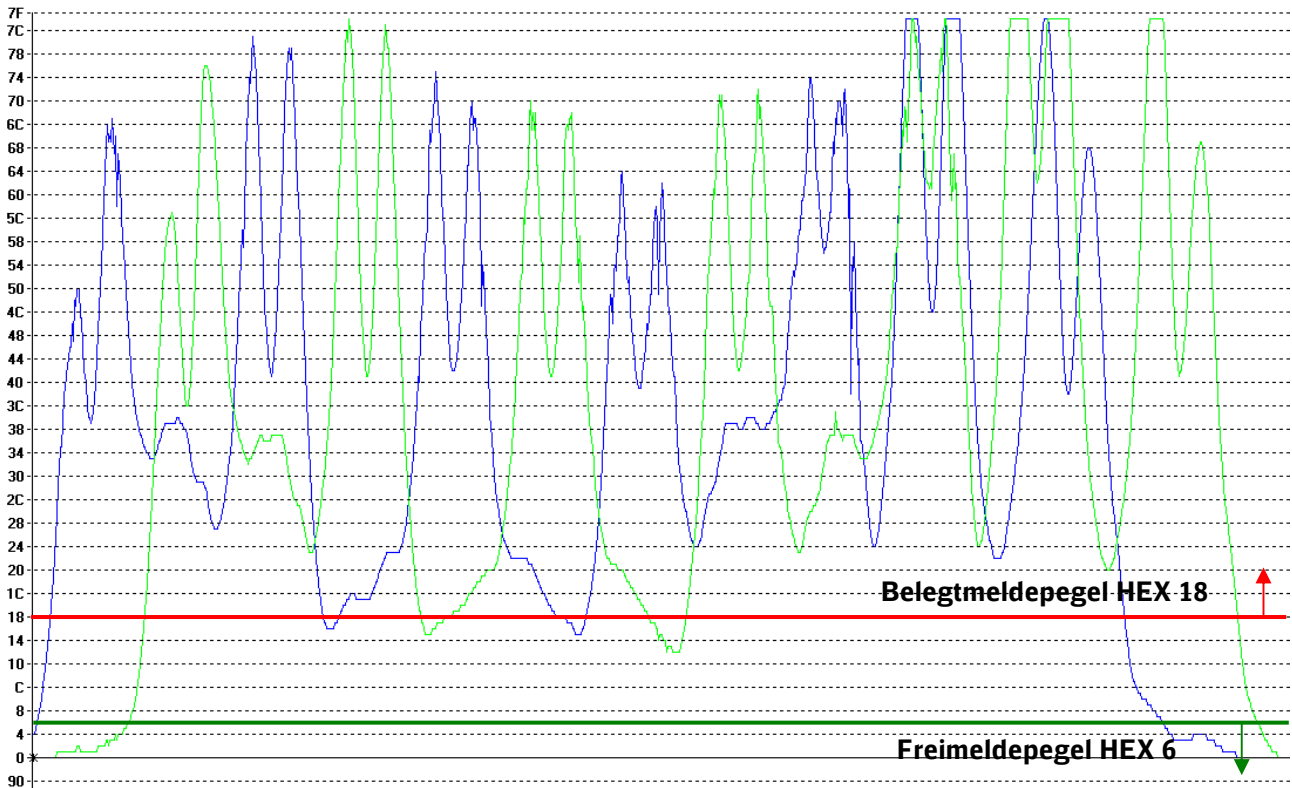


Abbildung E.19: Beispielhafte Signalverläufe (*Anmerkung: technisch bedingt werden die Signale von zwei Fahrzeugsensoren dargestellt*)

3.2.2 Erläuterung der Signale

Belegtmeldepegel HEX 18	Eine Überschreitung dieses Pegels führt zur Belegtmeldung der Schleife.
Freimeldepegel HEX 6	Bei Unterschreiten dieses Pegels erfolgt die Freimeldung.

3.2.3 Bewertungskriterien

- a) Der Belegtmeldepegel HEX 18 muss zu Beginn des Fahrzeugs überschritten werden.
- b) Der Freimeldepegel HEX 6 muss unmittelbar nach dem Fahrzeug wieder unterschritten werden und darf auch im weiteren Verlauf nicht mehr überschritten werden (d.h. Freimeldung muss erhalten bleiben). Die Schleife muss während der gesamten Überfahrt lückenlos bedämpft werden.“
- c) Während der Befahrung durch das Fahrzeug dürfen sich die Signalverläufe des Freimeldepegels HEX 6 nähern. Eine Berücksichtigung einer Funktionsreserve von 20 % kann technologisch an dieser Stelle nicht abgebildet werden und ist nicht in den Pegeln enthalten. Die Funktionsreserve von 20 % muss bei der Bewertung von Fahrzeugen, deren Messwerte die Pegel überschreiten entsprechend berücksichtigt werden.

3.3 FSP

3.3.1 Typische Signalverläufe

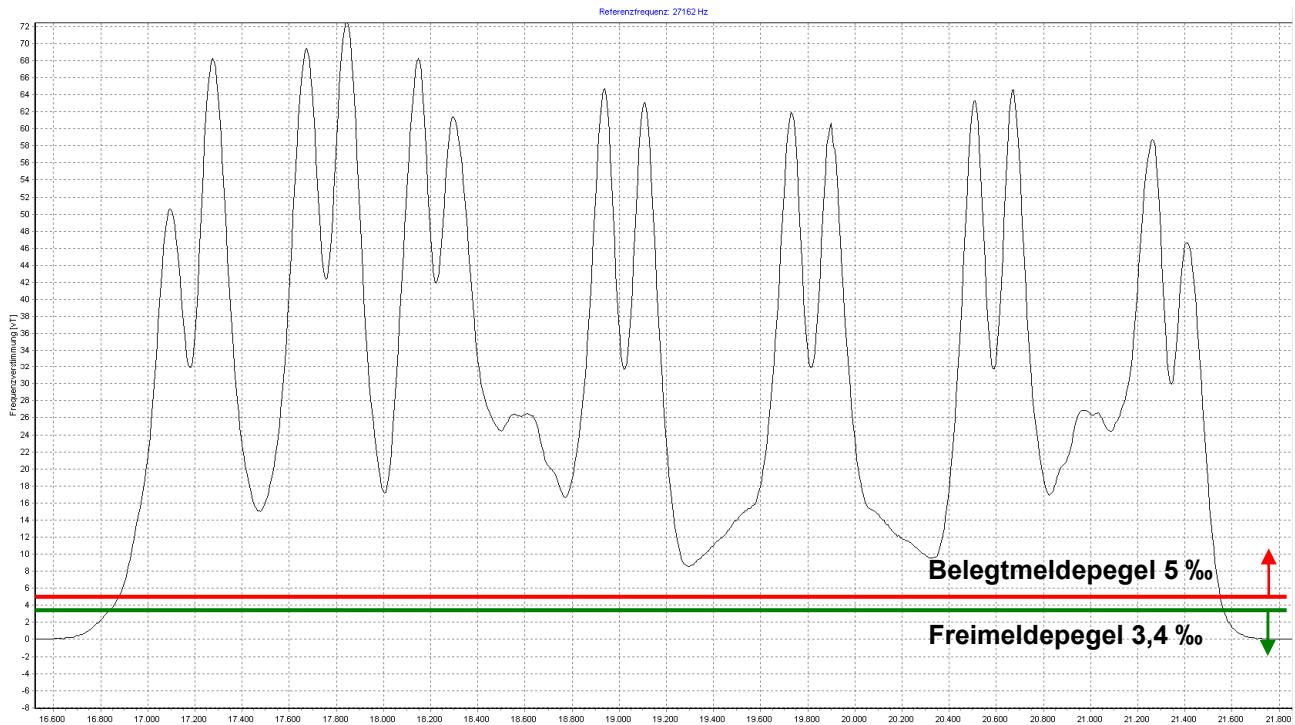


Abbildung E.20: Beispielhafter Signalverlauf

3.3.2 Erläuterung der Signale

Belegmeldepegel 5 ‰	Eine Überschreitung dieses Pegels führt zur Belegmeldung der Schleife.
Freimeldepegel 3,4 ‰	Bei Unterschreiten dieses Pegels erfolgt die Freimeldung.

3.3.3 Bewertungskriterien

- a) Der Belegmeldepegel 5 ‰ muss zu Beginn des Fahrzeugs überschritten werden.
- b) Der Freimeldepegel 3,4 ‰ muss unmittelbar nach dem Fahrzeug wieder unterschritten werden und darf auch im weiteren Verlauf nicht mehr überschritten werden (d.h. Freimeldung muss erhalten bleiben). Die Schleife muss während der gesamten Überfahrt lückenlos bedämpft werden.
- c) Unter dem Fahrzeug dürfen sich die Signalverläufe dem Freimeldepegel 3,4 ‰ unter Berücksichtigung einer Funktionsreserve von 20 % auf 4 ‰ nähern.

3.4 FS S-1K

3.4.1 Typische Signalverläufe

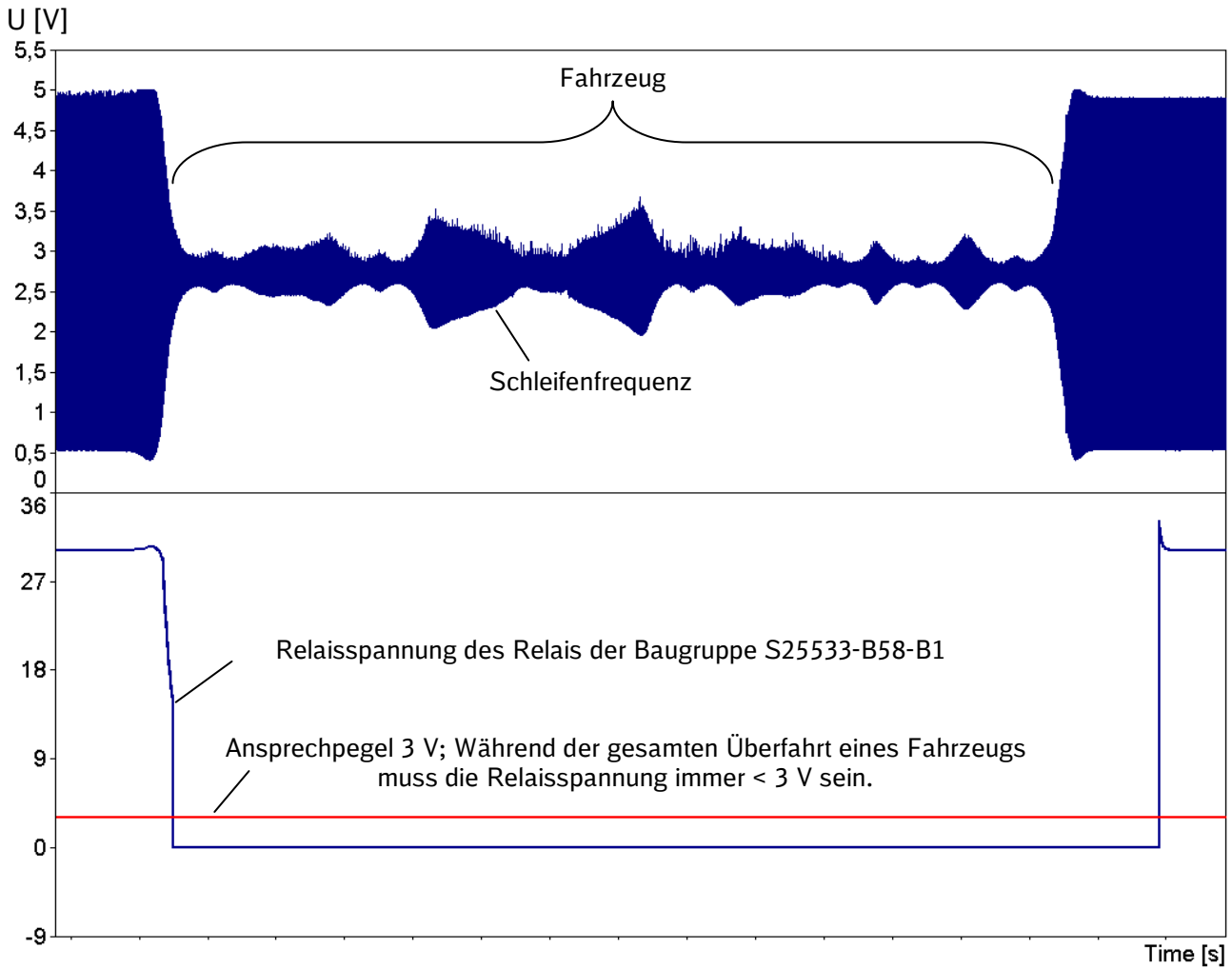


Abbildung E.21: Beispielsignale

3.4.2 Erläuterung der Signale

Schleifenfrequenz	Messtechnisch erfasste Schleifenfrequenz. Bei Beeinflussung durch ein Fahrzeug reduziert sich deren Amplitude.
Relaisspannung	Sinkt die Relaisspannung auf Werte < 3 V, so fällt das Relais ab und die Baugruppe S25533-B58-B1 meldet eine belegte Induktionsschleife an die nachgeschalteten Auswertebaugruppen.

