



Zur Erlangung des Grades
eines
Master of Engineering (Ma. Eng.)

von Herrn Felix Liebisch

geboren am: 10.01.1990

in: Halle/Saale

Datum: 28.08.2017

Thema: Konzepte zum Umbau des NGTW6-L Leoliner für den Heck an Heck Betrieb

Erstprüfer: Prof. Dr. Jörg Scheffler

Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Jens Strobel

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	6
Tabellenverzeichnis.....	8
1. Einleitung.....	9
1.1 Die aktuelle Situation im Leipziger Nahverkehr	9
1.2 Fahrzeugtypen innerhalb der LVB	10
1.3 Grundtypen von Straßenbahnfahrzeugen.....	12
2. Entwicklung und Eigenschaften des NGT6W Leoliners.....	13
3. Der Betrieb des Leoliners	16
3.1 Die unterschiedlichen Traktionsarten des Leoliners	16
3.2 Die Bildung des Sollwertes	16
3.3 Signale und Funktionen der Türen	17
4. Entwicklung der Hecktraktion	18
5. Aufbau der Kupplung des Leoliners	19
6. Konzepte zum Umbau	24
6.1 Adapter an der Kupplung.....	24
6.2 Adapter an den Zuleitungen	24
6.3 Tauschen der Kupplungen	25
6.4 Drehschalter zum Tauschen der Kontakte	25
6.5 Automatische Umschaltung	25
6.6 Umbau zum Anderthalbrichter.....	26
7. Besonderheiten im Heckbetrieb	27
8. Bewertungen der Konzepte	27
8.1 Kriterien für Bewertung der Konzepte	27
8.2 Konzept Kupplungsadapter	28
8.3 Konzept Adapter an den Zuleitungen.....	29
8.4 Konzept Tausch der Kupplungen	29
8.5 Konzept Drehschalter zum Tauschen der Kontakte	30
8.6 Konzept Automatische Umschaltung	30
8.7 Konzept Umbau zum Anderthalbrichter	31
8.8 Ergebnis der Bewertung	31

9. Kontaktbelegung für den Heckbetrieb.....	32
9.1 Veränderte Kontaktbelegung	32
9.2 Komplette Kontaktbelegung.....	34
9.3 Genauere Signalbetrachtung.....	37
10. Konzept Tausch der Kupplungen.....	52
10.1 Umbaumaßnahmen am Fahrzeug	52
10.2 Erforderliche Einzelteile.....	52
10.3 Zeit und Kostenplan.....	52
10.4 Sonstige Umbauten/Beschriftungen	53
10.5 Bedienung in der Hecktraktion.....	53
11. Konzept Drehschalter zum Tauschen der Kontakte.....	54
11.1 Umbaumaßnahmen am Fahrzeug	54
11.2 Erforderliche Einzelteile.....	54
11.3 Zeit und Kostenplan.....	54
11.4 Bedienung in der Hecktraktion.....	55
11.5 Ursachen für den Wegfall des Konzeptes.....	55
12. Konzept Adapter an den Zuleitungen	56
12.1 Umbaumaßnahmen am Fahrzeug	56
12.2 erforderliche Einzelteile.....	57
12.3 Zeit und Kostenplan.....	58
12.4 Bedienung in der Hecktraktion.....	58
13. Weitere Veränderungen und Umbau des führenden Fahrzeuges.....	59
13.1 Bevorzugte Umbauvariante für beide Fahrzeuge	59
13.2 Alternative Umbauvariante	69
14. Betrachtung der einzelnen Signale auf unsachgemäßen Eingriff	69
14.1 Signale der elektrischen Kupplung	70
14.2 Kuppeln mit falschen Fahrzeugen	76
14.3 Zusammenfassung.....	77
15. Unterlagen für die Zulassung	77
16. Fazit	78
Glossar.....	79
Literaturverzeichnis.....	80

