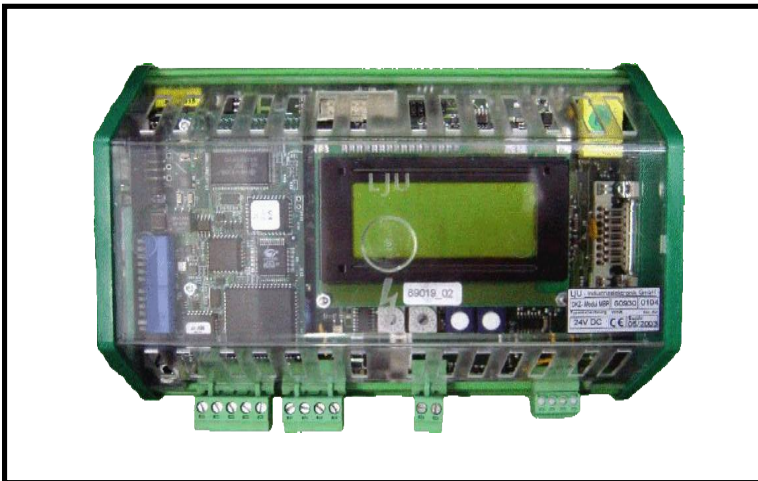


System- beschreibung



Dezentrale Busmastersysteme mit Eigenintelligenz

für Schienenbus- und
induktive Drahtbussysteme



Stand: November 2009

LJU
Automatisierungstechnik GmbH



© **LJU Automatisierungstechnik GmbH**

Am Schlahn 1
14476 Potsdam
Germany

Tel.: +49 (0) 33201 / 414-0
Fax: +49 (0) 33201 / 414-19

E-Mail: info@ljuonline.de
Internet: www.ljuonline.de

Die in dieser Technischen Beschreibung wiedergegebenen Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. können auch ohne besondere Kennzeichnung Marken sein und als solche den gesetzlichen Bestimmungen unterliegen.

November 2009

INHALTSVERZEICHNIS

1	Allgemeines	5
1.1	Abkürzungen	5
1.2	Begriffe.....	6
2	Systembeschreibung	8
2.1	Überblick.....	8
2.2	Hardwareunterschiede SB/iDB	10
3	Systemeigenschaften	11
3.1	Systemkomponenten	11
3.1.1	Datenkonzentrator-Modul	11
3.1.2	Modem-Modul	12
3.1.3	IKB- Modul	12
3.1.4	Verbindung der einzelnen Module	13
3.2	Bussysteme und Kommunikation.....	14
3.2.1	Eingesetzte Bussysteme	14
3.2.2	Buskommunikation der Module.....	15
3.3	Codeschienen und Positionslesung.....	16
3.3.1	Unterschiede SB/iDB.....	16
3.3.2	Codeschienen PLA-14.....	17
3.3.3	Codeschienen PLA-112.....	17
3.4	Datenloop/Datenbus	18
3.4.1	Allgemeine Richtlinien iDB und SB	18
3.4.2	Spezifische Richtlinien SB.....	19
3.4.3	Spezifische Richtlinien induktive EHB	19
3.4.4	Spezifische Richtlinien induktives BFS	20
3.5	Abstandshaltung und freier Weg.....	21
3.6	Systemgrenzen	24
4	Systemeinrichtung	25
4.1	Aufteilung in DKZ-Bereiche.....	25
4.2	Festlegen der Trennblöcke.....	27
4.3	Verlegung der Codeschienen.....	28
4.3.1	Allgemein	28
4.3.2	Einfügen von Anlagenteilen.....	29
4.3.3	Verlegung in Leistungsmodulen.....	29

Inhaltsverzeichnis

4.4	Datenloopverlegung.....	31
4.4.1	Verlegung im Schienenbussystem (SB)	31
4.4.2	Verlegung in induktiver EHB (iDB)	31
4.4.3	Verlegung in induktivem BFS/BTS (iDB)	33
4.5	Datenloopinbetriebnahme.....	34
4.5.1	Kontrolle des Loopwiderstandes	34
4.5.2	Kommunikationstest	35
4.5.3	Oszillograph. Kontrolle am Modem (iDB)	35
4.5.4	Kapazitive Leistungsanpassung (iDB)	37
4.6	Segmenteinteilung	38
4.6.1	Routingsegmente/Routingpunkte.....	38
4.6.2	Kopplungssegmente.....	39
4.6.3	Segmenteinteilung in Leistungsmodulen.....	39
4.7	Konfiguration/Positionen/Parametrierung	40
5	Gesamtbeispiel.....	41
5.1	Aufbau der DKZ- Steuerungseinheit.....	41
5.2	Codeschienenverlegung	43
5.3	Datenbusverlegung	43
5.4	Segmente und Routing.....	44
5.4.1	Positionsaufnahme	44
5.4.2	Segmenteinteilung und Routingpunktvergabe ..	45
5.4.3	Routing.....	46

1 Allgemeines

Steigende Anforderungen in der Industrie erfordern ständig neue individuell anpassbare und unabhängig arbeitende Lösungen in der Automatisierungstechnik.

Für diese Aufgaben stellt die LJU Automatisierungstechnik GmbH ein leistungsstarkes, flexibles System zur Steuerung und Verwaltung von Förderanlagen - das Dezentrale Busmastersystem mit Eigenintelligenz - bereit.

Diese Dokumentation beinhaltet eine Beschreibung intelligenter LJU-Busmastersysteme zur Steuerung und Verwaltung von EHB- und Bodenförderanlagen über Datenkonzentratoren mit Schienen- oder induktivem Drahtbus.

1.1 Abkürzungen

BFS	Bodenfördersystem/Bodentransportsystem
DKZ	Datenkonzentrator
EHB	Elektrohängebahn
iDB	Induktiver Drahtbus
IKB	Interner Kommunikationsbus
Fz	Fahrzeug
LM	Leistungsmodul
PDE	Positionslese Daten Einheit (integrierte PLA bei induktiver Datenübertragung)
PLA	Positionslichtschranke Absolut
SB	Schienenbus
SPS	Anlagensteuerung (S peicher P rogrammierbare S teuerung)
Syncbit	Synchronisationsbit

1.2 Begriffe

Anlagentabelle	konfiguriert die einzelnen DKZ-Bereiche (Segmente, Leistungsmodule, Kopplungen, Routingpunkte usw.)
Codeschiene	binär codierte Schiene zur Positionsbestimmung mittels PLA
Datenkonzentrator	Schnittstelle zwischen Anlagensteuerung, Fahrzeugsteuerungen und Leistungsmodulen, die einen Teilbereich einer Anlage (DKZ-Bereich) verwaltet
Datenloop	geschlossenes Leitungsnetz zur Datenübertragung in einem DKZ-Bereich, Datenbus
Drahtbus (iDB)	Datenübertragung zu den Fahrzeugen erfolgt induktiv über einen Datenloop
Eigenintelligenz	Steuerung eines Anlagenbereiches, ohne zusätzliche Anlagensteuerung
Interner Kommunikationsbus	Verbindung zwischen Datenkonzentratoren und IKB-Modulen
IKB-Modul	Hardwaremodul, das die Kommunikation zu anderen, sich in der Anlage befindenden, DKZs ermöglicht
Kopplung	Übergang zwischen DKZ Bereichen
Leistungsmodul	Heber, Weiche, Hubtisch u.ä.
Parametrierrechner	Rechner, auf dem die DKZ Parametriersoftware installiert ist und der mit dem DKZ kommuniziert

Positionslichtschranke	liest die absolute Position des Fahrwagens im DKZ-Bereich durch Abtastung der verlegten Codeschienen
Leistungsloop	Konstantstromleitungsnetz zur induktiven Leistungsübertragung zum Fahrzeug bzw. Konstantspannungsnetz zur Leistungsübertragung in Schienenbussystemen
Leistungspickup	induktiver Stromabnehmer am Fahrzeug
Routingpunkte	für die SPS erforderliche Punkte zur Wegvorgabe
Routingtabelle	von der SPS oder manuell vorgegebener Weg für die Fahrzeuge in der Anlage
Segment	Fahrstrecken und Strecken in Leistungsmodulen werden in einzelne Teilstücke, d.h. Segmente eingeteilt (z.B. Belegungs- und Freigabesegmente in Leistungsmodulen, Fahrsegmente, Positioniersegmente usw.)
Schienenbus (SB)	Datenübertragung zu den Fahrzeugen erfolgt über Schleifer
Teachen	Abspeichern von manuellen Einstellungen (z.B. von Hubhöhen) an Fahrwagen im DKZ, die für alle nachfolgend in den DKZ-Bereich einfahrende Fahrwagen gelten sollen
Trennblock	Sicherheitsblock, in dem durch Abschalten der Leistung in diesem Bereich verhindert wird, dass Fahrwagen in verfahrenere oder fehlerhafte Leistungsmodule einfahren

2 Systembeschreibung

2.1 Überblick

Herkömmliche Systeme in der Automatisierungstechnik werden komplett über die Anlagensteuerung, d.h. über die SPS, verwaltet und gesteuert. Dezentrale Busmastersysteme entlasten die Anlagensteuerung. Sie steuern und verwalten Teilbereiche einer Anlage völlig selbständig oder unter SPS-Vorgaben. Dabei wird eine Anlage in einzelne Teilbereiche (Datenkonzentrator-Bereiche) aufgeteilt, die ständig untereinander und, wenn eingesetzt, mit der Anlagensteuerung kommunizieren. Nach Aufteilung der Gesamtanlage in die Datenkonzentrator-Bereiche, die je nach verwendetem System unterschiedliche Größen aufweisen, übernehmen Datenkonzentratoren (DKZ) die Steuerung und Verwaltung der einzelnen Anlagenteile. Sie sind das Bindeglied zwischen Fahrzeugsteuerung, DKZ-Bereich und Anlagensteuerung. Ein Datenkonzentrator übernimmt die gesamte Steuerung eines Anlagenteils.

Alle Informationen eines DKZ-Bereichs, wie Positionen, Routingpunkte, Leistungsmodulkonfigurationen usw. werden in einer Anlagentabelle im DKZ gespeichert. Diese sind jederzeit änderbar und damit der Anlagenteil ständig konfigurier- und anpassbar. Ein Fahrzeug wird völlig eigenständig durch den Bereich gesteuert, wobei die SPS jedoch die Möglichkeit hat, z.B. den Weg des Fahrzeugs in der Anlage oder das Positionieren und Fördern, durch Vorgaben zu bestimmen. Alles weitere, wie z.B. das Stellen oder Verfahren von Leistungsmodulen übernimmt der DKZ. Zusätzlich überwacht der DKZ alle Leistungsmodule eines DKZ-Bereichs, kontrolliert deren Belegung mit Fahrzeugen sowie deren Status. Weiterhin werden die Sicherheitsblöcke (Trennblöcke) im entsprechenden Anlagenteil über ihn konfiguriert.

Die Fahrzeuge innerhalb eines DKZ-Bereiches kommunizieren nicht untereinander, sondern nur mit dem DKZ. Er leitet sämtliche Informationen, die das Fahrzeug benötigt an dieses weiter. Der DKZ übernimmt die Abstandsüberwachung sowie die Berechnung der freien Wege für die Fahrzeuge, wodurch Auffahrsensoren überflüssig werden, und steuert die Fahrfreigabe der Fahrzeuge im Anlagenteil. Dabei wird von jedem Fahrzeug im Bereich ständig die aktuelle Position an den DKZ

geliefert, welche das Fahrzeug mit Hilfe der PLA (Positionslichtschränke Absolut) anhand der verlegten Codeschienen liest. An Bereichsübergängen (Kopplungen) werden die Fahrzeuge an den Nachbar-DKZ-Bereich "übergeben", wobei eine Wegberechnung für das Fahrzeug über die Kopplung hinaus erfolgt.

Die Datenübertragung und Leistungsübertragung zu den Fahrzeugen in der Anlage kann auf verschiedene Arten erfolgen. Zum einen können Daten und Leistung herkömmlich (Schienenbus), d.h. über Schleifkontaktschienen und zum anderen berührungslos (Drahtbus), d.h. induktiv und damit sehr verschleiß- und wartungsarm, übertragen werden. Beide Übertragungsarten arbeiten problemlos mit dem Dezentralen Busmastersystem. So wäre z.B. eine Hochzeit zwischen einer EHB mit Schleifleitern und einem induktiven Bodentransportsystem sehr einfach zu realisieren.