3.4.3 Bewertungskriterien

Die Relaisspannung muss während der gesamten Überfahrt eines Fahrzeugs immer < 3 V sein.

4 Quellenverzeichnis

- [1] Leitfaden zur Signalanalyse eines Radsensors der Type RSR122, Dokument D2221-3.3, Fraunhofer GmbH, 08.02.2006

Anhang F – Signalabgriffe (informativ)**Inhalt**

1	Allgemeines	2
2	AZSB300 (Scheidt&Bachmann)	3
3	DSS200-45 (Tiefenbach)	3
4	FS S-1K (Siemens)	5
5	FSP (Pintsch Bamag)	6
6	FSSB (Scheidt&Bachmann)	6
7	RSE45 (Siemens)	7
8	RSR122 / RSR123 (Frauscher)	8
9	RSR123 (Frauscher)	11
10	SK11 (Thales)	11
10.1	2-Draht-Elektronikeinsatz.....	11
10.1.1	Klemmenbelegung Sk11 im Gleisanschlussgehäuse.....	12
10.1.2	Anschluss des Sk11 an der Innenanlage AzL 70-30	13
10.2	4-Draht-Elektronikeinsatz.....	14
10.2.1	Klemmenbelegung Sk11 im Gleisanschlussgehäuse.....	14
10.2.2	Anschluss des Sk11 an der Innenanlage AzL 70-30	14
10.3	Signalabgriff am AzL 70 bzw. Az L 70-30.....	15
11	WSD (Siemens)	16
12	WSS (Siemens)	17
13	ZP30 (Thales)	17
14	ZP 70 (Siemens)	18
14.1	ZP 70 E.....	18
14.2	ZP 70 M.....	19
15	ZP 43 (Siemens)	20
15.1	ZP 43 E.....	20
15.2	ZP 43 M.....	21
16	ZP D 43 (Siemens)	22

1 Allgemeines

Dieser Anhang beschreibt informativ den Abgriff der in Anhang C genannten analogen und digitalisierten Signale für einen Teil der in Anhang B genannten Gleisschaltmittelkonfigurationen. Beispielhafte Signalverläufe zu den gezeigten Signalabgriffen enthält Anhang E.

Berücksichtigt werden ausschließlich messtechnisch relevante Signalabgriffe, die zum Großteil nicht aus der Herstellerdokumentation (Benutzerhandbuch, etc.) entnommen werden können. Der betriebliche Anschluss der Gleisschaltmittel (z.B. Verdrahtung Gleisanschlussgehäuse mit Innenanlage, Energieversorgung) ist – bis auf wenige Ausnahmen – nicht Bestandteil dieses Anhangs. Hierzu wird auf die Herstellerdokumentation verwiesen.

Achtung!

Da die erfassten Signale keine gemeinsame Bezugsmasse besitzen, muss die messtechnische Erfassung der Signale zwingend mittels galvanisch getrennter Messeingänge erfolgen! Andernfalls besteht die Gefahr der Fehlfunktion oder Beschädigung der Gleisschaltmittel und Innenanlagen!

Aufgrund möglicher, zwischenzeitlicher Änderungen an Hardware wird empfohlen, die in diesem Anhang genannten Schaltpläne mit der jeweiligen Signalbaufirma vor Beschaffung und Verdrahtung der Komponenten auf Richtigkeit durchzusprechen.

2 AZSB300 (Scheidt&Bachmann)

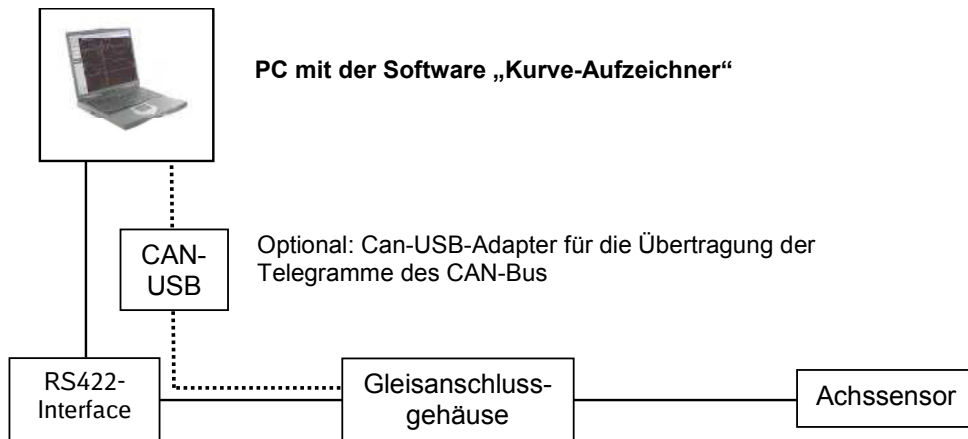


Abbildung F.1: Struktur Messaufbau

Anmerkung: Die detaillierte Beschaltung der Komponenten ist bei der Firma Scheidt&Bachmann zu erfragen (siehe Anhang G).