Inhaltsverzeichnis

Fotonachweis	80
Selbständigkeitserklärung	81
Anhang.....	82

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Dresdener Bus als SEV in Leipzig-Leutzsch	9
Abbildung 2 Fahrzeugtypen T4D-M & NGT8.....	11
Abbildung 3 Fahrzeugtypen NGT12 & NGT10.....	11
Abbildung 4 Der MGT6D in Halle. Ein typischer Zweirichter	12
Abbildung 5 Leoliner Prototyp	13
Abbildung 6 Serienversion NGT6	14
Abbildung 7 Leoliner in Halberstadt.....	15
Abbildung 8 Leoliner Traktion	16
Abbildung 9 Tatra Hecktraktion in der Rosa-Luxemburg-Straße 1992	18
Abbildung 10 Belegung der Bugkupplung.....	19
Abbildung 11 Belegung der Heckkupplung	20
Abbildung 12 Bugkupplung mit Kontaktstiften.....	23
Abbildung 13 Heckkupplung mit Kontaktbuchsen.....	23
Abbildung 14 MGT-K Halle (Beispiel für einen Anderthalbrichter).....	26
Abbildung 15 Schaltplan Kupplung Seite 1	37
Abbildung 16 Schaltplan Kupplung Seite 2	38
Abbildung 17 Schaltplan Kupplung Seite 3	38
Abbildung 18 Ausschnitt aus dem Schaltplan Steuerung Stromabnehmer	39
Abbildung 19 Ausschnitt aus dem Schaltplan Steuerschutz & Fahrtrichtungswahl	40
Abbildung 20 Schaltplan Steuerschalter	41
Abbildung 21 Ausschnitt aus dem Schaltplan Bremsanlage, Anzeige Federspeicherbremse .	42
Abbildung 22 Ausschnitt aus dem Schaltplan Sicherheitskreis.....	43
Abbildung 23 Ausschnitt aus dem Schaltplan Überwachung und Sicherheitseinrichtungen..	44
Abbildung 24 Ausschnitt aus dem Schaltplan Kupplungsschütze.....	45
Abbildung 25 Ausschnitt aus dem Schaltplan Hilfsbetriebsanlage Steuer, Batterie ein	45
Abbildung 26 Ausschnitt aus dem Schaltplan Blinkanlage	46
Abbildung 27 Ausschnitt aus dem Schaltplan IBIS-Anlage.....	47
Abbildung 28 Ausschnitt aus dem Schaltplan Grünschleife, Türkontrolle, Haltewunsch Hübner-Türen	48
Abbildung 29 Ausschnitt aus dem Schaltplan CAN-Bus Hübner-Türen	49
Abbildung 30 Ausschnitt aus dem Schaltplan Videoüberwachungsanlage, Videosteuermodem	50
Abbildung 31 Kontaktträger (Nummer 10)	53
Abbildung 32 Heckkupplung Leoliner von unten	56
Abbildung 33 Kabelverbindung von der Kupplung	57
Abbildung 34 Schaltplan für die Stromversorgung	60
Abbildung 35 Neue Belegung Steuerschalter	61
Abbildung 36 Ausschnitt aus dem Schaltplan Steuerung Stromabnehmer für die Heck an Heck Traktion	62

Abbildung 37 Ausschnitt aus dem Schaltplan Bremsanlage Anzeige Federspeicherbremse für die Heck an Heck Traktion.....	63
Abbildung 38 Ausschnitt aus dem Schaltplan Sicherheitskreis für die Heck an Heck Traktion.....	64
Abbildung 39 Ausschnitt aus dem Schaltplan Grünschleife, Türkontrolle, Haltewunsch Hübner Türen für die Heck an Heck Traktion.....	65
Abbildung 40 Ausschnitt aus dem Schaltplan Überwachung und Sicherheitseinrichtungen für den Heck an Heck Betrieb	66
Abbildung 41 Ausschnitt aus dem Schaltplan Steuerung Kupplungsschütze für die Heck an Heck Traktion	67
Abbildung 42 Ausschnitt aus dem Schaltplan Blinkanlage für die Heck an Heck Traktion.....	68
Abbildung 43 Schaltplan Steuerschütz und Fahrtrichtungswahl	70
Abbildung 44 Schaltplan Fahren & Bremsen	71
Abbildung 45 Steuerschalter	72
Abbildung 46 Pilztaster Gefahrenbremse im Führerstand	73

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Kupplungsbelegung	20
Tabelle 2 Kriterien für Bewertung der Konzepte	27
Tabelle 3 Bewertung Konzept Kupplungsadapter.....	28
Tabelle 4 Bewertung Konzept Adapter an den Zuleitungen	29
Tabelle 5 Bewertung Konzept Tausch der Kupplungen	29
Tabelle 6 Bewertung Konzept Drehschalter zum Tauschen der Kontakte	30
Tabelle 7 Konzept Automatische Umschaltung	30
Tabelle 8 Bewertung Konzept Umbau zum Anderthalbrichter.....	31
Tabelle 9 Ergebnis der Bewertung	31
Tabelle 10 Kontaktbelegung Fahren	33
Tabelle 11 Kontaktbelegung Bremsen	33
Tabelle 12 Kontaktbelegung Türen	34
Tabelle 13 Kabel-/Kontaktbelegung.....	34
Tabelle 14 Anschluss der Signale	51
Tabelle 15 Gesamtkosten.....	78

1. Einleitung

1.1 Die aktuelle Situation im Leipziger Nahverkehr

Die Stadt Leipzig erlebt im Moment eine der größten Bevölkerungszuwächse in der Geschichte. Mit der Einwohnerzahl steigt auch die Zahl der Nutzer der öffentlichen Verkehrsmittel. Somit müssen neue Wege und Ideen gesucht werden, um mit den wachsenden Herausforderungen umzugehen. Eine Möglichkeit stellt diese Masterarbeit dar.