Ein weiterer Vorteil gegenüber herkömmlichen Anlagen ist die dezentrale Anbringung der Steuerungseinheiten (iDB- oder SB-Master), der Datenkonzentratoren, in der Anlage. Jeder Datenkonzentrator kann direkt in seinem Steuerungs-/Anlagenbereich installiert werden. Da dieser nicht nur einen Bereich steuern kann, sondern auch alle anlagenrelevanten Informationen zur Diagnose und Fernsteuerung von Leistungsmodulen und Fahrzeugen eines Anlagenteils liefert, ist eine einfache und systemnahe Bedienung gegeben. Das System lässt aber auch problemlos eine Fernwartung über die Anlagensteuerung zu.

Hervorzuheben ist auch der geringe Installationsaufwand eines solchen Systems, da alle Leistungsmodul eines DKZ-Bereichs über ein Bussystem mit dem DKZ kommunizieren und durch die dezentrale Installation kurze Leitungswege vorsieht. Die Kommunikation der einzelnen Datenkonzentratoren untereinander wird mit Hilfe von internen Kommunikationsmodulen realisiert, die zum Datenaustausch mit einem Nachbar-DKZ nur jeweils ein Datenkabel benötigen. Standardisierte Busverbindungen, wie z.B. Profi- oder Modbus ermöglichen eine unkomplizierte Anbindung an die verschiedensten Anlagensteuerungen.

Somit garantiert der modulare Aufbau ein flexibles und für alle Anwendungen geeignetes System.

2.2 Hardwareunterschiede SB/iDB

Die Steuerung beider Bussysteme erfolgt nach dem gleichen Prinzip. Sie unterscheiden sich lediglich in der unterschiedlichen Daten- und Leistungsübertragung und der damit verbundenen Hardware.

Schienenbus:

- **Leistungsübertragung** zum Fahrzeug
 - über Schiene/Schleifkontakte
 - konstante Spannung (netzabhängig)
- **Datenübertragung** zum Fahrzeug
 - über Schiene/Schleifkontakte
 - Schienenbusmodem
- **Positionslesung**
 - mit Positionslichtschranke PLA-14
 - PLA-14 Codeschienen

induktiver Drahtbus:

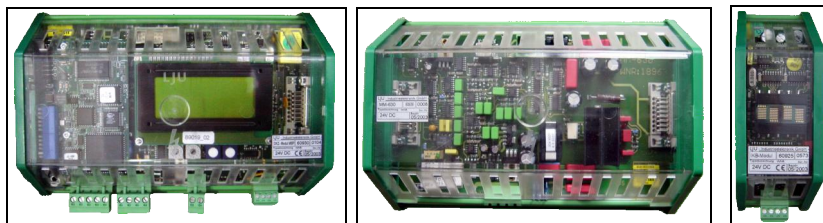
- **Leistungsübertragung** zum Fahrzeug
 - über induktiven Leistungsloop/-pickup
 - Konstantstrom 50A...100A/20kHz
- **Datenübertragung** zum Fahrzeug
 - über induktiven Datenloop/PDE
 - Drahtbusmodem
- **Positionslesung**
 - mit Positionslichtschranke PLA-112 (in PDE-112 integriert)
 - PLA-112 Codeschienen

3 Systemeigenschaften

3.1 Systemkomponenten

Ein DKZ besteht aus verschiedenen Komponenten (Modulen), die je nach Anlagenbereich zu einer Steuerungseinheit (iDB-/SB-Master) zusammengefasst werden.

Die einzelnen Module werden durch einfaches Zusammenstecken miteinander kombiniert und auf DIN-Hutschienen installiert. Ein Master besteht somit aus dem Datenkonzentrator-Modul mit Feldbusanbindung, einem Modem-Modul und den benötigten IKB-Modulen.



Datenkonzentrator-Modul

Modem-Modul
(Abbildung zeigt iDB-Modem)

IKB-Modul

3.1.1 Datenkonzentrator-Modul

Die Datenkonzentratoren bilden die wichtigsten Einheiten eines Dezentralen Busmastersystems. Sie steuern selbständig einzelne Teilbereiche einer Anlage inklusive der sich darin befindlichen Leistungsmodule. Sie stellen den Fahrzeugen alle notwendigen Informationen für ihren Weg durch den Anlagenbereich zur Verfügung.

Das Datenkonzentrator-Modul liefert dem Anlagenbetreiber über eine Anzeige und eine einfache Menüführung alle betriebsrelevanten Informationen (siehe Dokumentation "Bedienung des Datenkonzentrators").

Die dezentrale Anbringung erlaubt eine systemnahe Diagnose und manuelle Eingriffe in den Steuerungsablauf.

Datenkonzentratoren werden über zwei Hex-Schalter adressiert und lassen eine Aufteilung einer Gesamtanlage in bis zu 75 DKZ-Bereiche zu.

3.1.2 Modem-Modul

Das Modem-Modul ist das Verbindungsglied zwischen Datenkonzentrator und Fahrzeugsteuerung und übermittelt dem Fahrzeug alle relevanten Informationen. Die Daten werden je nach eingesetztem System induktiv oder über Schienenbus übertragen.

3.1.3 IKB- Modul

IKB-Module (interne Kommunikationsbus-Module) bilden das Bindeglied einzelner DKZ-Bereiche untereinander. Durch sie kommunizieren benachbarte DKZ-Bereiche über eine direkte Datenleitung untereinander. Des Weiteren erfolgt über sie eine Anbindung an externe Geräte wie z.B. Bedienpulte (reservierte Adressen 2 und 3).

Die IKB-Module, die für den Datenaustausch zwischen den DKZs verantwortlich sind, werden intern (ab Adresse 4) über die DKZs adressiert. Die Adressierung erfolgt automatisch in aufsteigender Reihenfolge durch den Datenkonzentrator selbst. Dabei ist der DKZ mit der höchsten Adresse der Master. Dieses wird in den IKBs durch eine wechselnde Anzeige angezeigt.

Beispiel:

DKZ-Bereich 56 (Master): Adresse des DKZ: 38 hex
Nachbar-DKZ-Bereich 46 (Slave): Adresse des DKZ: 2E hex

IKB im DKZ 56: IKB-Adresse: 4
IKB im DKZ 46: IKB-Adresse: 7

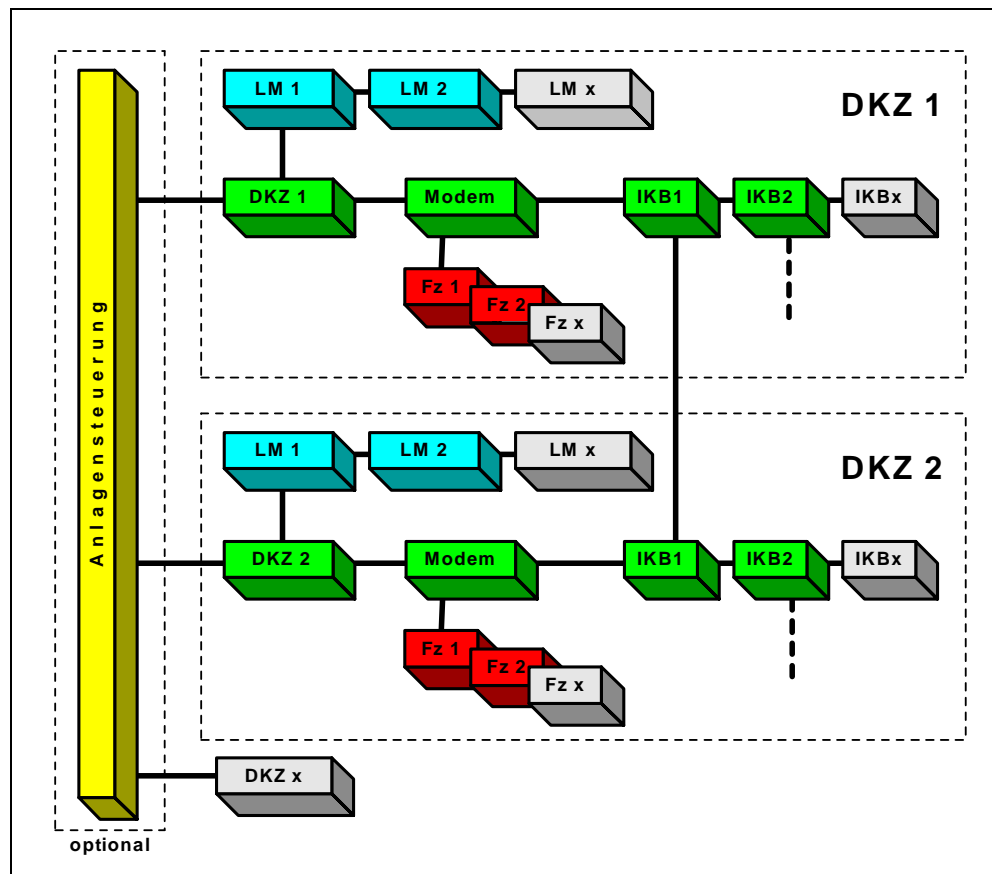
wechselnde Anzeige IKB im DKZ 56:

M:2E → **AD:4** → **M:2E** → ...

wechselnde Anzeige IKB im DKZ 46:

S:38 → **AD:7** → **S:38** → ...

3.1.4 Verbindung der einzelnen Module



3.2 Bussysteme und Kommunikation

3.2.1 Eingesetzte Bussysteme

Datenkonzentrator - Anlagensteuerung

Modbus-Plus	Über diese Schnittstelle arbeiten die Datenkonzentratoren als Modbus-Plus- Slaves (Daten-Server) (Adresse 10..39). Der Datentransfer wird von den Modbus-Plus-Mastern (SPS) initiiert. Der Datenverkehr auf dem Modbus-Plus-Feldbus wird von einem separaten Busmodul (AnyBus-S Modbus-Plus; Hersteller: HMS Industrial Networks AB) gehandelt und der zyklische Datenzugang zum DKZ von diesem überwacht.
DeviceNet	Über den DeviceNet-Feldbus, arbeiten die Datenkonzentratoren als DeviceNet-Slaves (Daten-Server) (Adresse 1..63). Dabei wird der Datentransfer von den Mastern, der SPS initiiert und der zyklische Datenzugang im DKZ über Explizit- Messages auf einen Zugangsindex abgewickelt und überwacht.
Profibus DPV1	Werden die DKZs an einen Profibus-DPV1-Feldbus angebunden, so erfolgt diese über den SPC3-ASIC der Siemens AG. Die DKZs arbeiten in dieser Konfiguration als Profibus-Slaves (Daten-Server) (Adresse 1..127). Die Initiierung des Datentransfers erfolgt hierbei durch die Anlagensteuerung, die den Profibus-Master bildet. Eine Überwachung des zyklischen Datenzugangs erfolgt durch den DKZ.

Hinweis!

Weitere Feldbusschnittstellen z.B. Modbus-TCP auf Anfrage

Datenkonzentrator - Fahrwagensteuerung

Schienenbus (SB)	LJU-Bus Übertragungsrate: 46,875kBit/s
iDB	LJU-Bus Übertragungsrate: 31,25kBit/s

Datenkonzentrator - Leistungsmodul

RS-485 LJU-Leistungsmodulbus (LJU-Bus-Protokoll)

Datenkonzentrator - IKB-Modul

RS-485 interner Kommunikationsbus (LJU-Bus-Protokoll)

Verbindung IKB - IKB

PointToPoint: die Daten werden über eine direkte Leitungsverbindung (RS-485-Schnittstelle) übertragen

3.2.2 Buskommunikation der Module

Der Datenfluss der Komponenten untereinander erfolgt über LJU-interne sowie standardisierte Busverbindungen.

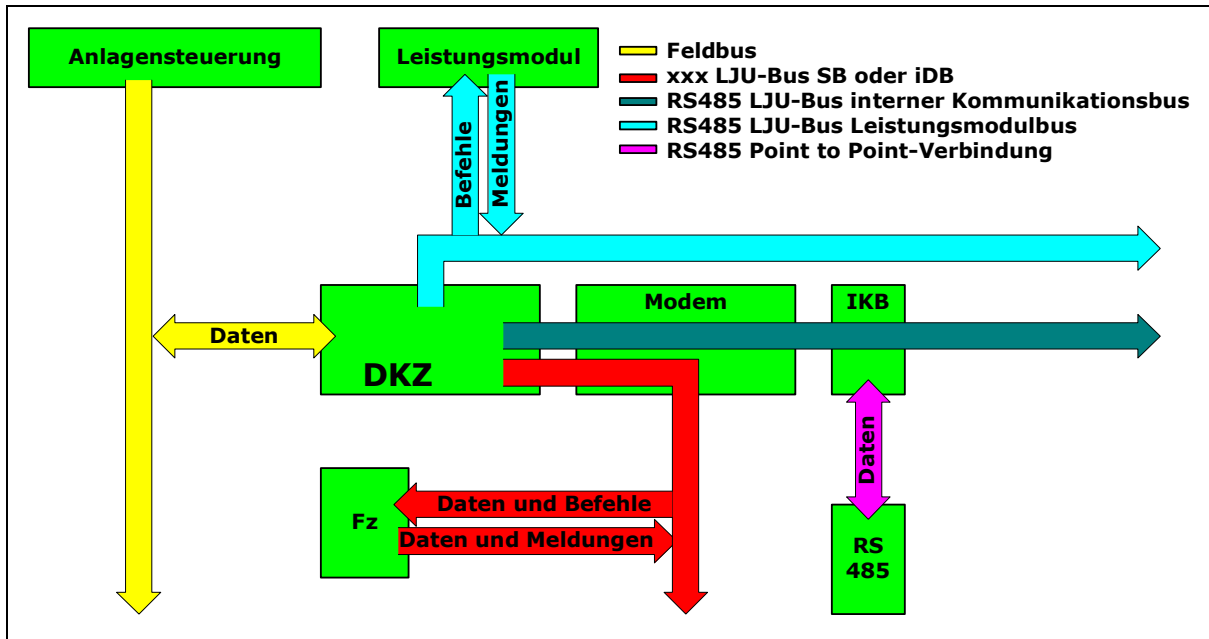


Abbildung zeigt den Datenaustausch über die verschiedenen eingesetzten Bussysteme.