3 DSS200-45 (Tiefenbach)

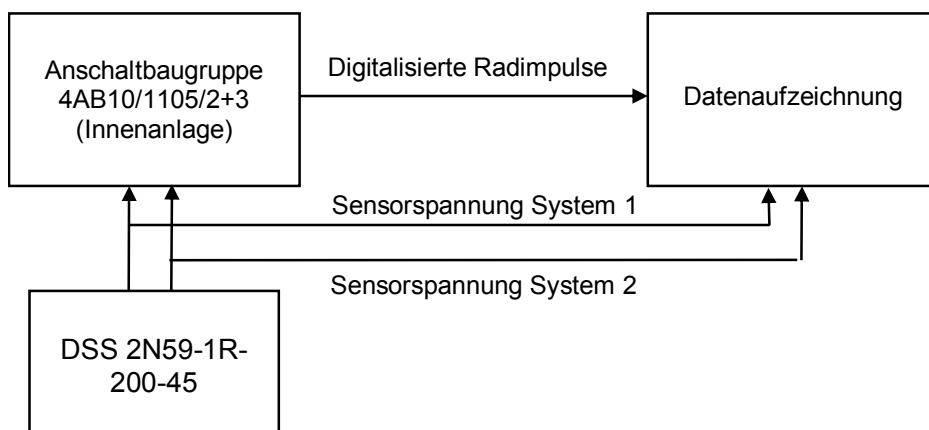


Abbildung F.2: Struktur Messaufbau

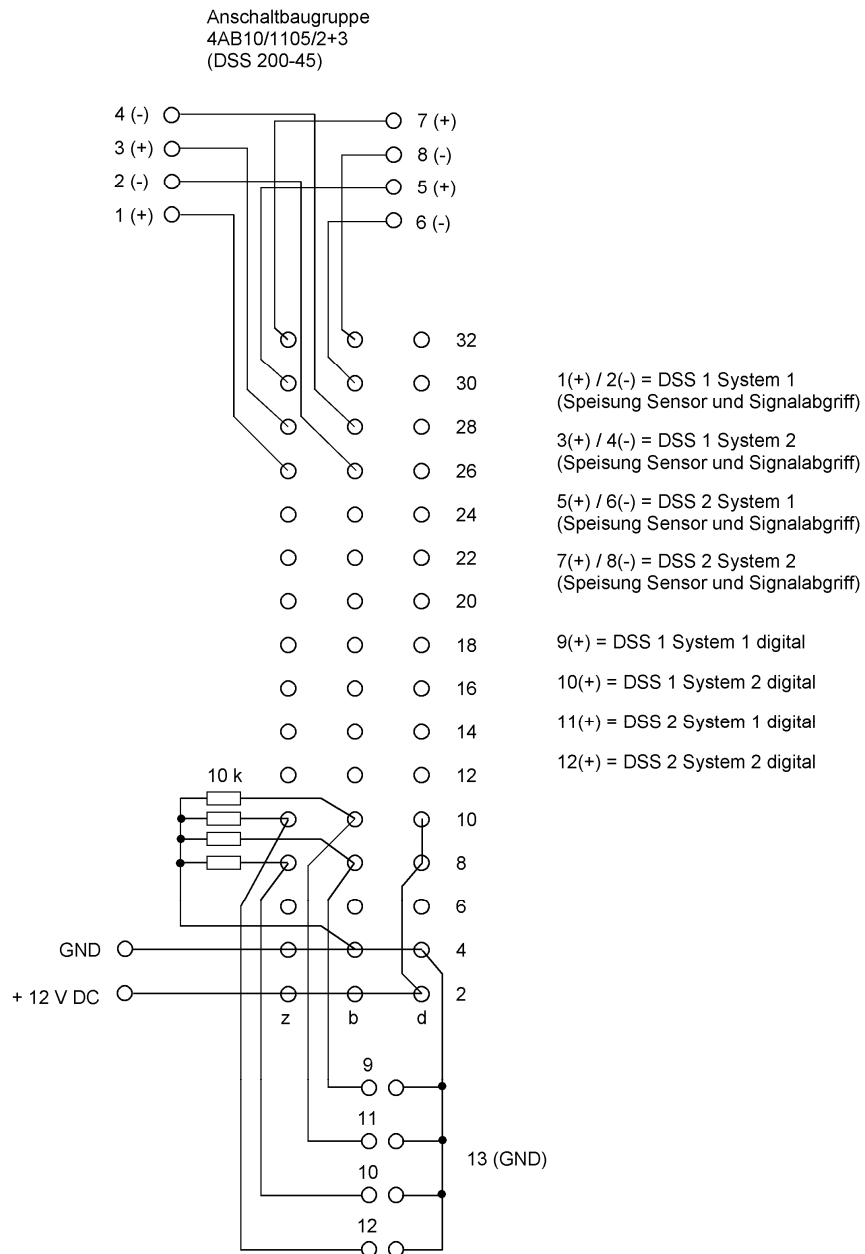


Abbildung F.3: Verdrahtung Anschaltbaugruppe 4AB10/1105/2+3

4 FS S-1K (Siemens)

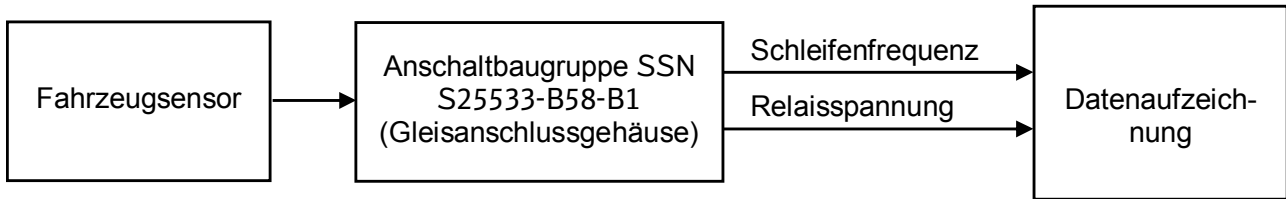


Abbildung F.4: Struktur Messaufbau

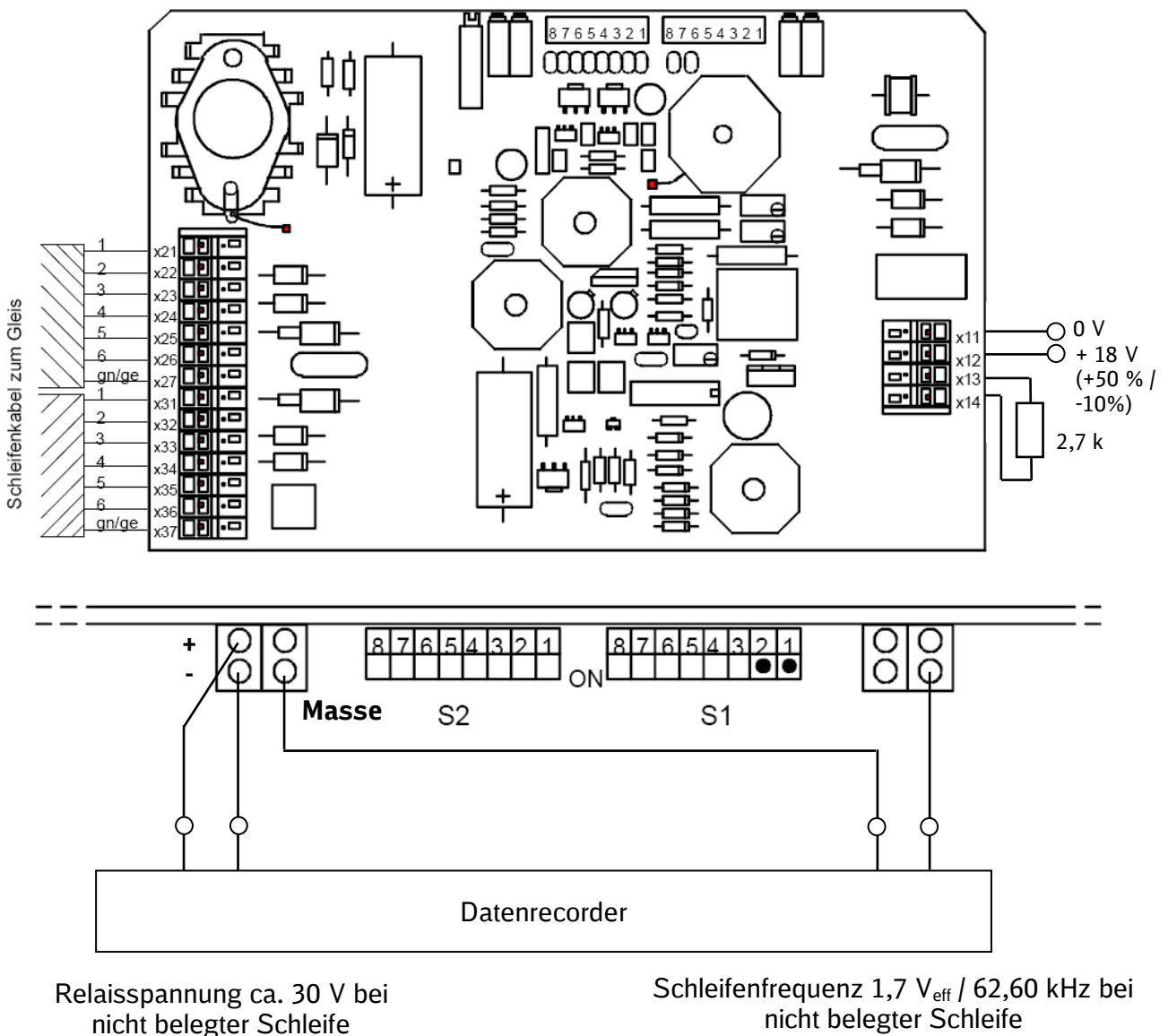


Abbildung F.5: Signalabgriff an der Anschaltbaugruppe

5 FSP (Pintsch Bamag)

Notebook mit dem Programm „FScoPe“

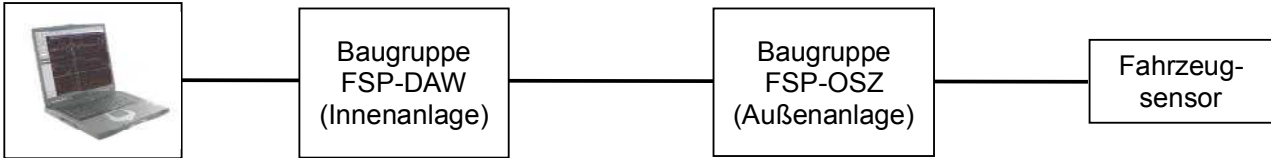


Abbildung F.6: Struktur Messaufbau

Anmerkung: Die detaillierte Beschaltung der Komponenten ist bei der Firma Pintsch Bamag zu erfragen (siehe Anhang G).

6 FSSB (Scheidt&Bachmann)

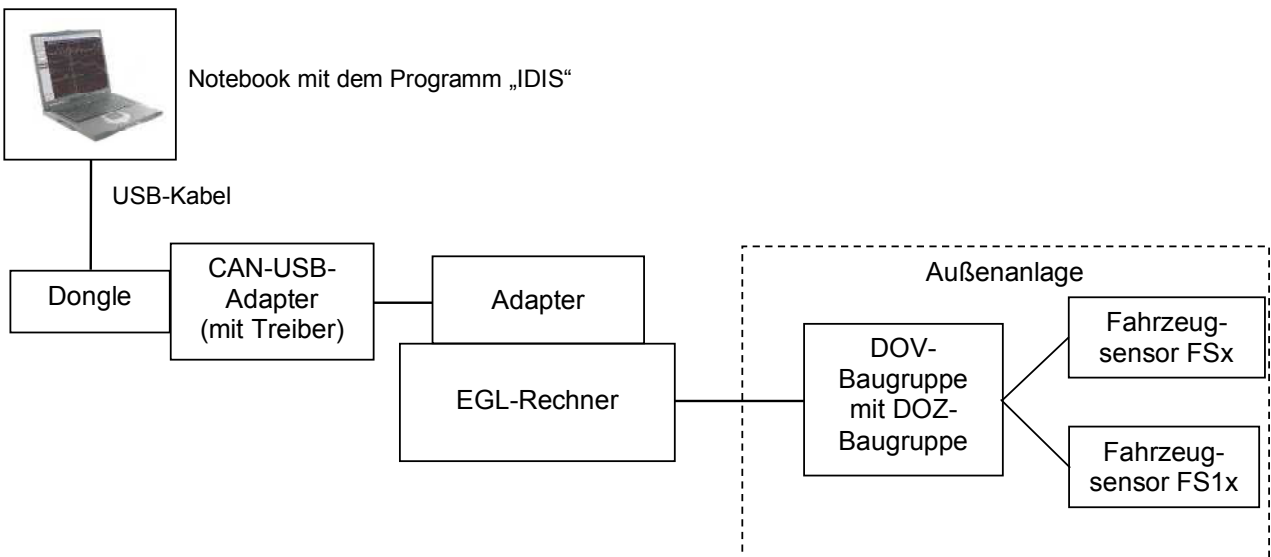


Abbildung F.7: Struktur Messaufbau

Anmerkung: Die detaillierte Beschaltung der Komponenten ist bei der Firma Scheidt&Bachmann zu erfragen (siehe Anhang G).

7 RSE45 (Siemens)

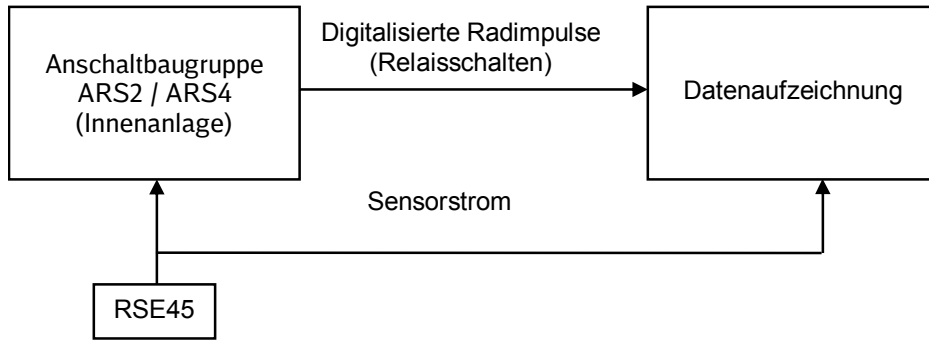


Abbildung F.8: Struktur Messaufbau

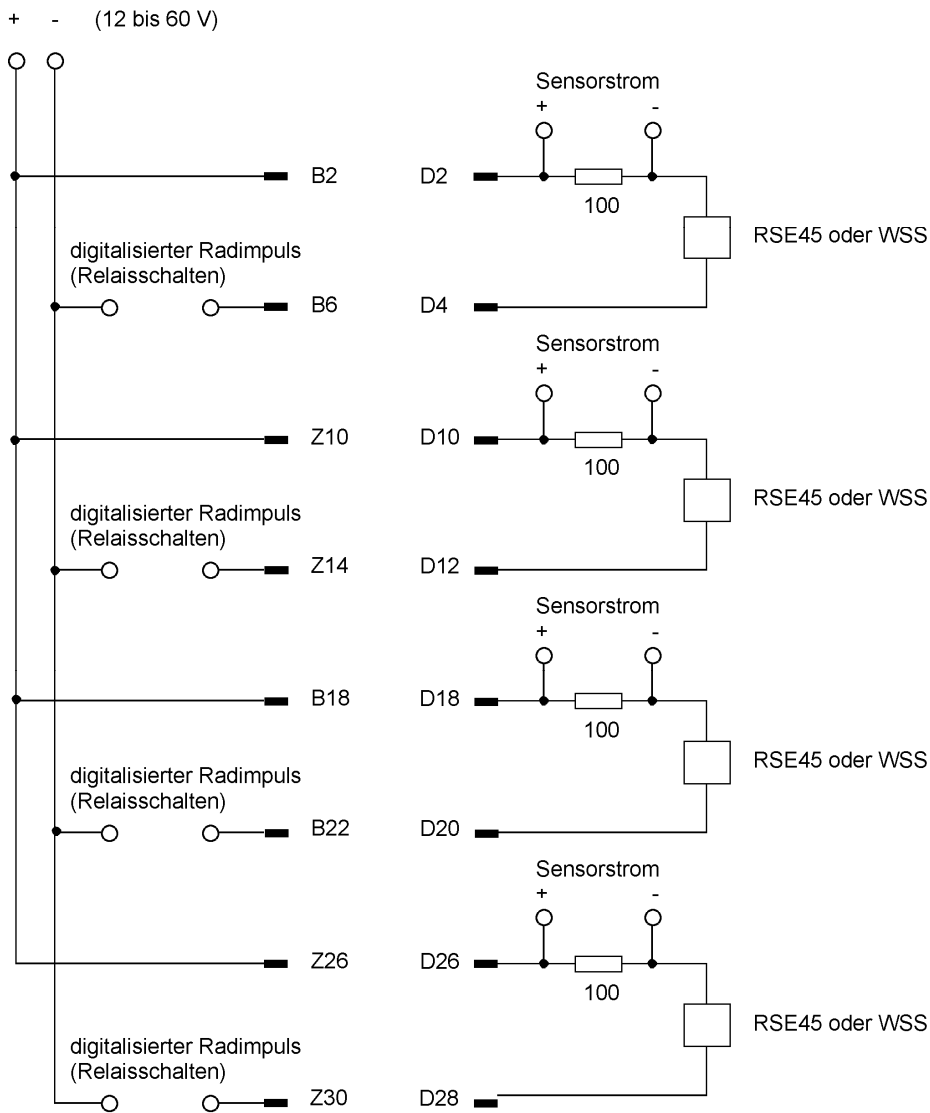


Abbildung F.9: Signalabgriff an der Baugruppe ARS4 S25552-B524-A1

Anmerkungen:

- Die Baugruppe ARS4 kann abhängig von der Beschaltung mit unterschiedlichen Spannungen gespeist werden. Die Speisung ist in o.g. Abbildung daher nicht angegeben.
- An eine Baugruppe ARS4 können 4 RSE45 / 4 WSS angeschlossen werden.