Zunächst wird in den Kapiteln 1-5 der aktuelle Zustand dargestellt. Danach folgen die Konzepte und deren Bewertungen. Im Kapitel 9 stelle ich dar, welche Signale für die Hecktraktion verändert werden müssen. Hierzu werden die originalen Schaltpläne ausgewertet. Nun folgt die genauere Beschreibung der Umbauarbeiten inkl. der überarbeiteten Schaltpläne (bzw. selbst erstellte Schaltpläne). Zum Abschluss wird noch untersucht, ob bei unsachgemäßer Bedingung die Sicherheit gefährdet ist und welche Unterlagen für die Zulassungsbehörde notwendig sind. Nun aber zurück zur aktuellen Situation.

Reichte es bis jetzt immer aus bei Baustellen mit Gelenkbussen einen Schienenersatzverkehr (SEV) anzubieten, wird dies in Zukunft nicht mehr im akzeptablen Rahmen möglich sein. Schon heute müssen Busse gebraucht gekauft oder gemietet werden, um den Busverkehr auf den übrigen Linien zu gewährleisten.



Abbildung 1 Dresdener Bus als SEV in Leipzig-Leutzsch

Ein anderer Ansatz kommt mittlerweile in vielen Städten zur Anwendung. Hier werden unmittelbar vor der Baustelle Bau- oder Kletterweichen eingebaut, um den Verkehr bis kurz vor die Baustelle mit Zweirichtungsfahrzeugen aufrecht zu erhalten. Somit kommen nur auf einem kurzen Weg Busse im SEV zum Einsatz.

Die Leipziger Verkehrsbetriebe (kurz LVB) haben zwar einen umfangreichen Fahrzeugpark an verschiedenen Straßenbahnfahrzeugen, jedoch befinden sich darunter keine Zweirichtungsfahrzeuge. Aus diesem Grund wird innerhalb dieser Arbeit untersucht, welche Möglichkeiten denkbar sind, um aus einen der vorhandenen Straßenbahnwagen ein Zweirichtungsfahrzeug zu erstellen.

1.2 Fahrzeugtypen innerhalb der LVB

Zunächst wird ein Fahrzeugtyp aus dem aktiven Bestand der LVB herausgesucht. Historische und zu Arbeitswagen umgebaute Fahrzeuge fallen hierbei natürlich heraus. Somit kommen aktuell nur 5 Fahrzeugtypen in Frage.

Das älteste Fahrzeug im Bestand ist der T4D-M. Dabei handelt es sich um modernisierte Tatrafahrzeuge, welche ab 1968 angeschafft und Anfang der 90er Jahre umfassend modernisiert wurden. Die Fahrzeuge sind ca. 15m und eignen sich relativ gut zum Einsatz als Zweirichtungsfahrzeuge (siehe Kapitel 4). Jedoch sollen die Fahrzeuge so schnell wie möglich abgestellt werden und fallen somit heraus.

Die ersten Niederflurfahrzeuge im Bestand der LVB sind die NGT8. Diese Fahrzeuge wurden in den 90ern beschafft und sind mit ca. 27m Länge deutlich länger als die Tattras, allerdings ist ein kompletter Umbau zum Zweirichter zu aufwendig. Hinzu kommt, dass die Fahrzeuge für einen Heck an Heck Betrieb auch deutlich zu lang sind. Außerdem haben die ersten Wagen schon ein Alter von 23 Jahren und damit eine zu geringe Restnutzungsdauer für eine zukünftige Anwendung (Straßenbahnen haben eine Nutzungsdauer von ca. 30 Jahre).

1. Einleitung



Abbildung 2 Fahrzeugtypen T4D-M & NGT8

Darüber hinaus gibt es noch die Fahrzeugtypen NGT12-LEI XXL und den neusten Fahrzeugtyp NGT10 XL. Beide fallen jedoch auf Grund ihrer Länge von 45m bzw. 38m heraus. Auch ein kompletter Umbau fällt hier auf Grund der Komplexität weg.