3.3 Codeschienen und Positionslesung

3.3.1 Unterschiede SB/iDB

Je nach verwendetem System (Schienenbus- oder Drahtbus-system) werden unterschiedliche Codeschienen zur Positionsermittlung verwendet.

Schienenbus: PLA-14-Codeschienen
iDB: PLA-112-Codeschienen

Während Codeschienen für das Schienenbussystem nur der Positionsbestimmung dienen, werden Codeschienen des induktiven Systems gleichzeitig auch als Träger für den Daten- und Leistungsloop eingesetzt.

Ein weiterer Unterschied besteht in der Codierung der Schienen. Codeschienen des herkömmlichen Systems werden binär mit 14 Bit, die des induktiven Systems binär mit 12 Bit codiert. Die Positionslesung erfolgt jedoch in beiden eingesetzten Systemen nach dem gleichen Prinzip. Eine am Fahrzeug befestigte Positionsleseeinheit (PLA-14 bei SB, PLA-112 bei iDB) ermittelt durch Abtasten der einzelnen Codes mit Hilfe von Lichtschranken die millimetergenaue Position. Jeder Code in einer Codeschiene wird mit einem Synchronisationsbit, dessen Schlitz breiter ist, als die der folgenden zum Code gehörenden Bits begonnen. Dabei werden offene Schlitze als "1" interpretiert. Ein Code setzt sich somit aus einem Syncbit und 14 bzw. 12 Bit Positionscodierung zusammen.

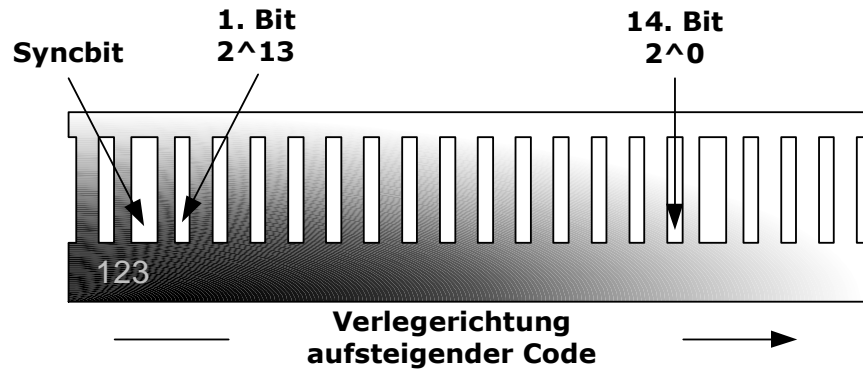


Hinweis!

Im Gegensatz zur PLA-14, bei der alle 14 Bit der Positionscodierung dienen, wird die 12-Bit-Codierung der PLA-112 durch ein Paritätsbit (ungerade Parität) abgeschlossen. Somit wird eine absolute Position effektiv über 11 Bit codiert.

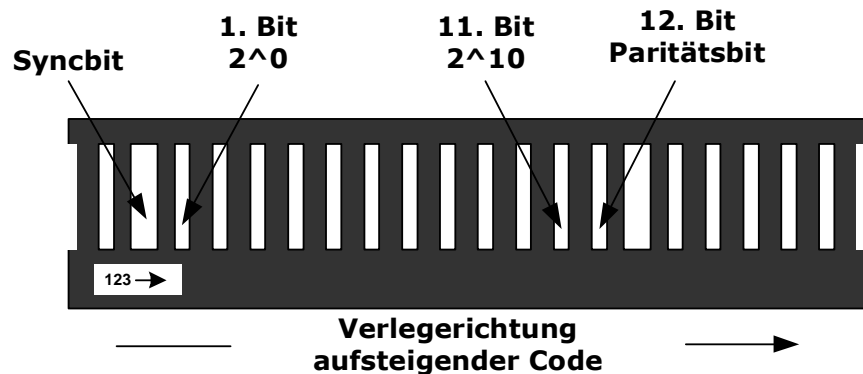
Bei der PLA-14 folgt dem Syncbit das höchstwertigste, bei der PLA-112 folgt dem Syncbit das niederwertigste Bit.

3.3.2 Codeschienen PLA-14



Codes pro Schiene	7
Länge einer Positionscodierung inkl. Syncbit	128mm
max. Anzahl verschiedener Codeschienen	2340
max. codierbare Strecke ohne Codewiederholung	2096m
Codeschienenlänge	896mm

3.3.3 Codeschienen PLA-112



Codes pro Schiene	7
Länge einer Positionscodierung inkl. Syncbit	96,5mm
max. Anzahl verschiedener Codeschienen	292
max. codierbare Strecke ohne Codewiederholung	198 m
Codeschienenlänge	675,5mm

3.4 Datenloop/Datenbus

Der Datenbus eines DKZ-Bereiches (Datenloop) wird parallel zum Transportweg verlegt und dient zur Übertragung der Daten vom DKZ-Modul zum Fahrzeug. Dabei werden die Daten mit Hilfe des Mastermodems zwischen DKZ und Fahrzeugsteuerung ausgetauscht.

Die Datenübertragung erfolgt je nach verwendetem System, herkömmlich, d.h. der Datenbus wird in den Schleifkontaktaktschienen installiert und über Schleifer an das Fahrzeug angebunden. Oder induktiv in Bodenfördersystemen und induktiven EHB-Anlage, d.h. der aus symmetrischen Zweidrahtleitungen bestehende Datenloop wird parallel zum Leistungsloop verlegt und die Datenübertragung erfolgt über induktive Sende- und Empfangseinheiten zum Fahrzeug.

3.4.1 Allgemeine Richtlinien iDB und SB

1. Der Daten- und Leistungsloopbereich sollten deckungsgleich sein. Mehrere Datenloops innerhalb eines Leistungsloopbereiches sind problemlos möglich. Wird jedoch ein Datenloop über mehrere Leistungsloopbereiche hinaus verlegt, so koppelt jedes Energieversorgungsmodul eines Bereiches Störsignale ein, die zu Kommunikationsfehlern führen können, daher ist diese Konstellation zu vermeiden.
2. Als Dateneinspeisekabel, Zuführungen und Brücken sind nur geschirmte und verdrillte Datenleitungen zu verwenden. Der Schirm der Einspeisekabel ist einseitig am Datenkonzentrator mit PE zu verbinden.
3. Die Leitungsführung erfolgt als reine Linienstruktur, da verzweigte Strukturen zu Fehlanpassungen und Reflexionen, also verstärkten Störungen führen können. Unvermeidbare seitliche Verzweigungen (Stichleitungen), wie sie an Leistungsmodulen, z.B. Weichen entstehen, sind möglichst kurz zu halten und sollen eine Länge von 3m nicht überschreiten.
4. Der Datenloop ist mit einem Widerstand, der am Ende des Datenloops in Reihe geschaltet wird, abzuschließen.

3.4.2 Spezifische Richtlinien SB

1. Die Datenloopverlegung erfolgt als reine Linienstruktur.
2. Stichstrecken werden parallel zum Hauptloop verlegt und nicht abgeschlossen.
3. Der Datenloop wird mit einem Widerstand **220Ω/9W** abgeschlossen.



siehe auch Punkt 4.4.1

3.4.3 Spezifische Richtlinien induktive EHB

1. Die Datenloopverlegung sollte als Linienstruktur erfolgen.
2. Stichstrecken werden in Reihe zum Hauptloop verlegt.
3. Der Datenloop wird mit einem Widerstand **68Ω/9W** abgeschlossen.
4. Einen **Sonderfall** bildet die „**Y-Struktur**“ in **induktiven Systemen**: Realisierbar ist die Parallelschaltung zweier möglichst gleich langer Loopabschnitte am Punkt der Dateneinspeisung. In diesem Fall müssen beide Loopenden mit je einem Widerstand abgeschlossen werden.
5. Eine komplexe Datenloopstruktur kann durch den Einsatz eines Doppelmodems (ein Datenkonzentrator speist zwei Mastermodems) vereinfacht werden.
6. Leitungen der Datenloopübergänge vom Codeschienenprofil zu anderen Elementen z.B. Anschlusskästen oder zwischen Weichenschenkeln usw. sind zu verdrillen.



siehe auch Punkt 4.4.2

3.4.4 Spezifische Richtlinien induktives BFS

In induktiven Bodenfördersystemen gelten generell die gleichen Richtlinien wie in induktiven EHB (Punkt 3.4.3), zusätzlich sollte jedoch beachtet werden:

1. Der Datenloop ist paarweise in gleich lange Abschnitte aufzuteilen und gegenphasig zusammenschalten. Dadurch werden eingekoppelte Störsignale um 180° phasenverschoben und heben sich gegenseitig auf. Durch das gegenphasigen Zusammenschalten entstehen Kreuzungspunkte im Datenloop, an denen keine Kommunikation möglich ist. Die Kreuzungen sind daher eng (mindestens 45°) und nicht an Haltepunkten auszuführen.
2. Ein Datenloopabschnitt in schaltbaren Leistungsloopabschnitten (z.B. auf Heberbalken und in Trennbereichen) muss die Störspannungen in sich kompensieren, damit ihr Einfluss auf den gesamten Datenloop unabhängig vom Schaltzustand ist. Der Datenloop ist darum in der Mitte des Heberbalkens bzw. des Trennbereiches zu kreuzen.
3. Müssen Datenloops unter Leistungsloops hindurch geführt werden (z.B. an Weichen oder Einspeisungen) sind die Datenleitungen zu verdrillen.
4. An Bereichsübergängen (Wechsel des Datenkonzentratorbereiches), ist der Datenloop mit einer Unterbrechung von 50mm zu verlegen, um ein Übersprechen der Daten bei Fahrzeugüberfahrt zu vermeiden.



siehe auch Punkt 4.4.3

3.5 Abstandshaltung und freier Weg

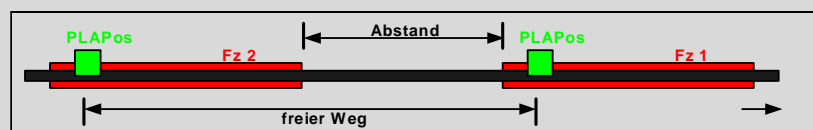
Das Dezentrale Busmastersystem ist in der Lage, auf Grund der ununterbrochenen zyklischen Kommunikation der Fahrzeuge mit dem Datenkonzentrator, völlig eigenständig und ohne zusätzliche Auffahrschalter oder Abstandssensoren, den freien Weg eines Fahrzeugs zu überwachen und den Auffahrtsschutz zwischen den Fahrzeugen zu realisieren.

Eine Wegberechnung für das Fahrzeug erfolgt über die Positionserfassung, wobei jedes einzelne Fahrzeug an Hand der verlegten Codeschienen seine Position im DKZ-Bereich millimetergenau an den DKZ übermittelt. Dabei findet eine Berechnung des freien Weges über DKZ-Übergänge bzw. Leistungsmodule hinaus statt. Die Abstände zwischen den Fahrzeugen sind für jedes Segment separat, über eine in das Fahrzeug eingespielte Abstandstabelle und im DKZ konfigurierte Anlagentabelle, einstellbar.



Hinweis!

Wegberechnungen erfolgen PLA-bezogen, d.h. Angaben über den freien Weg, gelten von PLA zu PLA. Die Berücksichtigung der Fahrzeuglänge und Abstandsvorgaben erfolgt durch das Fahrzeug selbst.