8 RSR122 / RSR123 (Frauscher)

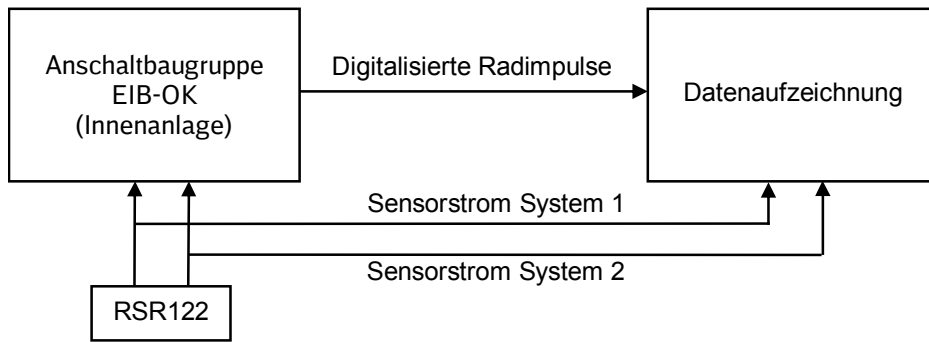


Abbildung F.10: Struktur Messaufbau

Signalabgriff Möglichkeit 1 – am CC-Baugruppenträger

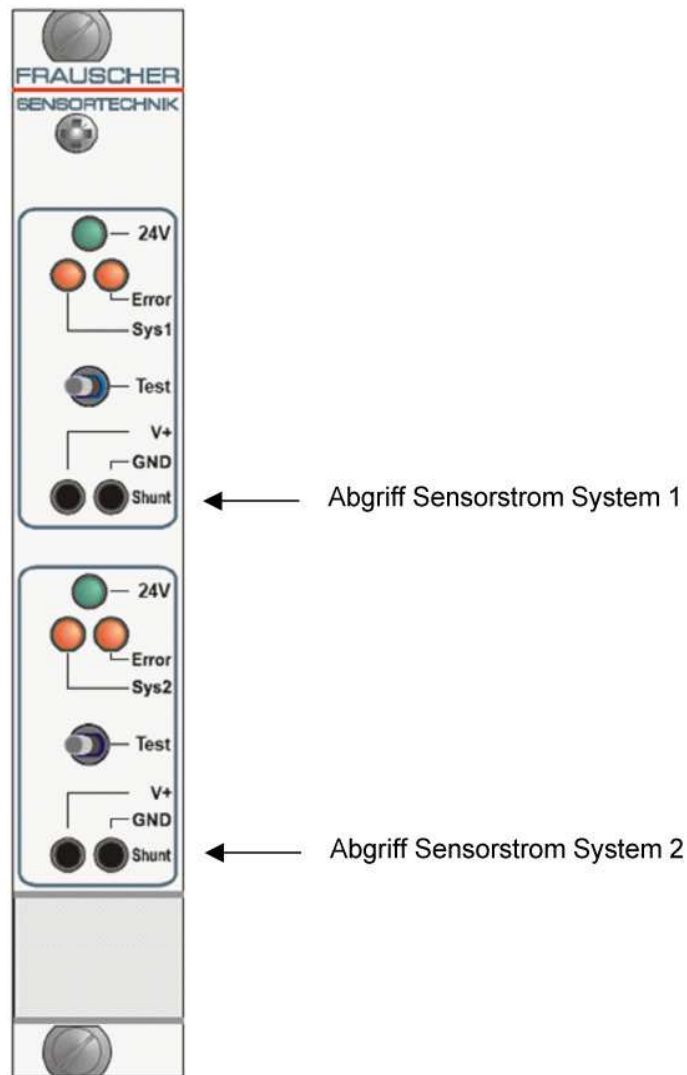


Abbildung F.11: Abgriff des Sensorstromes an der Baugruppe EIB-OK

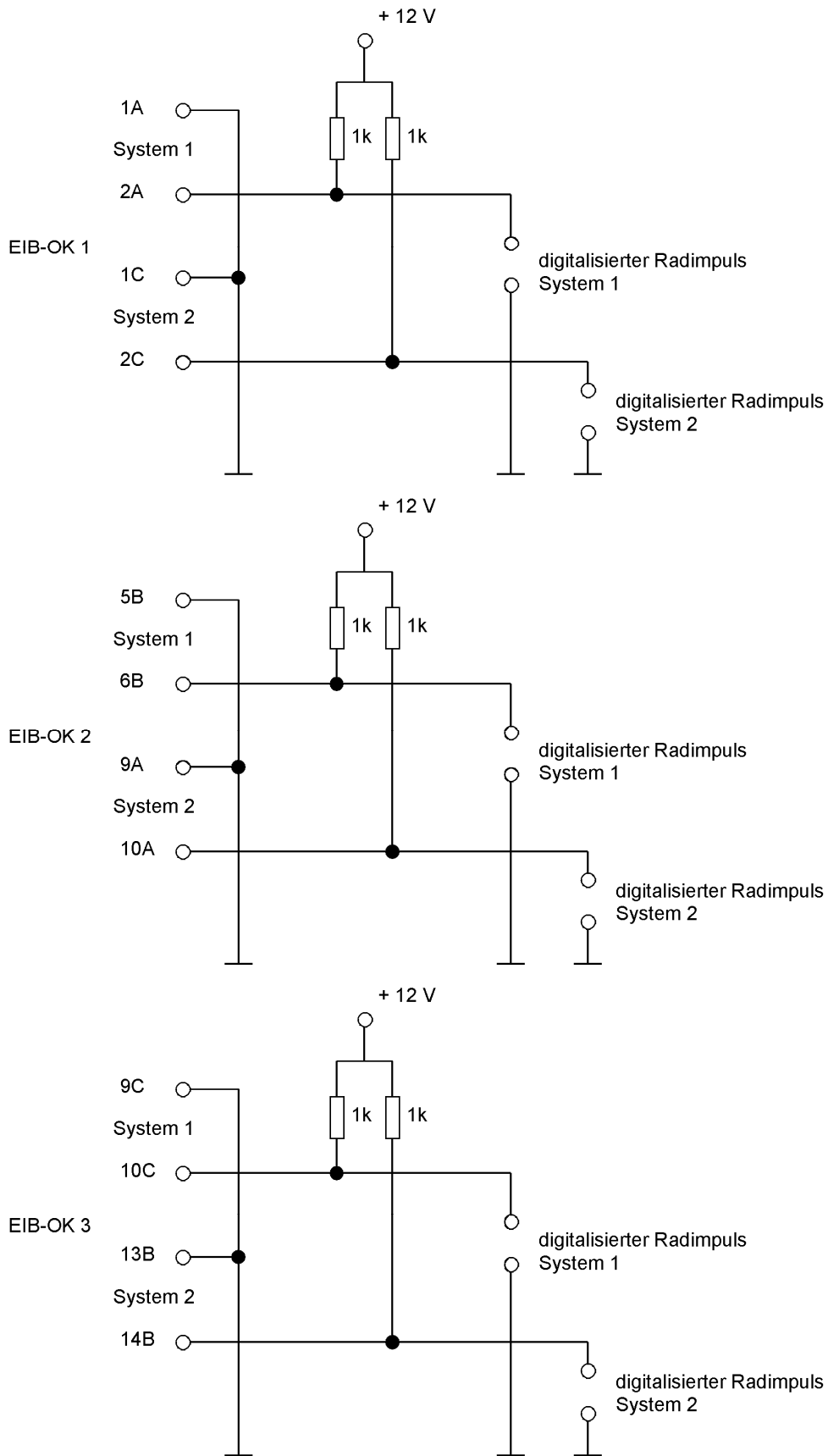


Abbildung F.12: Abgriff der digitalisierten Radimpulse am CC-Baugruppenträger

Anmerkung: An einen CC-Baugruppenträger können bis zu drei Baugruppen EIB-OK angeschlossen werden.

Signalabgriff Möglichkeit 2 – an den Pins der Baugruppe EIB-OK

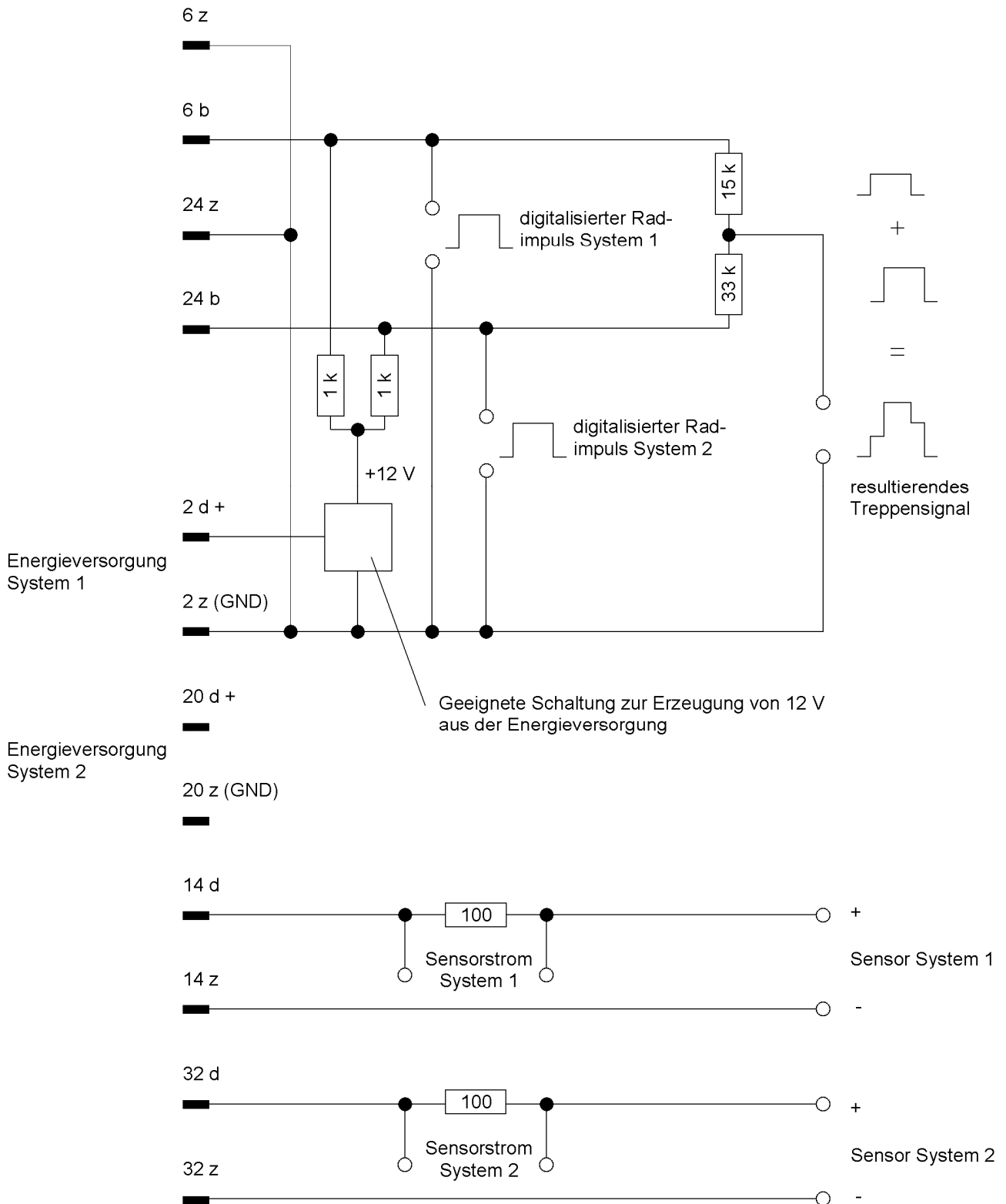


Abbildung F.13: Signalabgriff an den Pins der Baugruppe EIB-OK

9 RSR123 (Frauscher)

Analog zu RSR122.