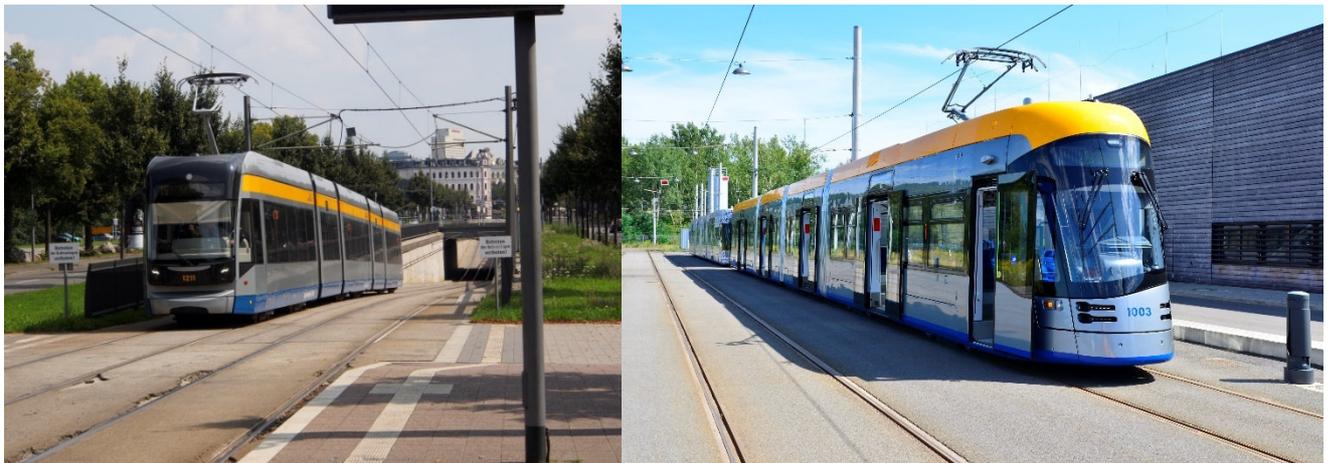


Abbildung 3 Fahrzeugtypen NGT12 & NGT10

Somit bleibt nur noch der NGT6W Leoliner übrig. Dieser hat mit einer Länge von ca. 22m ein gutes Mittelmaß für den Betrieb als Heck an Heck Traktion (Erläuterung siehe Kapitel 4). Außerdem haben die Fahrzeuge noch eine relativ lange Nutzungsdauer. Somit werden an diesem Fahrzeugtyp entsprechende Konzept zum Umbau erarbeitet.

1.3 Grundtypen von Straßenbahnfahrzeugen

Weltweit kommen die verschiedensten Straßenbahnwagen zum Einsatz. Für jede Stadt mit ihren verschiedenen Erfordernissen können heute Straßenbahnwagen gebaut werden. Vorbei ist die Zeit von einheitlichen Fahrzeugtypen für ganze Länder.

Unterschieden wird bei den Straßenbahnen zwischen Einrichtungs- und Zweirichtungsfahrzeugen. „Ein **Einrichtungswagen** hat nur eine Fahrerkabine mit Fahrerstand – und zum Rangieren oder zum Wenden an Gleisdreiecken einen Rückfahrstand, der sich abgedeckt und verschlossen im Fahrgastraum befindet (...).“ (Backmann 2010)

Daneben gibt es noch Zweirichtungsfahrzeuge. „**Zweirichtungsfahrzeuge** weisen auf beiden Seiten eine komplette Fahrerkabine mit Fahrerstand und auf beiden Seiten Türen auf. Zweirichtungswagen benötigen zum Wenden nur einen Gleisstumpf mit Federweiche (auch „Rückfallweiche“ genannt), während Einrichtungsfahrzeuge immer eine Gleisschleife oder wenigstens ein Gleisdreieck benötigen.“ (Backmann 2010)



Abbildung 4 Der MGT6D in Halle. Ein typischer Zweirichter

Darüber hinaus gibt es noch den Anderthalbrichter, der eine Mischung aus beiden Typen darstellt (ein Führerstand, aber auf beiden Seiten Türen).