Zur Wegberechnung und Abstandshaltung hält der Datenkonzentrator ein sich ständig (zyklisch ca. alle 200 ms) aktualisierendes Systemabbild mit allen relevanten Fahrzeuginformationen, einschließlich der eindeutigen absoluten Positionen aller sich im Bereich befindenden Fahrzeuge vor. So kann der Datenkonzentrator durch eine vollständige Analyse dieser Daten die exakten Abstände zwischen benachbarten Fahrzeugen ermitteln. Bei der nächsten zyklischen Ansprache aller, sich im Bereich befindenden, Fahrzeuge übergibt der Datenkonzentrator jedem Fahrzeug jeweils den ermittelten exakten Abstand zu einem benachbarten Fahrzeug. Darauf rea-

giert jedes Fahrzeug bei einer Veränderung des Abstandes mit einer Geschwindigkeitsanpassung, die beim Unterschreiten des Mindestabstandes das Fahrzeug stoppt. Somit ist ein Auffahrschutz sichergestellt.

Grundlegend für die Realisierung des Auffahrschutzes ist die Ermittlung der exakten Positionen. Um dieses ständig zu gewährleisten, wurden besondere Vorkehrungen für eine fehlerfreie Positionsermittlung getroffen:

1. Positionsüberwachung im Fahrzeug

Die Fahrzeugsteuerung überwacht Veränderungen der von der PLA übermittelten Positionen in Bezug auf den Fahrbehl zu erwartenden Änderungen. Nur bei einer Übereinstimmung des theoretischen und des ermittelten Wertes wird die von der PLA gelieferte Position als tatsächliche Position des Fahrzeugs übernommen. Liegt keine Übereinstimmung vor, so wird eine einmalige Fehlmessung akzeptiert. In diesem Fall wird der theoretische Positionswert der Abstandsermittlung zu Grunde gelegt. Sollte bei der nächsten Positionslesung wieder keine Übereinstimmung vorliegen, so wird das Fahrzeug sofort gestoppt und es wird eine Fehlermeldung generiert. Die Position wird zyklisch, in sehr feinen Zeitabständen (ca. alle 25 ms) ermittelt und von der Fahrzeugsteuerung ausgewertet. Da das Fahrzeug in dieser kurzen Zeit nur wenige Millimeter Weg zurücklegen kann, stellt die Duldung einer einmaligen Fehlmessung somit kein Risiko dar. Weiterhin ist, wie im Datenkonzentrator auch, ein positionsbezogenes Anlagenabbild in Tabellenform in der Fahrzeugsteuerung hinterlegt. Jeder Positionswert wird mit Hilfe dieser Tabelle auf Richtigkeit kontrolliert. Ist die im Fahrzeug ermittelte Position nicht in dieser Tabelle hinterlegt, so wird das Fahrzeug unmittelbar angehalten und die Fahrzeugsteuerung generiert einen Fehler.

2. Überwachung durch den Datenkonzentrator

Wie in der Fahrzeugsteuerung kontrolliert der Datenkonzentrator an Hand seiner hinterlegten Anlagentabelle die vom Fahrzeug übermittelte Position. Sollte also eine Position von einem Fahrzeug gemeldet werden, die nicht in dieser Tabelle existiert, so werden sofort alle Fahrzeuge im DKZ-Bereich gestoppt und der Auffahrschutz ist sichergestellt.

Eine weitere Grundlage für den Auffahrschutz bildet die fehlerfreie Übertragung der Positionen und Abstände zwischen

den Fahrzeugsteuerungen und dem Datenkonzentrator. Aus diesem Grund sind alle Telegramme durch eine Checksumme gesichert, welche auf einem speziell ermittelten Polynom basiert. Somit können Übertragungsfehler, die durch äußere Einflüsse entstehen können, erkannt und die daraus resultierenden fehlerhafte Werte verworfen werden. Weiterhin könnte durch einen Defekt in der Sende-/Empfangseinheit des Datenkonzentrators oder der Fahrzeugsteuerung ebenso wie durch eine Unterbrechung des Datenbusses die Kommunikation untereinander komplett abrechnen. Deshalb wird vom Datenkonzentrator, der auf dieser Kommunikationsstrecke den Master bildet, auch nur ein nicht beantwortetes Telegramm akzeptiert. Im Fahrzeug selbst, der auf der Kommunikationsstrecke den Slave stellt, erfolgt die Feststellung eines Kommunikationsausfalls über die Zeit des letzten empfangenen Telegramms. Dabei darf der Zeitabstand zwischen zwei empfangen Telegrammen die doppelte der eigentlichen Buszykluszeit nicht überschreiten. In allen Fällen eines auftretenden Kommunikationsfehlers wird das Fahrzeug sofort angehalten und die dazugehörige Fehlermeldung generiert.

Durch diese Kontrollmechanismen stellt das Dezentrale Busmastersystem sicher, dass die ermittelten Positionswerte und die daraus errechneten Abstände bzw. freien Wege korrekt sind und eine fehlerfreie Übertragung dieser Werte stattfindet. Dadurch gewährleistet das Dezentrale Busmastersystem einen sicheren Auf-fahrschutz.

3.6 Systemgrenzen

Die folgenden Punkte geben Auskunft über die technischen Grenzen und Grenzen des Datenkonzentrators, die je nach eingesetztem System Unterschiede aufweisen.

Technische Grenzen

max. Datenbuslänge(SB) je DKZ	200m
max. Datenbuslänge(iDB) je DKZ *	60m
max. Anzahl DKZ-Bereiche	75

* mit geringen Funktionseinschränkungen verlängerbar

Grenzen Datenkonzentrator (beide Systeme)

max. verwaltbare Leistungsmodule	10
max. verwaltbare Fahrzeuganzahl	30
max. Anzahl Kopplungen zu einem Nachbar-DKZ	10
max. Anzahl möglicher Nachbar-DKZs	10
max. mögliche Kopplungen insgesamt	20
max. Segmentanzahl/Routingpunkte	60



Hinweis!

Die verwaltbare Fahrzeuganzahl eines DKZ ist abhängig von der sich im DKZ-Bereich befindenden Anzahl von Leistungsmodulen.

D.h. werden DKZ-Bereiche so groß gewählt, das mehr als die verwaltbare Anzahl von Fahrzeugen sich in diesem Bereich befinden könnten, muss die Anlagensteuerung dafür sorgen, dass nicht mehr als die erlaubte Anzahl in den DKZ- Bereich einfährt.

$$Fz_{\max} = 30 - \text{Leistungsmodule}$$

4 Systemeinrichtung



Hinweis!

Die folgenden Kapitel beschreiben die Einrichtung eines Dezentralen Busmastersystems. Um Fehler zu vermeiden, empfehlen wir die Beauftragung eines Engineering-Pakets zur Planung des Systems bei der LJU Automatisierungstechnik GmbH.

4.1 Aufteilung in DKZ-Bereiche

Grundlage eines Dezentralen Busmastersystems ist die Einteilung einer Gesamtanlage in einzeln verwaltbare Teilbereiche, um so die Anlagensteuerung zu entlasten bzw. eine Anlage auch ganz ohne Anlagensteuerung zu betreiben.

Dazu wird eine Anlage in DKZ-Bereiche eingeteilt, deren Steuerung und Verwaltung der Datenkonzentrator übernimmt. Die DKZs werden dezentral, also direkt in den zu steuernden Bereichen platziert.

Bei der Einteilung der Bereiche muss beachtet werden, dass

1. die max. Buslänge nicht überschritten wird!



Achtung!

Datenloop im Schlepp eines Leistungsmoduls und Zuleitung zur Schiene sind in die Buslänge mit einzubeziehen!

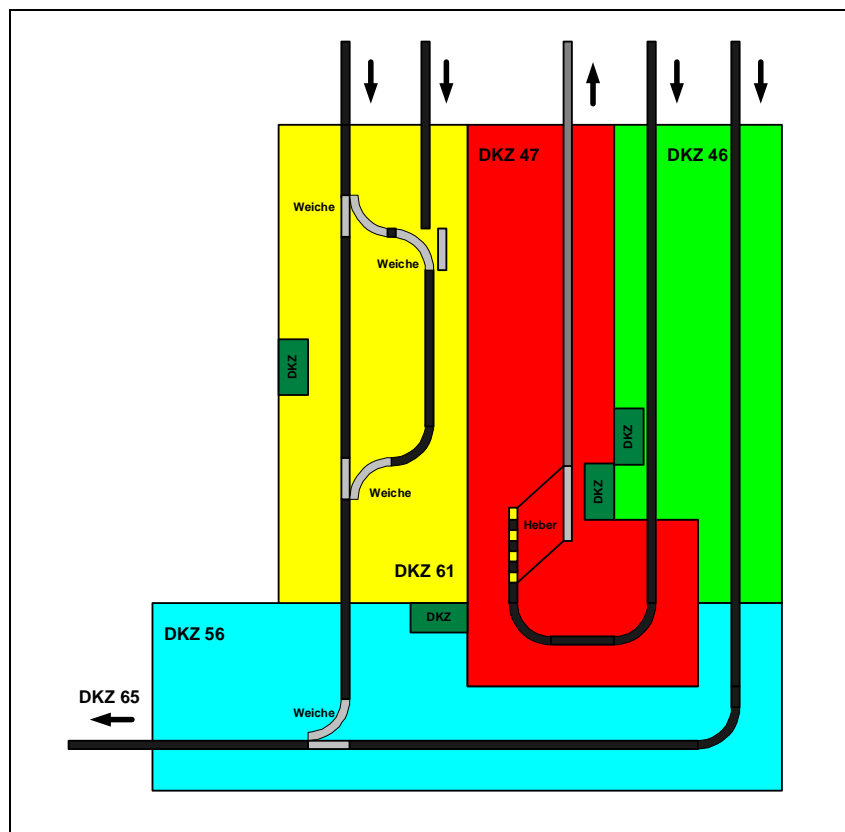
2. wenn nicht von der SPS geregelt, nur so viele Fahrzeuge, wie verwaltbar in den Bereich einfahren können!
3. die max. Leistungsmodulanzahl nicht überschritten wird!
4. sich DKZ-Übergänge nicht in Segmenten von Leistungsmodulen befinden!

- DKZ-Einfahrt-Segmente eine Länge von 300mm nicht unterschreiten (geschwindigkeitsabhängig).
- DKZ-Ausfahrt-Segmente eine Länge von "Fahrzeuglänge-700mm" nicht überschreiten.



Spezielle Segmentlängen!
siehe auch Punkt 4.6.2

Beispiel für einen Anlagenausschnitt und deren Unterteilung in DKZ-Bereiche:



Dargestellt ist eine sinnvolle Einteilung von DKZ-Bereichen und Anordnung der DKZs in den zu steuernden Bereichen.

- die Bereiche und ihre Leistungsmodul sind einsehbar für Diagnose und manuelle Steuerung
- keine Kopplungen in Leistungsmodulen
- kurze Bus- und Leitungswege zu den Modulen und der DKZs untereinander

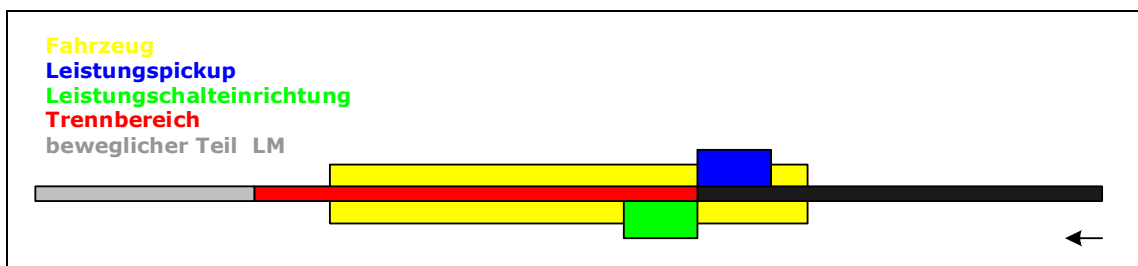
4.2 Festlegen der Trennblöcke

Trennblöcke sind Sicherheitsblöcke an Leistungsmodulen. Durch Abschalten der Leistung in diesen Bereichen wird das Einfahren von Fahrzeugen in verfahrene bzw. fehlerhafte Leistungsmodule verhindert.