10 SK11 (Thales)

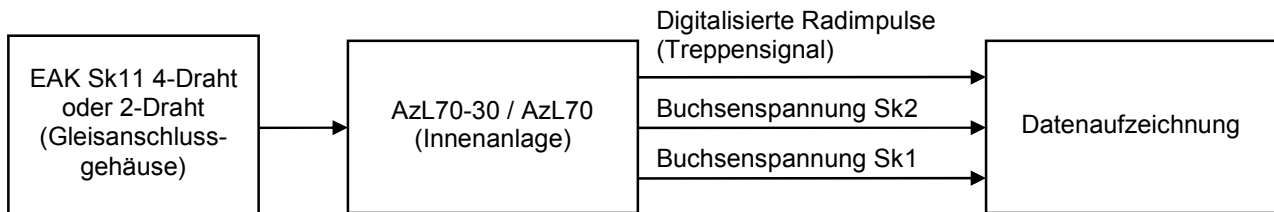


Abbildung F.14: Struktur Messaufbau Sk11 2-Draht

Anmerkung: Die Außenanlage Sk11 gibt es in einer 2-Draht- und in einer 4-Drahtausführung. Die Bauformen unterscheiden sich in der Anzahl der Leitungen, welche in das Stellwerk geführt werden – beim Sk11 2-Draht zwei Leitungen (Speisung und Signalübertragung in einem Adernpaar), beim Sk11 4-Draht vier Leitungen (Signalübertragung je Schienenkontakt in je einem Adernpaar). Zudem erfolgt die Energieversorgung des Sk11 4-Draht direkt am Gleisanschlussgehäuse. Beim Sk11 2-Draht erfolgt diese über die Innenanlage und kann optional direkt am Zählpunkt erfolgen.

10.1 2-Draht-Elektronikeinsatz

Die Signalübertragung Zählpunkt - Innenanlage AzL 70 oder AzL 70-30 erfolgt über ein Frequenzgemisch bestehend aus den Frequenzen 5060 Hz und 4150 Hz über eine Zweidrahtleitung. Durch Filter wird dieses Frequenzgemisch in der Innenanlage wieder getrennt. Speisung und Signalübertragung können über dieselbe Zweidrahtleitung erfolgen (Kabel E). Alternativ kann die Speisung auch direkt am Zählpunkt erfolgen (Fremdspeisung). In diesem Fall erfolgt nur die Signalübertragung über Kabel E und es ist eine andere Beschaltung der Innenanlage erforderlich (s.u.).

10.1.1 Klemmenbelegung Sk11 im Gleisanschlussgehäuse

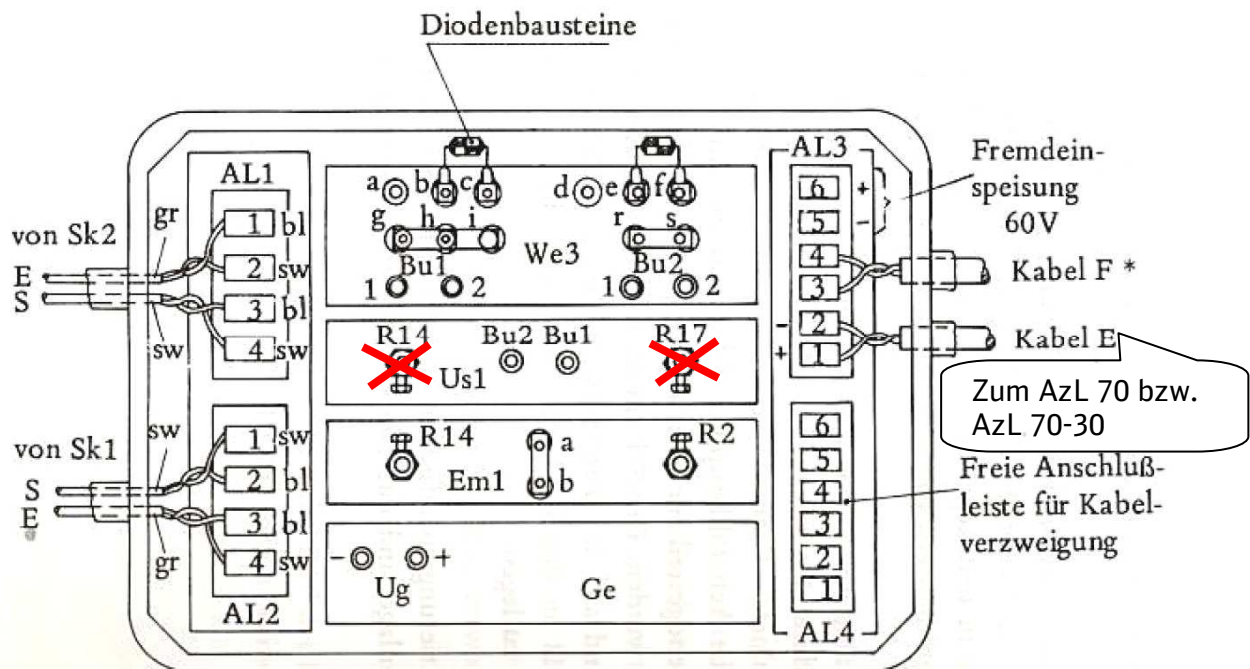


Abbildung F.15: Klemmenbelegung des Sk11 2-Draht (Quelle: Fa. Thales)

Sk	Schienenkontakt
E	Empfänger
S	Sender
Kabel E	Speisung des Sk11 durch die Innenanlage AzL 70 bzw. AzL 70-30 Signalübertragung zur Innenanlage AzL 70 bzw. AzL 70-30
Kabel F *	Signalübertragung zu weiteren Innenanlagen AzL 70 bzw. AzL 70-30 bei Mehrfachausnutzung.

Für Messungen (Einfachausnutzung des Sk11) sind die Brücken wie folgt und in obiger Abbildung gezeigt, zu legen:

g-h-i
r-s

Anmerkung: An den Potentiometern R14 und R17 der Baugruppe „Umsetzer 2-Draht“ des EAK 2-Draht darf auf keinen Fall gedreht werden! Dies macht die werksseitige Neukalibrierung erforderlich!

10.1.2 Anschluss des Sk11 an der Innenanlage AzL 70-30

Die nachfolgend skizzierte Beschaltung gilt nur bei Verwendung der in Anhang C genannten Baugruppenbestückung (reduzierter Umfang gegenüber Vollbestückung).

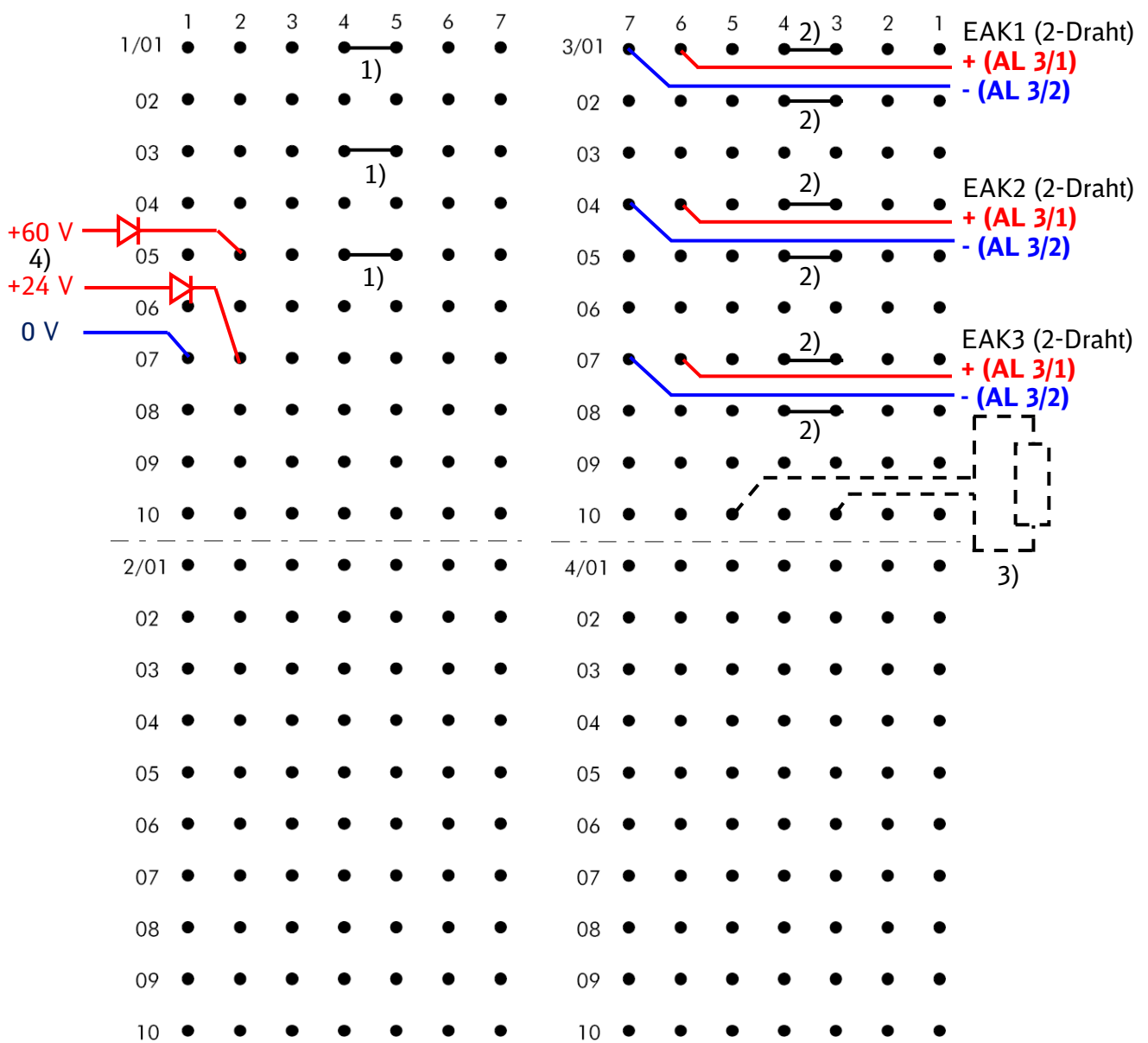


Abbildung F.16: Klemmenbelegung an der Achszählerauswertung AzL70 / AzL70-30 für Betrieb an 60 V und 24 V DC für 2-Draht-Anschluss (EAK 2-Draht)

- 1) Stromversorgung der Zählpunkte bei Direktspeisung; bei Fremdspeisung (d.h. Sk11 wird direkt am Gleisanschlussgehäuse mit 60 V gespeist) entfällt diese Brücke.
- 2) Überbrückung der Siebung (Sbg). Diese Brücke ist erforderlich, da für Messungen die Baugruppe Siebung (Sbg) nicht verwendet wird.
- 3) Widerstand (100 Ohm (4 W) bzw. 33 Ohm (12 W)) empfohlen zur Belastung der internen 20 V Stromversorgung des Az L 70(-30) aufgrund der fehlenden Baugruppen bei teilbestücktem Baugruppenträger.
- 4) Der Betrieb an 24 V erfordert andere Baugruppen SV-A und SV-B sowie eine anders beschaltete Sicherungsplatte (Sipl), als der Betrieb an 60 V (siehe Anhang C)! Der hier beschriebene Anschluss gilt zudem nur für Messungen mit überbrückter Siebung wie unter 2) beschrieben.

10.2 4-Draht-Elektronikeinsatz

Die Signalübertragung Zählpunkt - Innenanlage AzL 70 oder AzL 70-30 erfolgt für jeden Schienenkontakt über ein eigenes Adernpaar in Kabel C mit jeweils der Frequenz 5060 Hz. Die Speisung des Sk11 erfolgt ausschließlich am Zählpunkt (Fremdspeisung) separat.