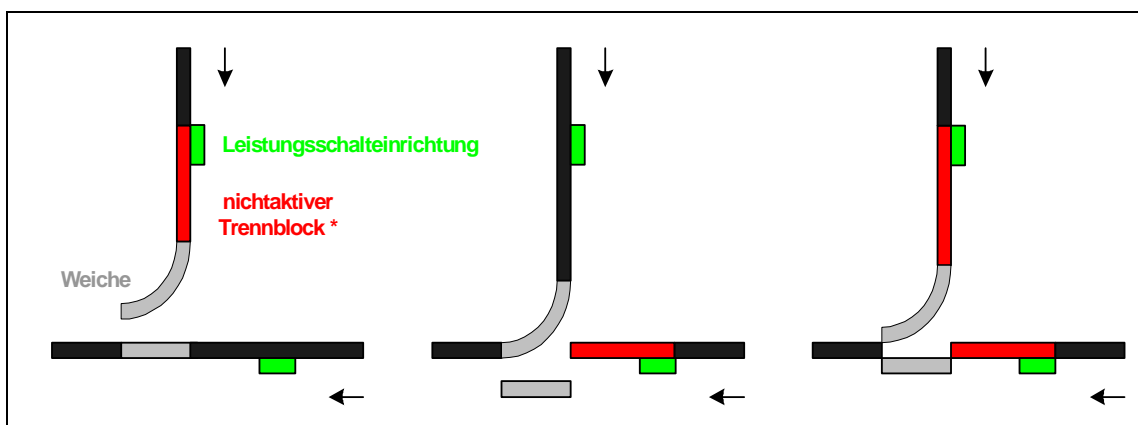
Das Schalten der Trennblöcke erfolgt mit Hilfe von systemabhängigen Leistungsschalteneinrichtungen, die direkt über die Leistungsmodulsteuerung angesteuert werden. Die Konfiguration erfolgt über die Anlagentabelle des DKZ, der die Befehle für die Leistungsmodule vorgibt.

Trennblöcke werden an den Einfahrten der Leistungsmodule installiert. Die Länge der Trennblöcke ist abhängig vom Anbauort des Leistungspickups. Die Länge muss so gewählt werden, dass sich kein Teil des Fahrzeugs in beweglichen Teilen eines Leistungsmoduls befindet, nachdem das Fahrzeug mit voller Beladung sowie voller Geschwindigkeit in den Trennblock eingefahren und dort aufgrund fehlender Leistungseinspeisung mechanisch gebremst angehalten hat.

Festlegung Trennblock für ein Fahrzeug (Anbauort des Leistungspickups hinten)



Trennbereichsdarstellung für eine Weiche (zwei Einfahrten, eine Ausfahrt)



* nichtaktiv: Trennbereich spannungslos (kabelbruchsicher)

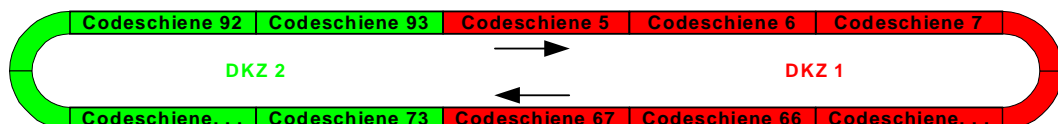
4.3 Verlegung der Codeschienen

4.3.1 Allgemein

Die Codeschienen werden für beide Systeme gleich behandelt. Dabei werden die Codeschienen parallel zur Hauptfahrtrichtung mit aufsteigendem Code verlegt. Zur Hilfe sind die Codeschienen durchnummeriert und die Verlegerichtung durch einen Richtungspfeil gekennzeichnet.

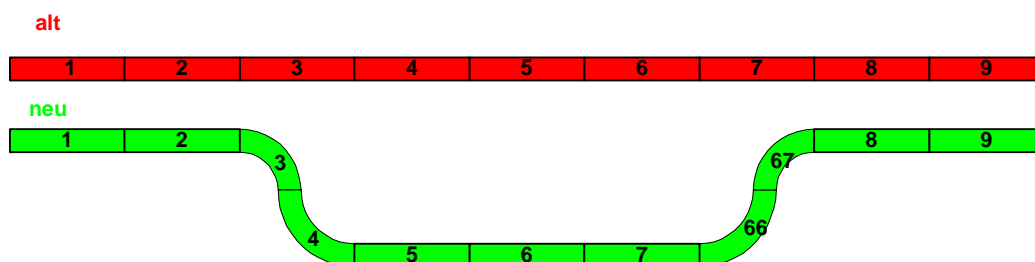
Jede Position darf in **einem** DKZ-Bereich nur **einmal** verwendet werden. Codewiederholungen innerhalb einer Gesamtanlage (z.B. Streckenlänge größer als verfügbare Codeschienen) sind jedoch möglich.

Im Normalfall werden die Codeschienen, auch über DKZ-Bereiche hinaus, aufsteigend durch die Anlage verlegt. Zur späteren Veränderung von Bereichen sollte jedoch jeder Bereich mit einer Reserve begonnen werden. Weitere Ausnahmen wie z.B. die Verlegung der Codeschienen innerhalb von Leistungsmodulen werden in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben.



4.3.2 Einfügen von Anlagenteilen

Jede Anlage kann bauliche Änderungen (z.B. Streckenführung) erfahren. Um solche Veränderungen zu realisieren ist es nicht notwendig, den gesamten DKZ-Bereich umzubauen, sondern es können Anlagenteile einfach hinzugefügt werden.



Durch anschließende Anpassung der Anlagentabelle ist der Bereich wieder einsatzbereit. Dabei ist zu beachten, dass hinzugefügte Codeschienen noch nicht im DKZ-Bereich verwendet sind.

4.3.3 Verlegung in Leistungsmodulen

Durch das Zusammenführen von Strecken und keiner erlaubten Codewiederholung in DKZ-Bereichen ist es notwendig, die Verlegung der Codeschienen in Leistungsmodulen anzupassen.

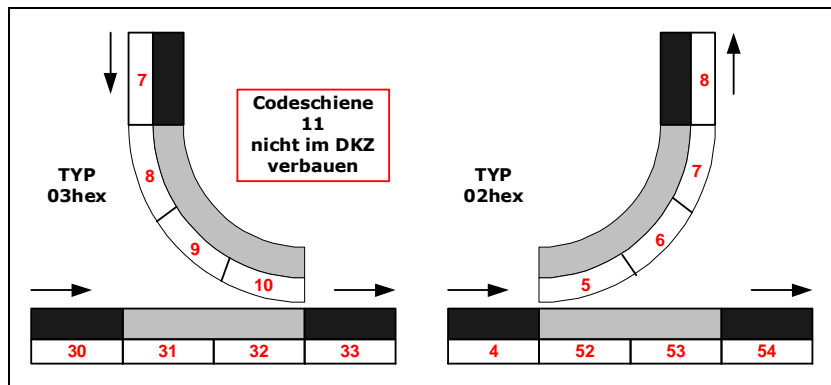
Während Standardheber wie gerade Strecken betrachtet werden können und somit ein einfaches durchgängiges Verlegen zulassen, sind bei der Verlegung in Weichen Besonderheiten zu beachten.

Generell ist die Verlegung der Codeschienen leistungsmodulabhängig, die in der Spezifikation des jeweiligen Leistungsmoduls nachlesbar sind.

Die Verlegung der Codeschienen zeigen die folgenden Beispiele, anhand der Standardweichen vom Typ:

03hex	zwei Einfahrten, eine Ausfahrt, durchgehende Codierung auf geradem Weichenbalken
02hex	eine Einfahrt, zwei Ausfahrten, durchgehende Codierung auf Kurvenbalken

Beispiele:



Hinweise!

- Zwischen zwei aufeinanderfolgenden Schienensegmenten (siehe Beispiel Weiche Typ 03hex - Bereich bis Codeschiene 10, nachfolgend Schiene 33) **muss** mindestens eine Codeschiene entfernt werden. Diese Codeschiene darf im DKZ-Bereich keinesfalls weiterverwendet werden.
- Auf durchgehenden Streckenbereichen muss die Codeschiene lückenlos und aufsteigend verlegt werden. Verläuft ein Schienensegment dabei über einen Weichen- oder Heberschnitt, so ist die Schiene durchgehend zu verlegen und der nötige Schnitt nachträglich auszuführen. Dieser Schnitt muss deutlich größer als ein Synchronisationsbit sein. Wir empfehlen eine Breite von ca. 25-35mm. Ist an den Weichen eine Unterbrechung der Schiene nötig (um das mechanische "Durchpassen" des Laufwagens zu realisieren) darf diese maximal 200mm lang sein. Das Vorgehen ist dabei das gleiche wie bei den Weichen- oder Heberschnitten, d.h. erst die Schiene verlegen und dann das nötige Segment herauschneiden.

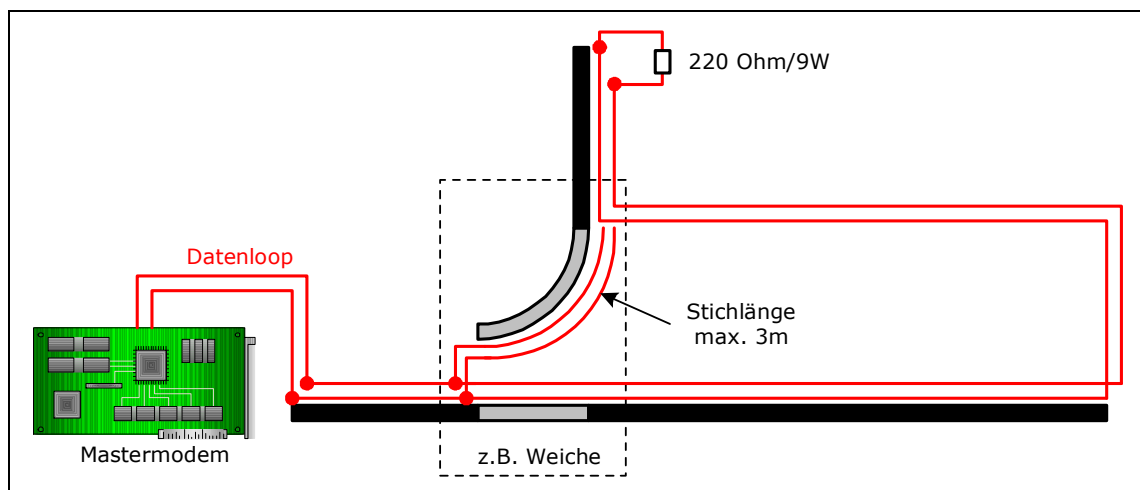
4.4 Datenloopverlegung

4.4.1 Verlegung im Schienenbussystem (SB)

Die Verlegung eines Datenloops im Schienenbussystem erfolgt grundsätzlich in einer **linearen Struktur**.

Er besteht aus einer geschlossenen Leiterschleife, die durch Einschalten eines Widerstandes von $220\Omega/9W$ in Reihe zum Loop abgeschlossen wird.

Dabei dürfen eventuell erforderliche Stiche eine Länge von 3 Metern nicht überschreiten, sind parallel zum Hauptloop zu verlegen und nicht abzuschließen.



4.4.2 Verlegung in induktiver EHB (iDB)

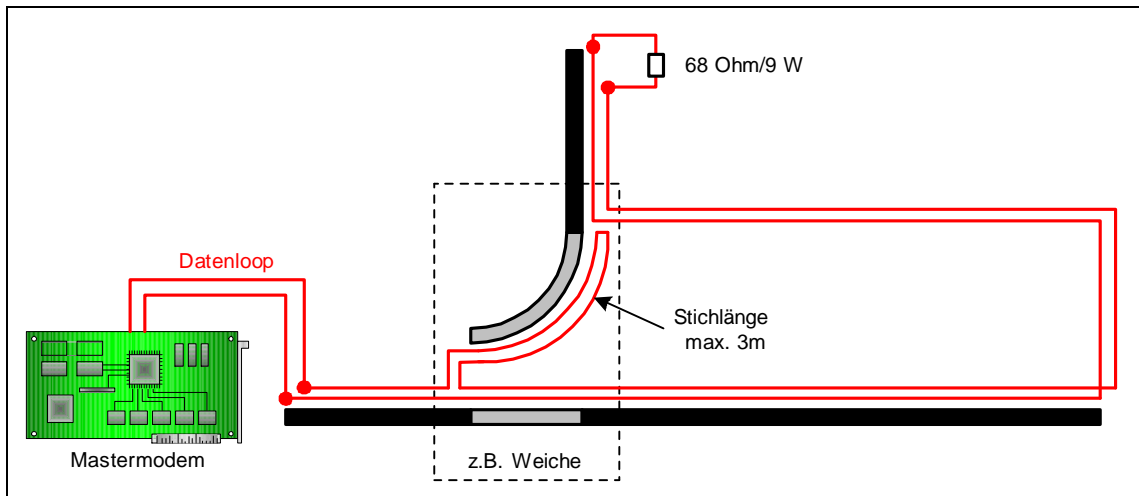
Die Datenloopverlegung sollte auch hier in einer linearen Struktur erfolgen. Jedoch können für komplexe und aufwendige Installationsbereiche der Datenloop durch eine Y-Struktur oder durch den Einsatz eines weiteren Mastermodems in Teilbereiche aufgeteilt werden.

Alle Teilbereiche sind mit einem Widerstand von $68\Omega/9W$ abzuschließen.

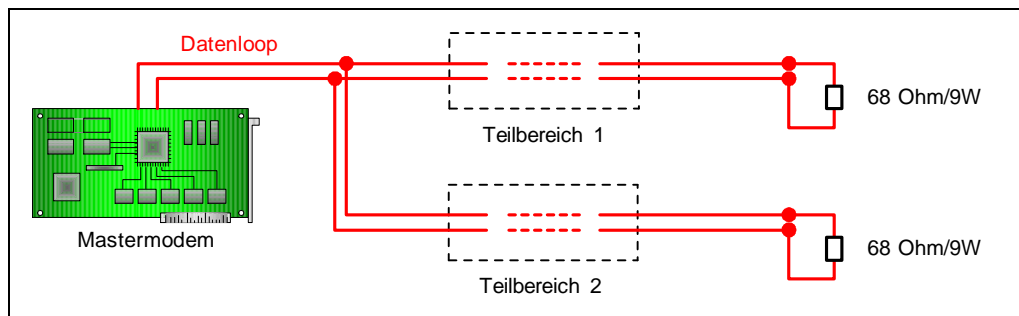
Erforderliche Stichstrecken innerhalb eines Teilbereiches dürfen eine Länge von 3 Metern nicht überschreiten und sind in Reihe in den Hauptloop einzuschalten.

Systemeinrichtung

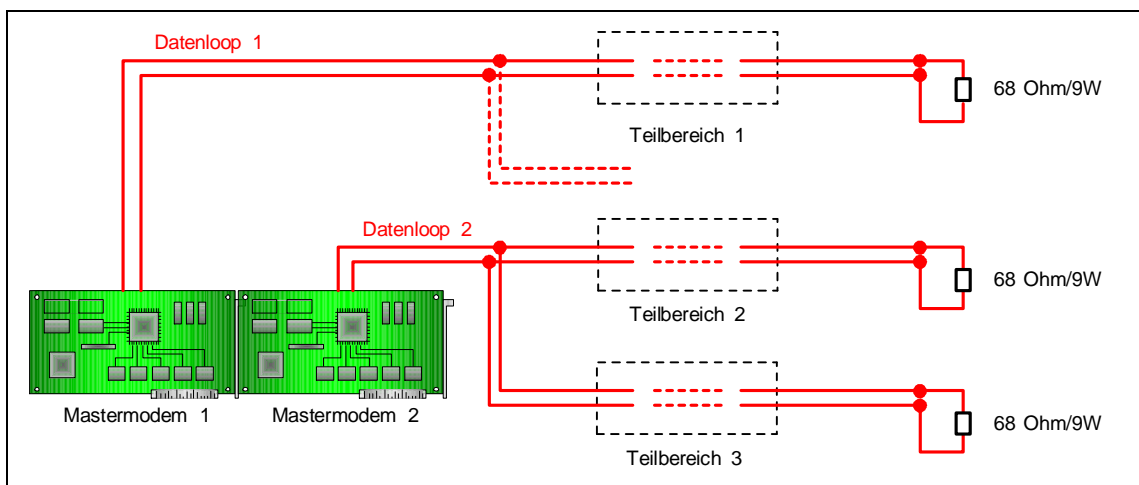
lineare Struktur:



Y- Struktur:



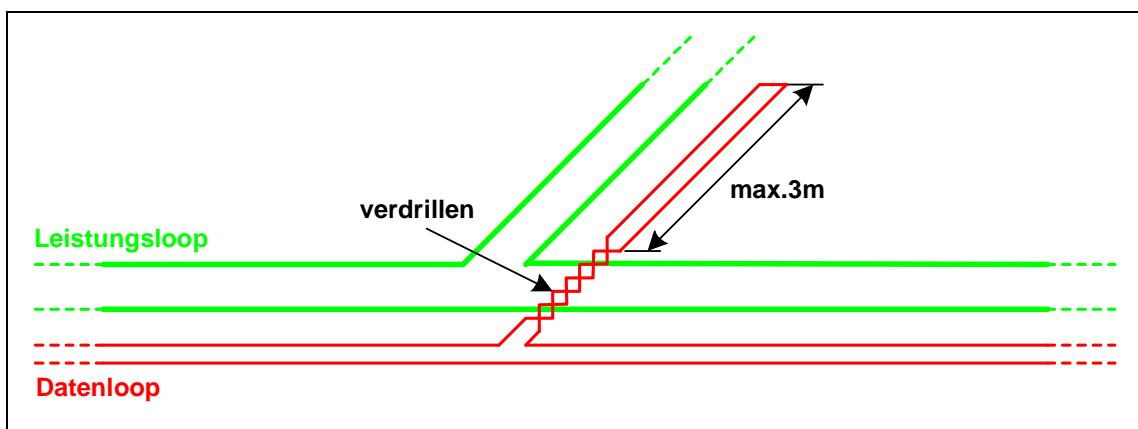
Aufbau mit zwei Mastermodems:



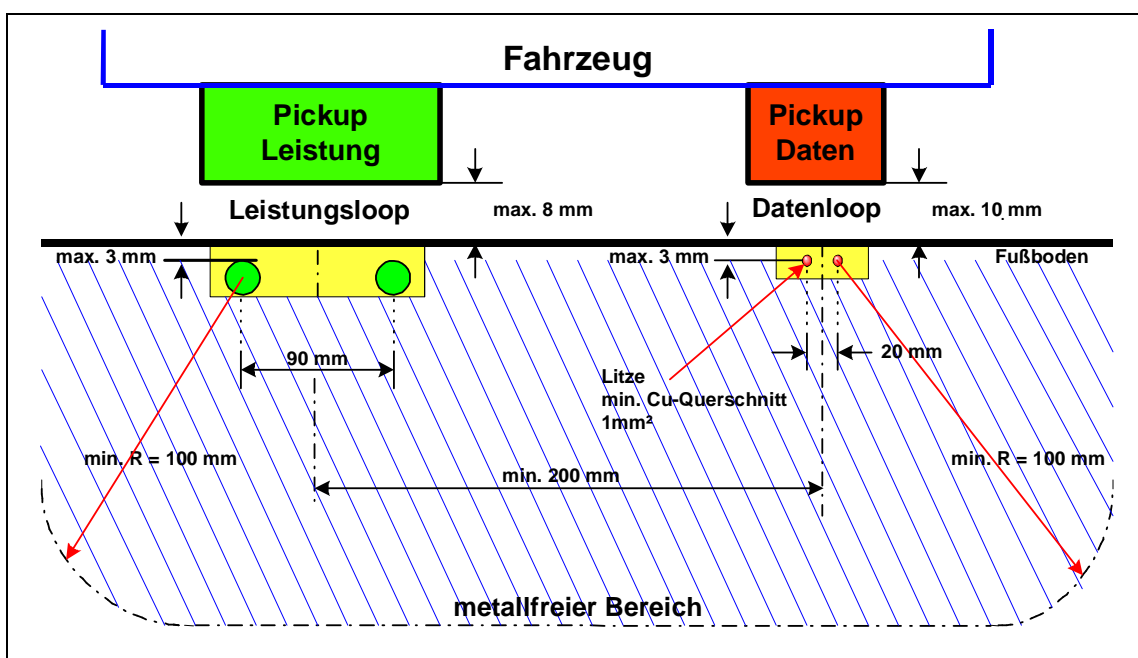
4.4.3 Verlegung in induktivem BFS/BTS (iDB)

Allgemein wird der Datenloop in induktiven Bodenfördersystemen wie in induktiven EHB (siehe Punkt 4.4.2) verlegt. Besonderheiten gibt es in der Verlegung des Datenloops in Kombination mit der Verlegung des Leistungsloops. Dabei müssen bestimmte Maße bei der Installation eingehalten werden, die in den folgenden Abbildungen veranschaulicht werden sollen.

Kreuzungen von Daten- und Leistungsloop:



Installationsvorschriften für induktive Bodenfördersysteme:



4.5 Datenloopinbetriebnahme

In Elektrohängebahnen verläuft der Datenloop symmetrisch zum Leistungsloop und liegt parallel (0°) zur Magnetfeldebene. Theoretisch gibt es keine Einkopplung. Jedoch beträgt der Abstand zwischen Daten- und Leistungsloop nur wenige Millimeter (hohe Feldstärken) und bereits geringste Asymmetrien im Aufbau führen zu starken Störungen. Der Ort der Einkopplung, Betrag und Phasenlage von Störspannungen sind daher nicht vorhersagbar.

In Bodenfördersystemen hingegen ist die Störbeeinflussung systembedingt hoch. Der Datenloop verläuft asymmetrisch neben dem Leistungsloop und liegt 90° zur Magnetfeldebene (maximale Kopplung). Phasenlage und Betrag der Störspannung sind prinzipiell vorhersagbar.

Darum ist es in beiden Fällen erforderlich, für eine fehlerfreie Datenübertragung über den Datenbus, den Datenloop einzumessen und gegebenenfalls abzustimmen. Die folgenden Unterpunkte zeigen die wichtigsten Einstellungen und Prüfmethoden, die einen sicheren Betrieb des Datenbusses gewährleisten.

4.5.1 Kontrolle des Loopwiderstandes

Der Loopwiderstand wird durch Messung des Schleifenwiderstandes des Datenloops bestimmt.

Dazu wird der Widerstandswert am Stecker des Mastermodems gemessen.

Er sollte bei abgezogenem Stecker und abgeschaltetem Leistungsloop ca. der Größe des Abschlusswiderstandes entsprechen, d.h.

SB	$R = 220 \Omega + \text{Leitungswiderstand}$
iDB (lineare Struktur)	$R = 68 \Omega + \text{Leitungswiderstand}$
iDB (Y-Struktur)	$R = 34 \Omega + \text{Leitungswiderstand}$

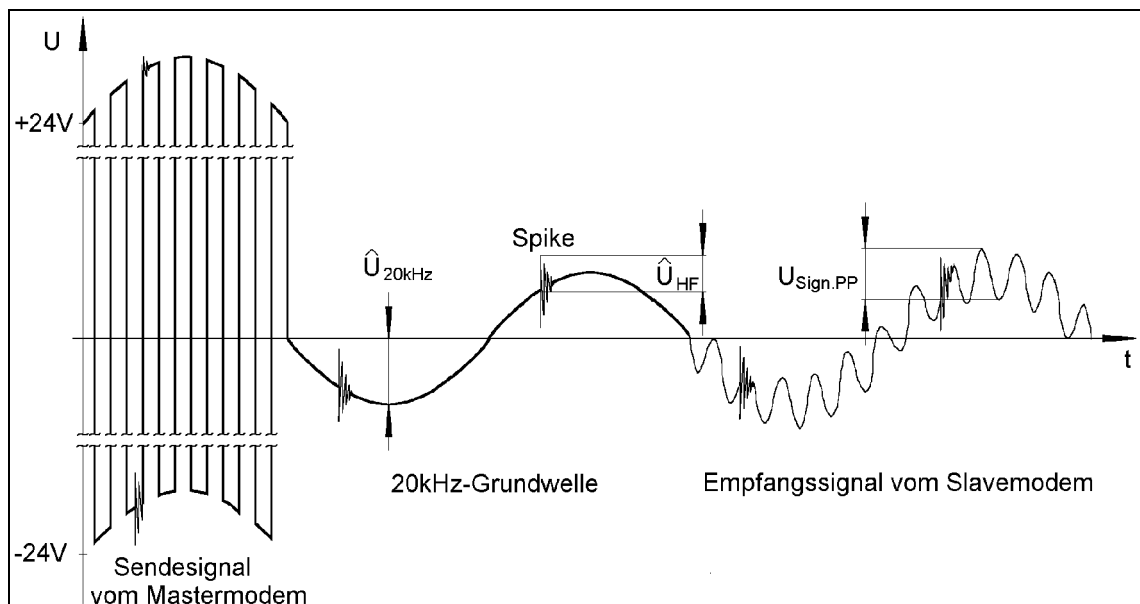
4.5.2 Kommunikationstest

Der folgende Test zeigt eine einfache Möglichkeit über den DKZ die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Datenkonzentrator-Modul zu überprüfen.

Dazu wird ein Fahrzeug im DKZ-Bereich angemeldet und die Kommunikation am DKZ im Einzelfahrzeugmenü kontrolliert. Die Kommunikation soll zyklisch und ohne Unterbrechung verlaufen. Hinter der Fahrzeugnummer darf dabei der Buchstabe "c" (Communication error) nicht erscheinen. Ein "c" im Display deutet auf eine schlechte Kommunikation zwischen Fahrzeug und DKZ hin. Dieser Test ist an allen prägnanten Stellen im Loopbereich durchzuführen. Dazu gehören unter anderem Einspeisungen, Stichstrecken, Trennbereiche und Leistungsmodule.