10.2.1 Klemmenbelegung Sk11 im Gleisanschlussgehäuse

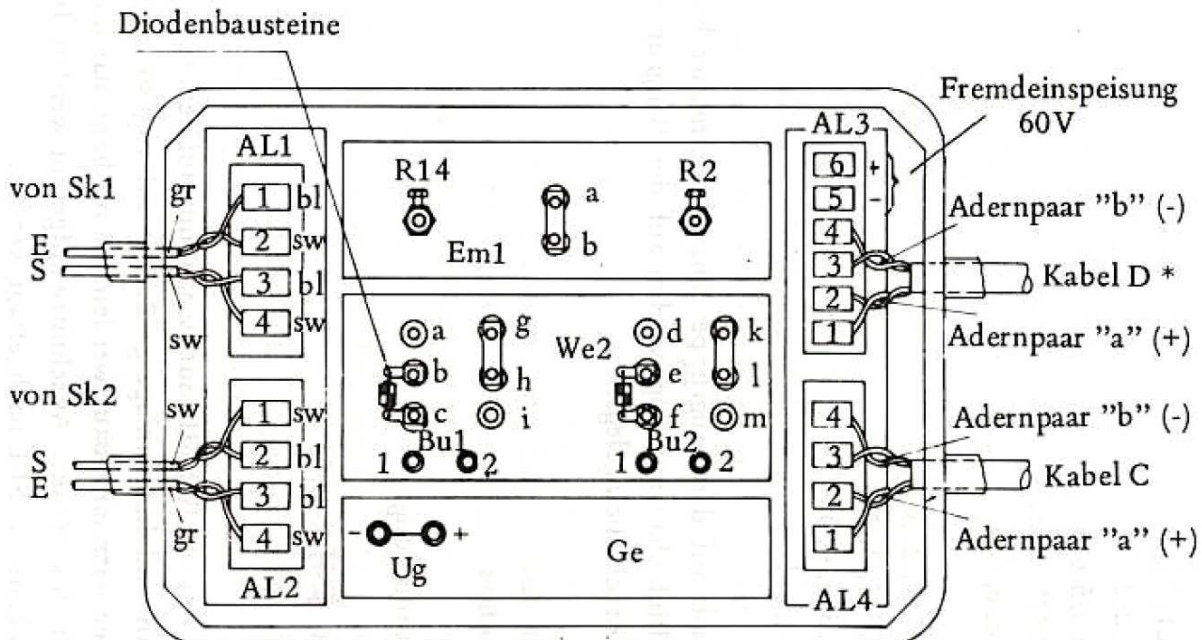


Abbildung F.17: Klemmenbelegung des Sk11 4-Draht (Quelle: Fa. Thales)

Sk	Schienenkontakt
E	Empfänger
S	Sender
Kabel D *	Signalübertragung zu weiteren Innenanlagen AzL 70 bzw. AzL 70-30 bei Mehrfachausnutzung.
Kabel C	Signalübertragung zur Innenanlage AzL 70 bzw. AzL 70-30

Für Messungen (Einfachausnutzung des Sk11) sind die Brücken wie folgt und in obiger Abbildung gezeigt, zu legen:

- g-h
- k-l

10.2.2 Anschluss des Sk11 an der Innenanlage AzL 70-30

Bzgl. des Anschlusses des Sk11 mit 4-Drahteinsatz ist die Firma Thales als Nachfolgerin der Herstellerfirma des AzL 70-30 zu kontaktieren.

10.3 Signalabgriff am AzL 70 bzw. Az L 70-30

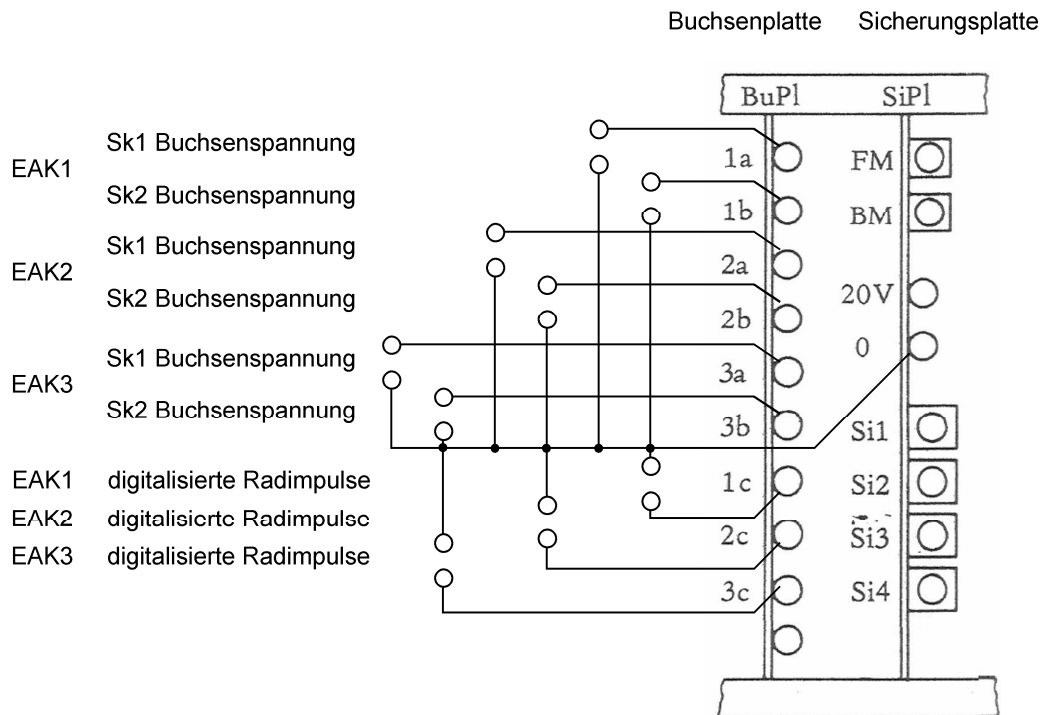


Abbildung F.18: Signalabgriff an der Buchsenplatte des AzL 70-30 / AzL 70

Anmerkungen:

- An der Achszählerauswertung AzL70 / AzL 70-30 können bis zu drei Sk11 (EAK) angeschlossen werden. Die in Abbildung F.16 gezeigte Verdrahtung sowie der in Abbildung F.19 gezeigte Signalabgriff richten sich danach, an welchem Steckplatz die Baugruppen Anpassung (Anp) und Eingangsverstärker (EV) gesteckt werden.
- Die Innenanlage AzL70 / AzL70-30 kann mit 60 V DC oder 24 V DC gespeist werden, jedoch sind je nach Speisung unterschiedliche Baugruppen für die Stromversorgung A und B (SV-A / B) sowie für die Sicherungsplatte (SiPl) erforderlich (vgl. Anhang B).

11 WSD (Siemens)

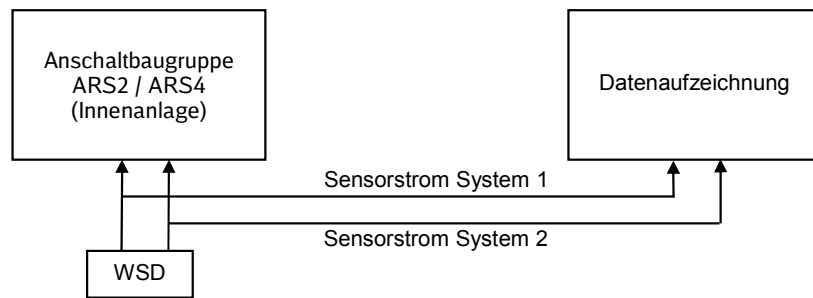


Abbildung F.19: Struktur Messaufbau

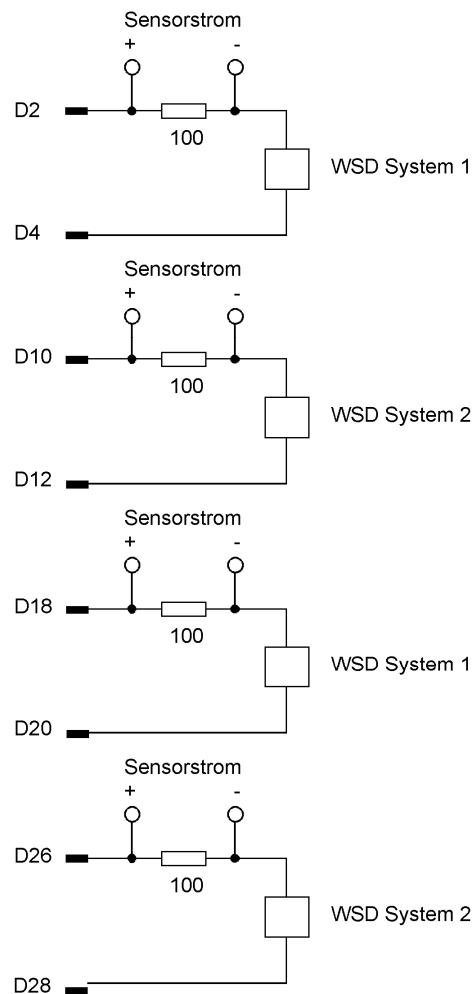


Abbildung F.20: Speisung des WSD am Beispiel der Baugruppe ARS4 S25552-B524-A1

Anmerkungen:

- Die Baugruppe ARS4 kann abhängig von der Beschaltung mit unterschiedlichen Spannungen gespeist werden. Die Speisung ist in o.g. Abbildung daher nicht angegeben.
- An eine Baugruppe ARS4 können zwei WSD angeschlossen werden, an einer ARS2 einer.
- Der WSD wird im Regelbetrieb nicht mit der Baugruppe ARS4 bzw. ARS2 betrieben. Diese Baugruppe dient für Messungen lediglich der Energieversorgung des Radsensors.

12 WSS (Siemens)

Analog zu RSE45.

13 ZP30 (Thales)

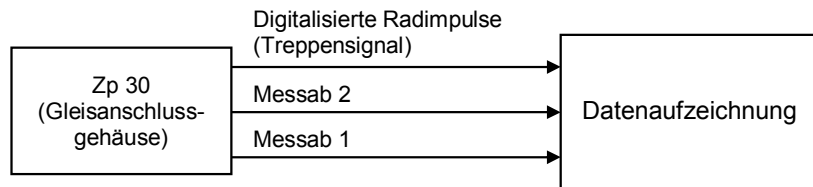


Abbildung F.21: Struktur Messaufbau

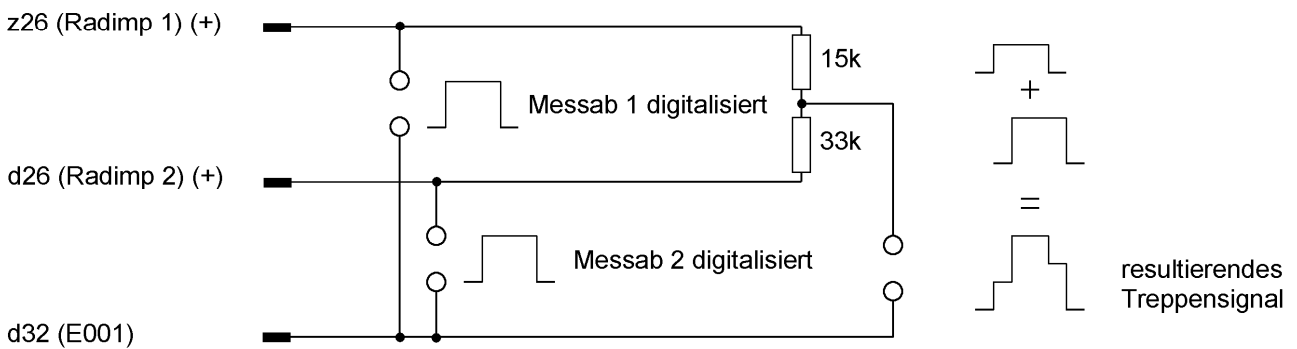
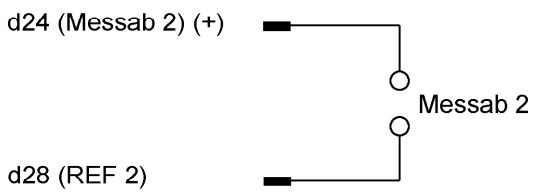
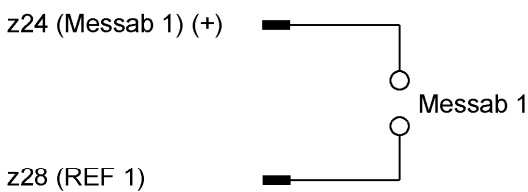