4.5.3 Oszillograph. Kontrolle am Modem (iDB)

Darstellung der Nutz- und Störsignale am Mastermodem:



1. Beurteilung der Störspannungskompensation:

Als praktikabler Indikator zur Bewertung hat sich die Amplitude der 20kHz-Grundschiwingung erwiesen. Theoretisch ist eine vollständige Auslöschung möglich, praktisch sind Werte von $\hat{U}_{20kHz} = 0,1 \dots 0,2V$ erreichbar. Ausreichend sind Spannungen von $\hat{U}_{20kHz} = 1 \dots 2V$. Es gibt praktische Beispiele, bei denen aber auch mit $\hat{U}_{20kHz} = 3V$ noch eine fehlerfreie Kommunikation möglich ist. Mit der Verringerung der Amplitude der 20 kHz-Grundschiwingung reduzieren sich die Störungen, die durch die Spikes verursacht werden, obwohl deren Amplitude \hat{U}_{HF} unverändert bleibt. Eine Reduzierung der Störungen ist also durch eine Verringerung der 20kHz-Grundschiwingung erreichbar. Dazu lässt sich das Minimum durch gezieltes Zusammenschalten "umgepolter" Loopteilstücke ermitteln.

In EHB führt nur das systematische Probieren mit der Umpolung einzelner Teilstrecken zum Erfolg, da Ort und Polarität der Störspannungseinkopplung nicht prognostizierbar sind. Dazu können die vorhandenen Anschlusspunkte in den Klemmkästen des Datenloops genutzt werden. Notfalls müssen in sehr langen Loopabschnitten zusätzliche Kreuzungspunkte eingebaut werden.

Beim Bodenfördersystem hingegen führt in aller Regel das gegenphasige Zusammenschalten gleichlanger Teilstrecken zum Erfolg. Sinnvoll ist es trotzdem auszuprobieren, ob sich mit einem "falsch" angeschlossenen Teilstück das Ergebnis verbessern lässt. In der Anlagenpraxis können nicht vorhersehbare Einflüsse dazu führen, dass Abweichungen vom Idealverhalten eines Datenloops auftreten.

2. Spikes

Die Form der Spikes lässt Rückschlüsse auf die Übertragungsqualität eines Datenloops zu.

Ein periodisch, schnell abklingender Verlauf deutet auf relativ wenig Reflexionen und damit geringen Fehlanpassungen hin. Verursachen diese Spikes dennoch, auch bei starkem Nutzsignal, einen Kommunikationsausfall, führt die kapazitive Leistungsanpassung zum Erfolg.

Eine extrem überhöhte Einschaltadel und/ oder ein stark aperiodischer Verlauf der Spikes sowie sehr langsam abklingende HF-Schwingungen (manchmal bis zum Beginn des nächsten Spikes) deuten auf starke Reflexionen im Loop hin und sind ein Zeichen starker Fehlanpassungen. Eventuell ist

der Loop nicht geschlossen oder mehrere Abschlusswiderstände sind in Reihe geschaltet – Loopwiderstand überprüfen. Liegen zudem noch geringe Nutzsinalpegel vor, hilft eine kapazitive Leistungsanpassung meist nicht mehr und die Störsignale müssen durch eine Änderung der Geometrie des Datenloops stärker unterdrückt werden. Entweder werden Teile des Loops benachbarten Datenloops zugeordnet oder die Struktur muss durch den Einsatz eines zweiten Mastermodems entflochten und verkürzt werden.

Werte der Spikes von $\hat{U}_{HF} = 1...3V$ sind häufig anzutreffen, allerdings ist auch die spektrale Zusammensetzung der Spikes von Bedeutung, sodass eine oszillographische Bewertung dieser Amplitude nicht immer zu einer sicheren Aussage führt.

3. Nutzsinalle

Spannungswerte von $\hat{U}_{Sign.pp} = 1...3V$ sind typisch. Eine ungestörte Kommunikation ist meistens bis $\hat{U}_{Sign.pp} = 0,5V$ erreichbar, allerdings ist dabei das ausreichende Verhältnis von Nutz- und Störsignal wesentlich.

4.5.4 Kapazitive Leistungsanpassung (iDB)

Die Parallelschaltung eines Kondensators zum Datenloop an den Klemmen des Mastermodems führt zu einer starken Dämpfung der Spikes. Allerdings wird auch das Nutzsinal etwas verringert. In Abhängigkeit vom Verhältnis Nutz-/Störsignal sind verschiedene Kapazitätswerte $C = 2,2...22nF$ sinnvoll. Als typischer Wert hat sich eine Kapazität von $C = 10nF$ ergeben.

Ab Mastermodem Typ MM630 sind die Kondensatoren bereits im Gerät integriert und durch Hakenschalter gestaffelt zuschaltbar. Die Inbetriebnahme des Datenloops hat immer ohne Kapazität zu beginnen, um die Nutz- und Störsinalpegel unverfälscht beurteilen zu können.

4.6 Segmenteinteilung

Jeder DKZ-Bereich wird in einzelne Segmente eingeteilt, welche verschiedene Funktionen haben. Diese dienen der logischen Verknüpfung für den DKZ und wenn vorhanden der Anlagensteuerung für Routingvorgaben, Visualisierung usw. Die Anzahl der Segmente pro DKZ-Bereich ist auf 60 begrenzt.

Man unterscheidet dabei

- **Routingsegmente,**
- **Kopplungssegmente,**
- **Segmente der Leistungsmodule,**

die in den folgenden Unterpunkten näher beschrieben werden.

4.6.1 Routingsegmente/Routingpunkte

Jedem "normalen" Segment eines DKZ-Bereichs (Länge anlagenspezifisch), wird in der Anlagentabelle ein Routingpunkt in der Gesamtanlage zugeordnet. Diese Segmente nennt man Routingsegmente. Sie erlauben eine genaue Orientierung zur Wegvorgabe in der Anlage bzw. dienen der späteren Visualisierung.

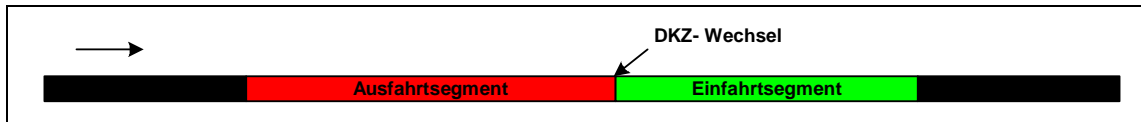
Routingpunkte können von 1 bis 9998 in beliebiger Reihenfolge vergeben werden.

Die Punkte 0 und 9999 sind spezielle Punkte, die zum einen ein Routingende (Routingtabelle abgearbeitet Punkt 0) und zum anderen ein Endlosrouting (Punkt 9999) markieren.

Teilweise werden auch Routingpunkte in Leistungsmodulen vergeben, die in den gesonderten Spezifikationen zur Konfiguration der Leistungsmodule näher erläutert sind.

4.6.2 Kopplungssegmente

Kopplungssegmente befinden sich an DKZ-Übergängen. Sie dienen der "Übergabe" von Fahrzeugen an den Nachbar-DKZ und gewährleisten den Handshake zwischen den DKZs.



Bei den Kopplungssegmenten werden Ausfahrt- und Einfahrtsegmente unterschieden, die eine bestimmte Länge nicht unter- bzw. überschreiten sollen.

Länge Ausfahrtsegment	ca. 1000mm, nicht größer als "FzLänge -700mm"
Länge Einfahrtsegment	min. 300mm



Hinweis!

Die angegebenen Längen sind Richtwerte! Eine Verkürzung dieser Segmente kann z.B. durch Verringerung der Fahrgeschwindigkeiten in diesen Segmenten realisiert werden. Im Gegenzug kann es erforderlich sein bei hohen Geschwindigkeiten, diese Segmente zu verlängern.

4.6.3 Segmenteinteilung in Leistungsmodulen

Wie auch die Fahrstrecke werden die Leistungsmodule in verschiedene Segmente wie z. B. Belegungs- und Freigabesegmente eingeteilt.



Siehe auch!

Für eine nähere Erläuterung der Segmenteinteilung, siehe Spezifikation zu den einzelnen Leistungsmodultypen.

4.7 Konfiguration/Positionen/Parametrierung

Zum Abschluss muss der installierte DKZ-Bereich durch das Erstellen einer Anlagentabelle und der Konfiguration der Leistungsmodule parametriert werden.

Zur Erstellung einer Anlagentabelle und für die Einteilung eines DKZ-Bereiches in Segmente ist es erforderlich, wichtige Positionen aufzunehmen.

Diese Absolutpositionen in Millimetern werden mit Hilfe eines Fahrwagens im DKZ-Bereich aufgenommen. Dabei wird der Fahrwagen entweder im Handmodus per Fernbedienung verfahren oder durch den Bereich geschoben und die an der Fahrwagensteuerung angezeigte Position abgelesen.

wichtige Positionen:

- Positionierpunkte (z.B. auf Hebern, Hubtischen)
- erste Position im DKZ-Bereich nach DKZ-Wechsel bei Einfahrt
- letzte Position im DKZ-Bereich bei Ausfahrt
- Positionen bei Codeschienenwechsel (z.B. auf Weichenbalken)
- Positionen vor Leistungsmodulen, bei denen der Fahrwagen noch nicht im Trennbereich steht
- Positionen nach Leistungsmodulen, bei denen der Fahrwagen das Leistungsmodul komplett verlassen hat



Beispiel siehe Punkt 5.4.1

Die abschließende Parametrierung der einzelnen DKZ-Bereiche erfolgt mit Hilfe eines Parametrierungstools.



Siehe Beschreibung Dkz-Para!

Die Vorgehensweise der DKZ-Parametrierung wird ausführlich in der **separaten Beschreibung** beschrieben.

5 Gesamtbeispiel

Im Folgenden sollen die vorhergehenden Kapitel anhand eines Gesamtbeispiels erläutert werden. Dabei wird der DKZ-Bereich 56 aus Kapitel 4.1 näher beschrieben, der mit iDB ausgestattet ist.

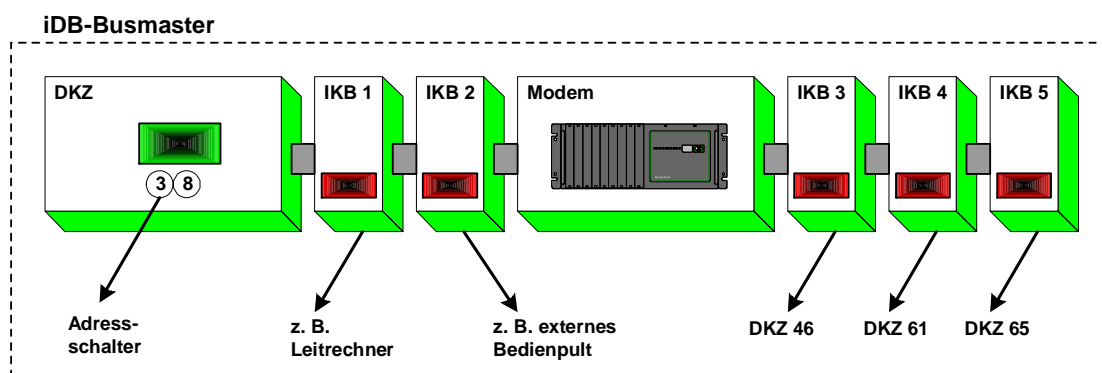
bestehend aus:

- Datenkonzentrator-Modul
- iDB-Modem-Modul
- fünf IKB-Module
- Einfachweiche Typ 03hex (2 Einfahrten, 1 Ausfahrt, durchgehende Codeschiene auf geradem Weichenbalken)
- drei Nachbar-DKZs (2 Einfahrten von DKZ 46 und 61 sowie 1 Ausfahrt zum DKZ 65)

5.1 Aufbau der DKZ- Steuerungseinheit

Die Steuerung und Verwaltung des DKZ-Bereiches übernimmt der Datenkonzentrator mit Hilfe seiner Zusatzmodule, die zu einer Steuerungseinheit zusammengefasst werden.

Diese sind in unserem Beispiel wie folgt zusammengestellt:



Der DKZ-Bereich wird in der Anlage adressiert und erhält als Adresse seine DKZ-Bezeichnung (Nummer). Die Adressschalter des Datenkonzentrator-Moduls müssen somit auf den Wert 38 hexadezimal eingestellt werden, das dezimal der 56 entspricht.

IKB1 und IKB2 dienen zur Anbindung an externe Geräte, wie z.B. Leitreechner bzw. Bedienpulte und werden durch das Datenkonzentrator-Modul mit den Adressen 2 und 3 adressiert. Die IKB-Module 3 bis 5 dienen als Verbindungsmodule zu den benachbarten DKZ-Bereichen und erhalten durch den Datenkonzentrator die Adressen 4 (IKB3), 5 (IKB4) und 6 (IKB5).



Hinweis!

Kopplungen werden grundsätzlich erst ab Adresse 4 vergeben. Alle IKB-Verbindungen werden über den Parametrierrechner konfiguriert.

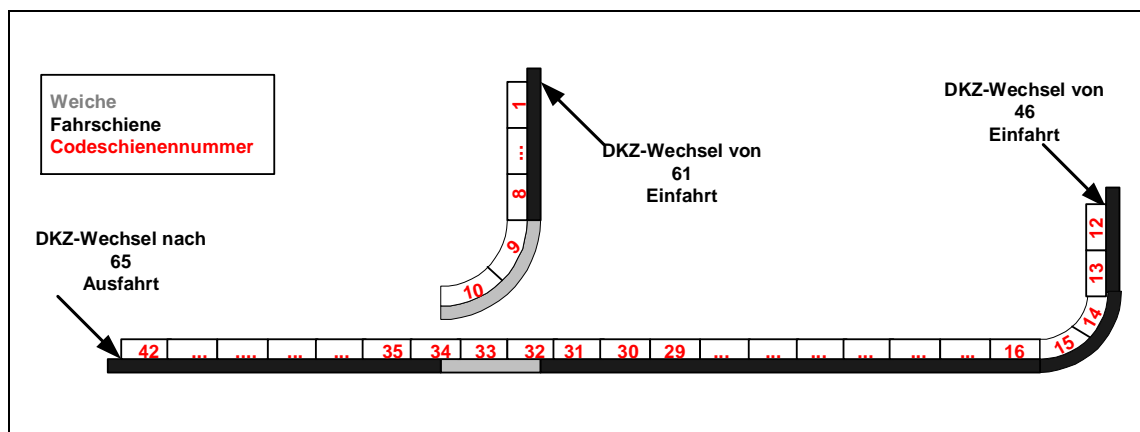
Der Übersicht halber sollten die IKB-Module auch in aufsteigender Reihenfolge der Nachbar-DKZs verdrahtet werden, d.h. hier in unserem Beispiel IKB3 für die Verbindung zum Nachbar-DKZ 46, IKB4 für die Verbindung zum Nachbar-DKZ 61 und IKB5 für die Verbindung zum Nachbar-DKZ 65.

Der Einbau des Modems kann an beliebiger Stelle hinter dem Datenkonzentrator erfolgen.

5.2 Codeschienenverlegung

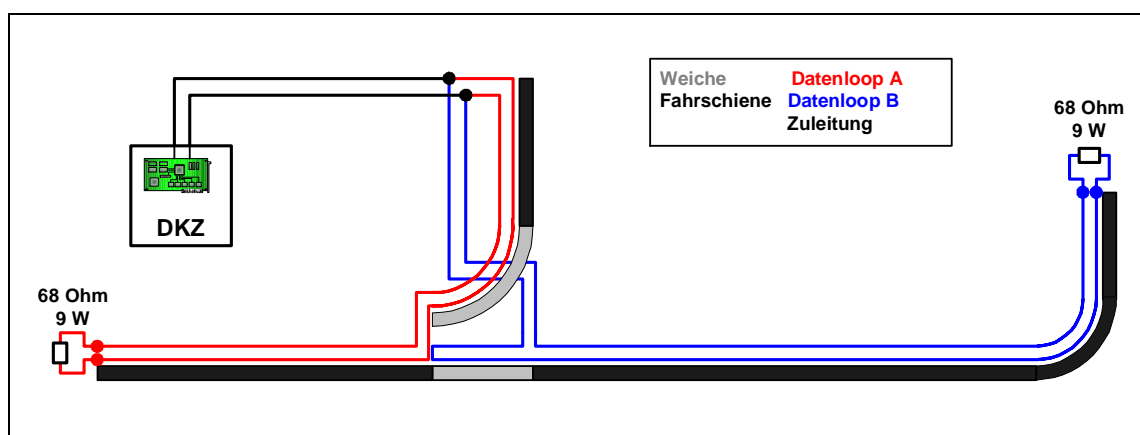
Die folgende Darstellung zeigt die Codeschienenverlegung im DKZ-Bereich. Dabei wurden die Codeschienen mit der Nummer 1 bis 42 verwendet, die in Fahrtrichtung in aufsteigender Reihenfolge verlegt werden. Da hier eine Weiche vom Typ 03hex zur Anwendung kommt, erfolgt das Verlegen des durchgehenden Codes über den geraden Weichenbalken und der Code der anderen Einfahrt endet auf dem Kurvenbalken der Weiche mit der Codeschiene 10.

Wie im Kapitel "Verlegung in Leistungsmodulen" beschrieben, wird die Codeschiene 11 nicht im DKZ-Bereich verwendet.



5.3 Datenbusverlegung

Für die Datenbusverlegung wurde in diesem Beispiel die Y-Struktur gewählt, d.h. der Datenbus wird in zwei Teilbereiche A und B aufgeteilt, die parallel zueinander geschaltet und jeweils mit einem Abschlusswiderstand von 68 Ω abgeschlossen werden.



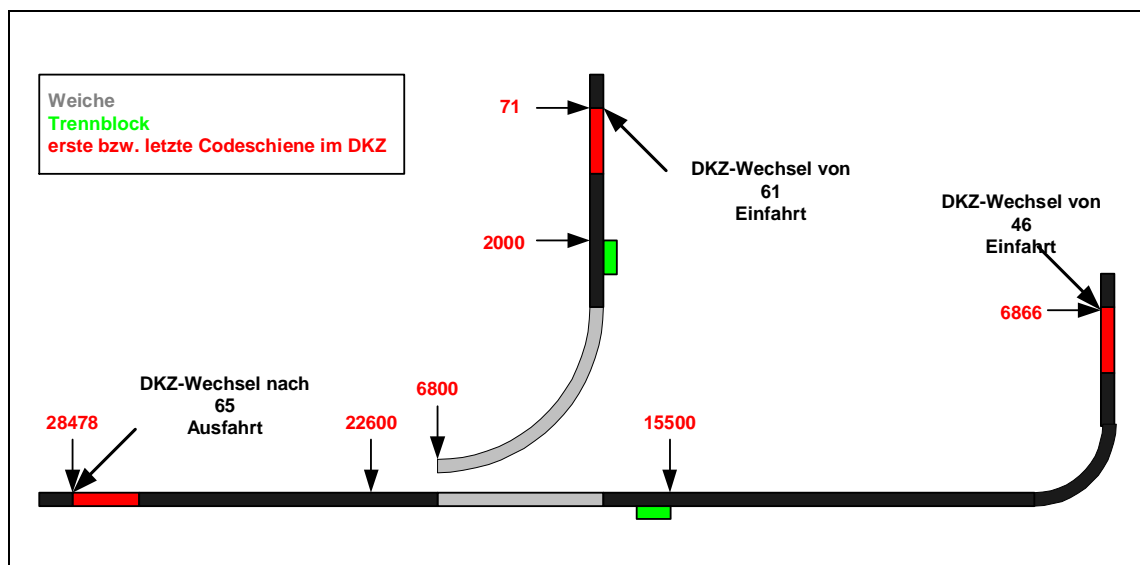
5.4 Segmente und Routing

Das Routen der Fahrzeuge durch den DKZ-Bereich erfolgt mit Hilfe von festgelegten Routingpunkten. Dazu wird der Bereich in Segmente eingeteilt und später mit Hilfe des Parametrierrechners über die Anlagentabelle den einzelnen Segmenten ein Routingpunkt zugeordnet.

5.4.1 Positionsaufnahme

Für die Erstellung der Anlagentabelle und für die Einteilung des DKZ-Bereiches in Segmente ist es erforderlich, wichtige Positionen aufzunehmen.

aufzunehmende Positionen (rote Ziffern):



Position 71	erster Code nach Einfahrt von DKZ 61
Position 2000	Position vor Einfahrt in den Weichentrennbereich (Kurve)
Position 6800	Ende Code auf nicht durchgehend verlegtem Codeschienebereich
Position 6866	erster Code nach Einfahrt von DKZ 46
Position 15500	Position vor Einfahrt in den Weichentrennbereich (Gerade)
Position 22600	Position, bei der der Fahrwagen die Weiche komplett verlassen hat
Position 28478	letzter Code vor Ausfahrt in den DKZ 65

5.4.2 Segmenteinteilung und Routingpunktvergabe

Nach dem Aufnehmen der Positionen wird der Bereich in Segmente eingeteilt.

Der Beispiel-DKZ-Bereich wird im folgenden in 10 Segmente eingeteilt:

Kopplungssegmente	
Segment 1	Einfahrt von DKZ 61 (Position 71 bis 500)
Segment 4	Einfahrt von DKZ 46 (Position 6866 bis 8000)
Segment 10	Ausfahrt nach DKZ 65 (Position 27301 bis 28478)

Streckensegmente	
Segment 5	1. Segment (Position 8001 bis 11500)
Segment 6	2. Segment (Position 11500 bis 15000)

Weichensegmente	
Segment 2	1. Belegungssegment (vor Trennbereich) (Position 501 bis 1000)
Segment 3	inneres Segment Kurve (Position 1001 bis 6800)
Segment 7	2. Belegungssegment (vor Trennbereich) (Position 15001 bis 15500)
Segment 8	inneres Segment Gerade (Position 15501 bis 22650)
Segment 9	Freigabesegment (Weiche frei) (Position 22651 bis 27300)

Anschließend werden an Streckensegmente sowie Segmente vor Entscheidungspunkten Routingpunkte vergeben, die mit dem Parametrierer (siehe dazugehörige Dokumentation) den einzelnen Segmenten in der Anlagentabelle zugewiesen werden. Sie dienen der Wegvorgabe durch den Bereich.



Segmenteinteilung und Routingpunkte sind im nachfolgenden Bild dargestellt.

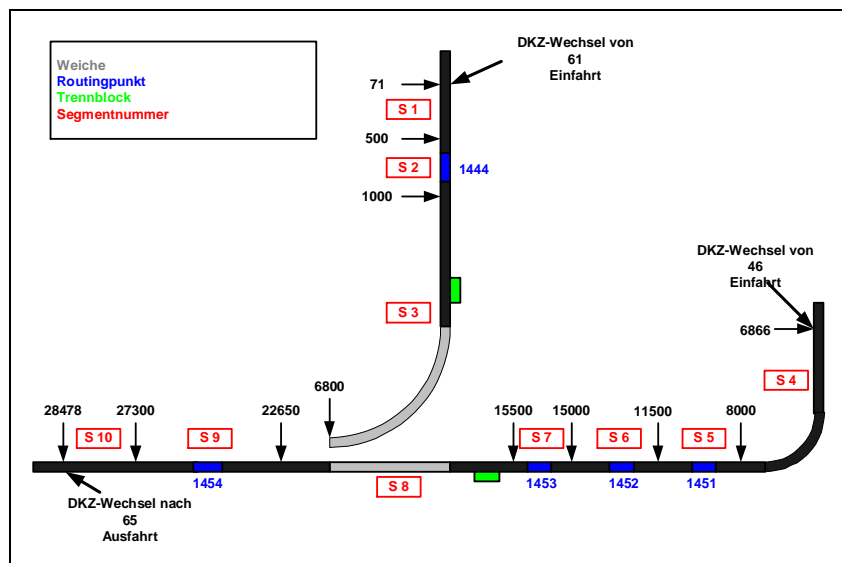
Gesamtbeispiel



Hinweis!

An Kopplungssegmente und innere Leistungsmodulsegmente werden keine Routingpunkte vergeben!

Eine Ausnahme bilden Positionierpunkte in Leistungsmodulen, die der spezifischen Leistungsmodulbeschreibung zu entnehmen sind.



5.4.3 Routing

Fahrzeugen kann mit Hilfe der SPS oder mittels MU (LJU-Programmiergerät) eine Routingtabelle gesendet werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Routingtabelle lückenlos, d.h. es darf kein Routingpunkt auf einem Routingweg ausgelassen werden, geschrieben wird. Weiterhin muss sich das Fahrzeug auf dem 1. Punkt oder dem davor liegenden Punkt der zu schreibenden Routingtabelle befinden.

Beispiele:

Routingtabelle:
1451;1452;1453;1454;**0**

Fahrzeug fährt von Punkt 1451 bis 1454 und wartet dort auf eine neue Tabelle

Routingtabelle:
1454;1453;1454;**9999**

Fahrzeug fährt endlos zwischen den Punkten 1454 und 1453 hin und her

Routingtabelle:
0

aktuelle Routingtabelle wird gelöscht