Abbildung F.22: Belegung Diagnosestecker im Gleisanschlussgehäuse

14 ZP 70 (Siemens)

14.1 ZP 70 E

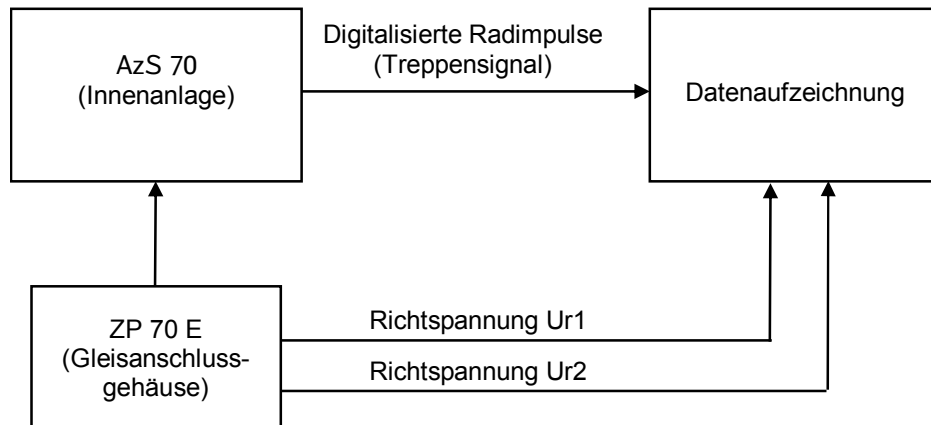


Abbildung F.23: Struktur Messaufbau

Generator-Baugruppe S25552-B107-A3

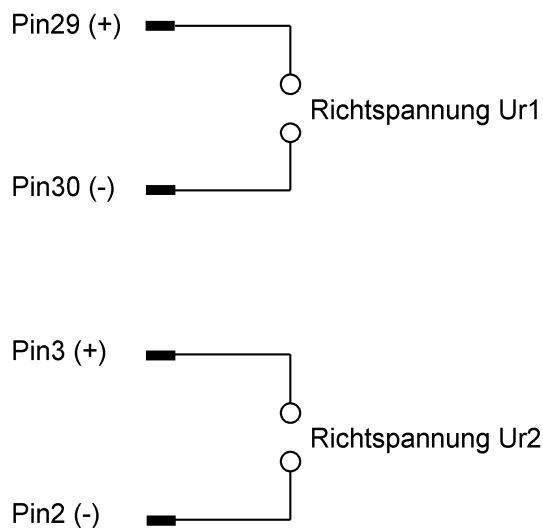


Abbildung F.24: Signalabgriff im Gleisanschlussgehäuse an der Generator-Baugruppe S25552-B107-A3

Anmerkung: Der Signalabgriff an der Innenanlage Az S 70 ist bei der Fa. Siemens zu erfragen (siehe Anhang G).

14.2 ZP 70 M

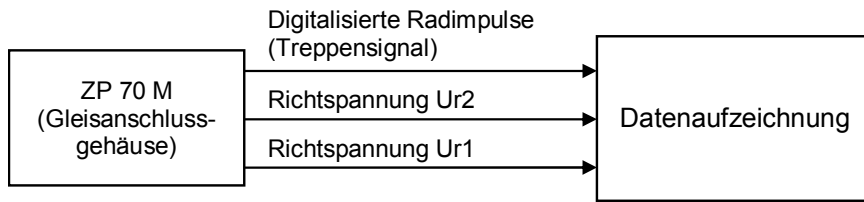
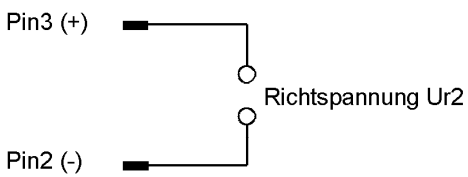
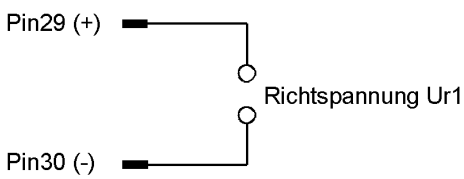


Abbildung F.25: Struktur Messaufbau

Generator-Baugruppe S25552-B107-A3



Verstärker- und Trigger-Baugruppe S25552-B117-A3

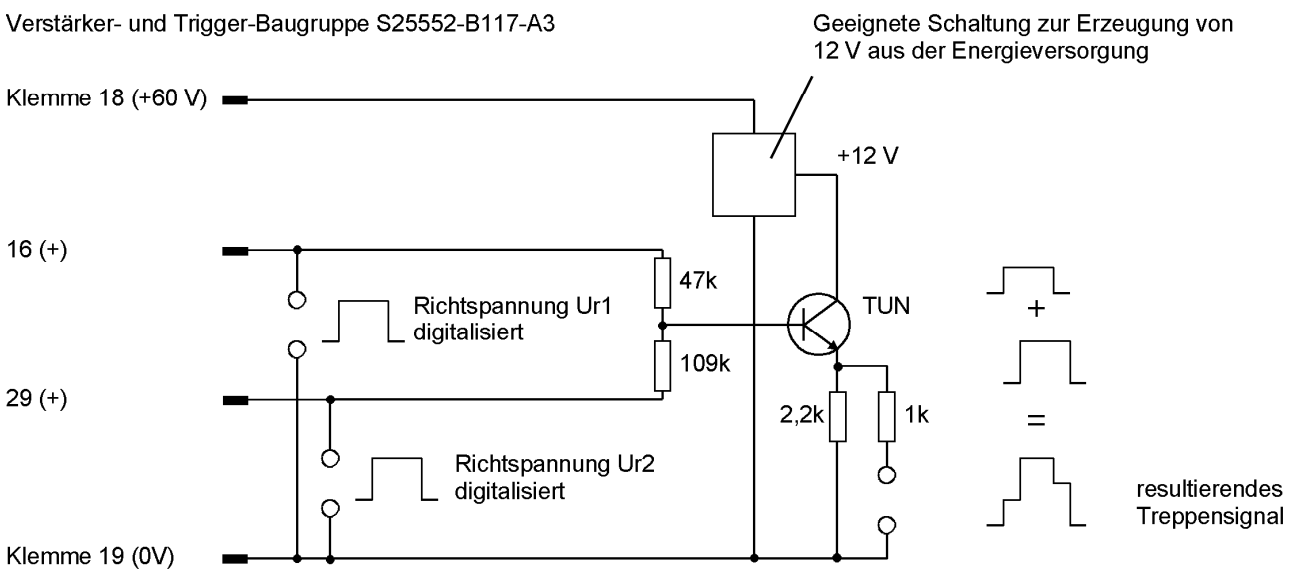


Abbildung F.26: Signalabgriff im Gleisanschlussgehäuse an der Generator-Baugruppe S25552-B107-A3 und Verstärker- und Trigger-Baugruppe S25552-B117-A3

15 ZP 43 (Siemens)

15.1 ZP 43 E

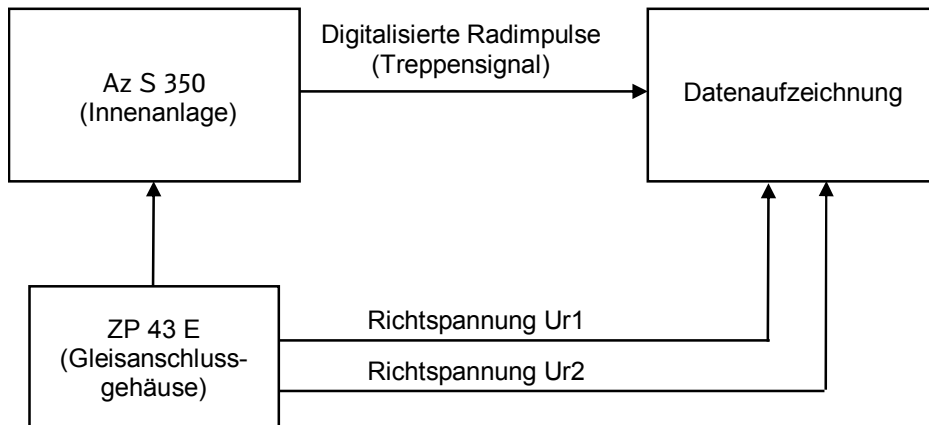


Abbildung F.27: Struktur Messaufbau

Generator-Baugruppe S25552-B147-A1

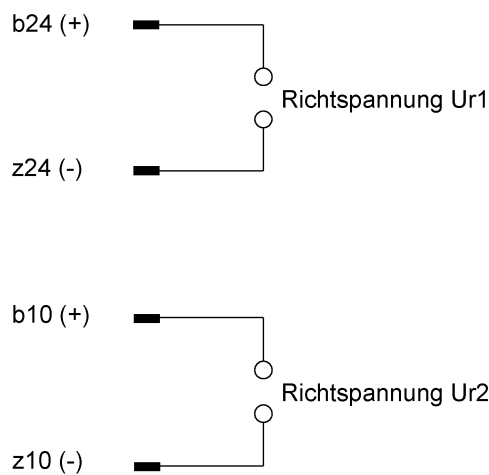


Abbildung F.28: Signalabgriff im Gleisanschlussgehäuse an der Generator-Baugruppe S25552-B147-A1

Verstärker- und Trigger-Baugruppe (VESTI) S25552-B660-A1

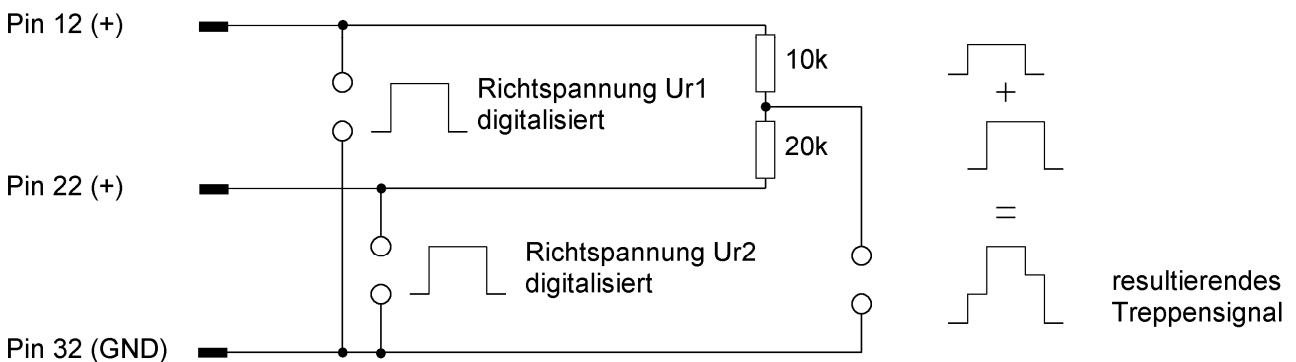


Abbildung F.29: Signalabgriff an der Innenanlage AzS 350 an der Verstärker-Trigger-Baugruppe (VESTI) S25552-B660-A1

15.2 ZP 43 M

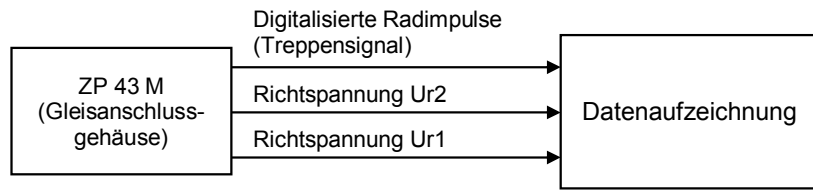
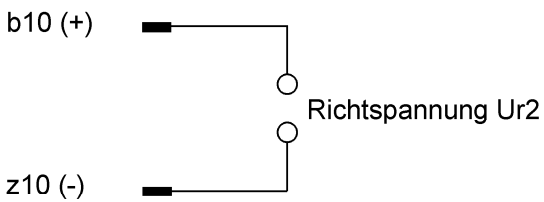
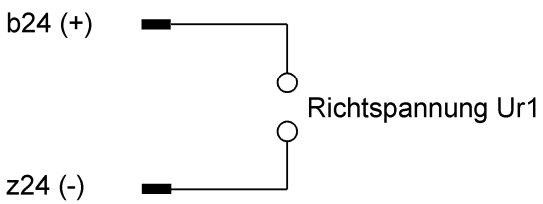


Abbildung F.30: Struktur Messaufbau

Generator-Baugruppe S25552-B147-A1



Verstärker- und Trigger-Baugruppe S25552-B117-A3

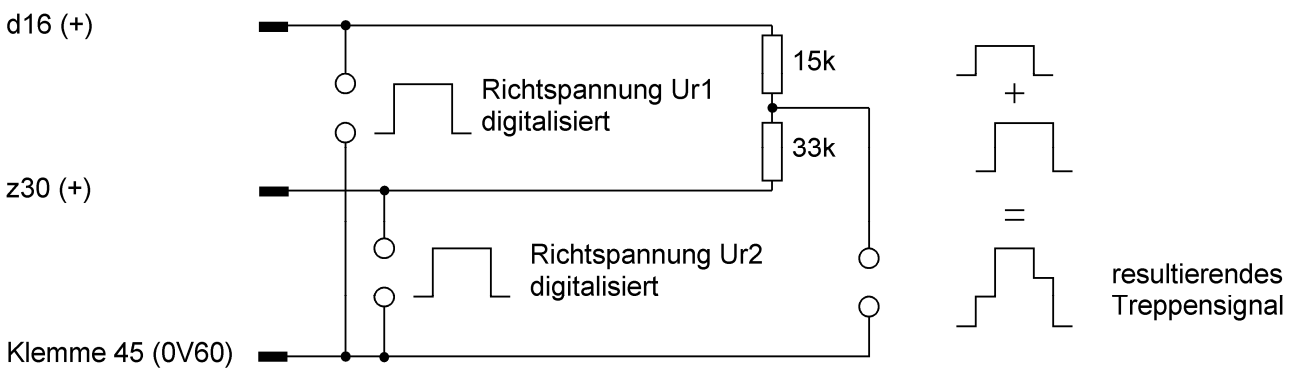


Abbildung F.31: Signalabgriff im Gleisanschlussgehäuse an der Generator-Baugruppe S25552-B147-A1 und Verstärker- und Trigger-Baugruppe S25552-B117-A3

16 ZP D 43 (Siemens)

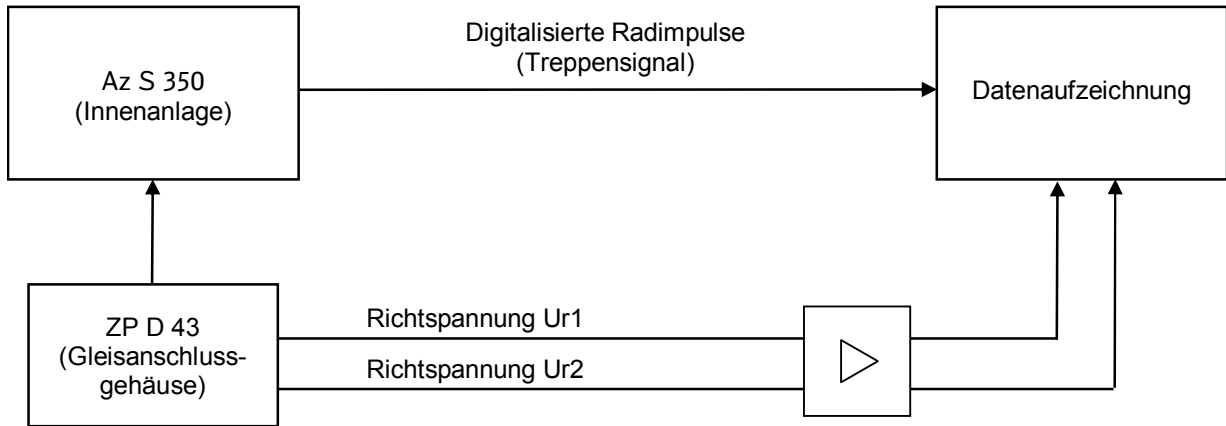


Abbildung F.32: Struktur Messaufbau

Verstärker- und Trigger-Baugruppe (VESTI) S25552-B660-A1

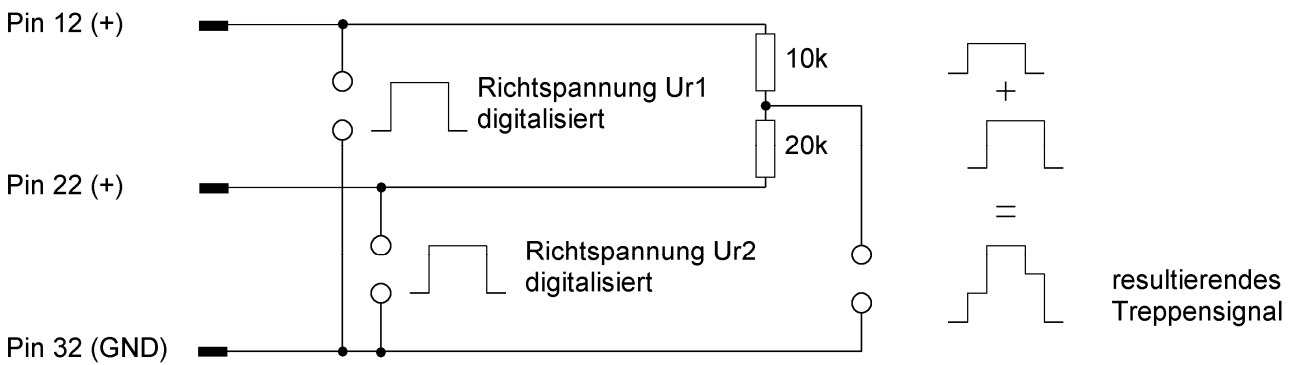


Abbildung F.33: Signalabgriff an der Innenanlage AzS (M) 350 an der Verstärker-Trigger-Baugruppe (VESTI) S25552-B660-A1

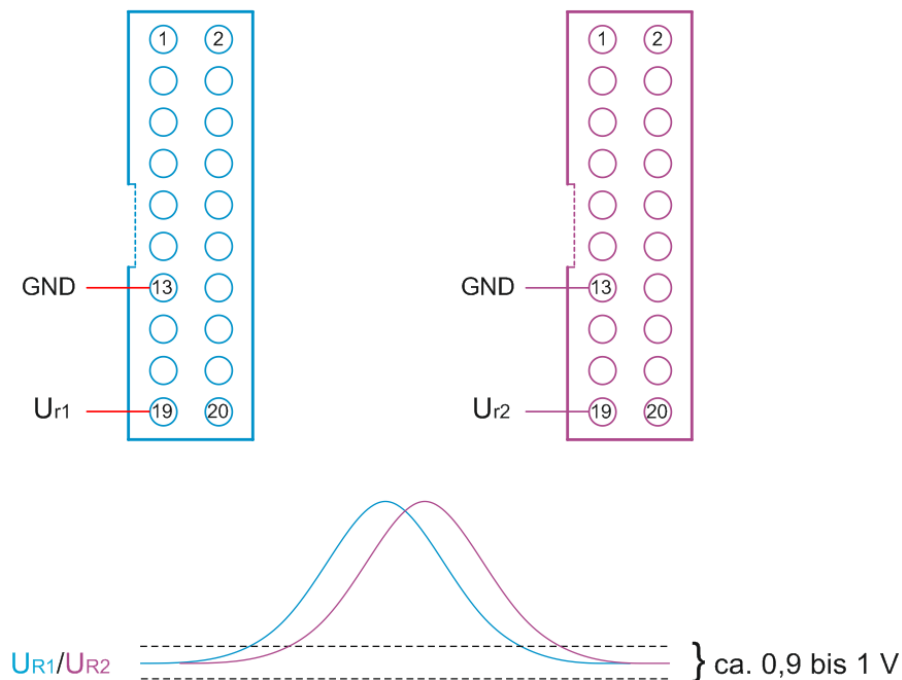


Abbildung F.34: Signalabgriff im Gleisanschlussgehäuse des ZPD43 – Diagnosestecker

Anmerkungen:

- Der eingezeichnete Verstärker ist nur dann erforderlich, wenn Störungen von außen erkennbar sind und daher das Signal verstärkt werden muss, um einen höheren Signal-Rauschabstand zu erreichen. I.d.R. ist das nur der Fall bei langen Messleitungen.
- An dem Stift U_{Rx} liegen im Ruhezustand typisch 0,9 bis 1 V an, abhängig u.a. von der Größe des Schienenprofils. Ein Toleranzbereich ist hierfür nicht festgelegt, weil dieses Signal ausschließlich für Messzwecke erzeugt, in der in der Signalverarbeitung des ZPD 43 jedoch nicht verwendet wird. Maßgeblich für die Beurteilung der an dieser Stelle gemessenen Werte ist ausschließlich das Verhältnis der Spannungen im Ruhezustand und im beeinflussten Zustand. Die Ansprechschwelle liegt, wie bei den Zählpunkten ZP 43 E bzw. V, beim 1,58-fachen des Ruhewertes.

Anhang G – Kontaktadressen

Im Folgenden sind die derzeitigen Bauartbetreuer, die Herstellerfirmen sowie für relevante Anwendungsfälle die Firmen genannt, welche Gleisschaltmittel für deren eigene Anwendungen einsetzen.

Gleisschaltmittel	Kontakt
Gleisschaltmittel allgemein	DB Netz AG Signalwerk Wuppertal Vohwinklerstr. 268 42329 Wuppertal
Bauartbetreuung Zählpunkte Zp30, ZP43, ZPD43, ZP70, Sk11, WSD, RSR122, RSR123	DB Netz AG Caroline-Michaelis-Straße 5-11 Herr Strege 10115 Berlin
Bauartbetreuung Zählpunkte AZSB300	DB Netz AG Hr. Strege Caroline-Michaelis-Str. 5-11 10115 Berlin
Bauartbetreuung Radsensoren WSS, WSR, RSE45, WSD, RSR122, RSR123, MK / Bü- Schleifen FSP, FSSB, FS S-1K	DB Netz AG Hr. Büttner Caroline-Michaelis-Str. 5-11 10115 Berlin
Bauartbetreuung Rangiertechnik DSS200-45, RSR122	DB Netz AG Herr Wolfert Völckerstr. 5 80939 München
AZSB300 (Scheidt&Bachmann)	Scheidt & Bachmann Systeme für Signaltechnik Hr. Klötters / Hr. Gitmans Breite Str.132 41238 Mönchengladbach Postfach 201143
FSSB (Scheidt&Bachmann)	
DSS 200-45 (Tiefenbach)	Pintsch Tiefenbach GmbH Hr. Knepp Beisenbruchstraße 10 45549 Sprockhövel E-Mail: info@pintschtiefenbach.de
FSP (Pintsch Bamag)	PINTSCH BAMAG Antriebs- und Verkehrstechnik GmbH Hr. Kolling Produktmanager Hünxer Straße 149 46537 Dinslaken Tel: +49(0)2064 602-0

Gleisschaltmittel	Kontakt
RSR122 (Frauscher)	Frauscher GmbH Sensortechnik Hr. Rosenberger Gewerbestr. 1 A-4774 St. Marienkirchen Österreich Tel.: +43 (0) 7711 2920-0 Fax: +43 (0) 7711 2920-25 Mail: productmanagement@frauscher.com
RSR123 (Frauscher)	Frauscher GmbH Sensortechnik Hr. Rosenberger Gewerbestr. 1 A-4774 St. Marienkirchen Österreich Tel.: +43 (0) 7711 2920-0 Fax: +43 (0) 7711 2920-25 Mail: productmanagement@frauscher.com
Sk11 (Thales)	Thales Rail Signalling Solutions GmbH Frau Dressler Thalesplatz 1 71254 Ditzingen Telefon: + 49 7156 35343287
ZP 30 mit Sk 30 H (Thales)	
MK (Siemens)	Siemens AG Hr. Körkemeier/Hr. Kohlmeyer Ackerstraße 22 38126 Braunschweig Telefon: 0531-226-0
RSE45 (Siemens)	
WSS (Siemens)	
WSR (Siemens)	
FS S-1K (Siemens)	Siemens AG Hr. Körkemeier Ackerstraße 22 38126 Braunschweig Telefon: 0531-226-0
ZP 43 E (Siemens)	
ZP 70 M (Siemens)	
ZP D 43 (Siemens)	
WSD (Siemens)	