2. Entwicklung und Eigenschaften des NGT6W Leoliners

Die LFB (Leipziger Fahrzeugservice-Betriebe) sah sich Anfang der 2000er Jahre einer schwierigen Situation gegenüber. Der Mutterkonzern LVB musste aufgrund sinkender Zuschüsse die Kosten senken. Dies erreichte man u.a. durch geringere Instandhaltungsmaßnahmen, d.h. es wurde umgangssprachlich auf Verschleiß gefahren. Damit fehlten der LFB als Instandhalter der LVB Aufträge und es drohten Entlassungen. Da die LVB aber zeitgleich ihren Wagenpark modernisieren wollte, sah man eine Chance dies zu verhindern. Angedacht war zunächst weitere Tatra Fahrzeuge zu modernisieren, diesmal zu Niederflurfahrzeugen. Da das Projekt aber auch durch Fördermittel finanziert werden sollte, musste der Niederfluranteil mindestens 50% betragen, was beim Tatra nicht möglich war. Auch eine angestrebte Wagenkastenbreite von 2,30m war beim 2,20m schmalen Tatra nicht möglich. So entschied man sich ein komplett neues Fahrzeug zu entwickeln. Um die Kosten zu senken, wurden einige bekannte Konstruktionsmerkmale wiederverwendet (vgl. Diplomarbeit Christian Morenz). Nach gut 10 Monaten Entwicklungsarbeit stand im Dezember 2003 der erste Prototyp für Testfahrten bereit.



Abbildung 5 Leoliner Prototyp

Herausgekommen ist ein 22m langes sechsachsiges Fahrzeug mit einem Niederfluranteil von ca. 60%. Der Wagen wurde nach dem neusten Stand der Technik entwickelt. Die Steuerung, welche von der Firma Kiepe stammt, basiert auf aktueller IGBT Technik und ist daher sehr sparsam. Trotzdem ist der Kaufpreis eines Leoliners wesentlich geringer wie der

2. Entwicklung und Eigenschaften des NGT6W Leoliners

vergleichbarer Fahrzeuge. Die beiden Prototypen 1301 und 1302 absolvierten ausgiebige Testfahrten, mitunter sogar im Linieneinsatz auf der Linie 11 und 11E. Die LVB entschied sich nach den positiven Erfahrungen zum Kauf von zunächst 30 der intern Typ 37 oder NGTW6-L (Niederflurgelenktriebwagen 6 Achsig Leipzig) bezeichneten Fahrzeuge, welche mittlerweile von dem neu gegründeten Unternehmen HeiterBlick GmbH gefertigt wurden.

Diese unterscheiden sich teilweise erheblich von den Prototypen. Die Front wurde umgestaltet und die Kupplungen klappbar unter einer Abdeckung angebracht. Da über diese Kupplungen kein Traktionsstrom (Strom für den Antrieb des zweiten Triebwagens) fließen darf, müssen erstmals in Leipzig in einer Traktion beide Triebwagen Kontakt zur Oberleitung haben. Der Führerstand wurde komplett überarbeitet und der Innenraum verändert. Die Serienleoliner haben automatische Außenschwingschiebetüren der Firma Hübner, während die Prototypen Außenschwingtüren besitzen. Daher können die Serienleoliner nicht mit den Prototypen gekuppelt werden, obwohl sie teilweise an diese angepasst wurden. Nach anfänglichen Schwierigkeiten, welches jedes neue System besitzt, erwiesen sich die Leoliner als einsatzstabile und robuste Fahrzeuge. Im Jahre 2009 wurden nochmals 18 Fahrzeuge bestellt, womit die LVB insgesamt 50 Leoliner besitzt.



Abbildung 6 Serienversion NGT6

2. Entwicklung und Eigenschaften des NGT6W Leoliners

Einzigster Kunde außer den LVB blieben die Verkehrsbetriebe der Stadt Halberstadt. Diese bestellten für ihr meterspuriges Netz 5 Leoliner in einer etwas abgewandelten Version. Das Heck ist um einiges kürzer und es fehlt die letzte Tür. Auch der Führerstand wurde etwas abgeändert und die Wagen sind nicht traktionsfähig. Die Drehgestelle mit Außenrahmen mussten auch neu konstruiert werden. Die Leoliner in Halberstadt bestreiten den kompletten Verkehr auf den Linien 1 und 2. Nur bei Ausfällen oder Durchsichten kommen dort noch ältere Fahrzeuge vom Typ GT4 zum Einsatz.



Abbildung 7 Leoliner in Halberstadt

3. Der Betrieb des Leoliners

3.1 Die unterschiedlichen Traktionsarten des Leoliners

Der Leoliner kann in verschiedenen Traktionsarten betrieben werden. Im Linienverkehr sind der Solobetrieb (Linie 14 und am Wochenende Linie 2 und 8) und die Doppeltraktion gebräuchlich. Um dies zu ermöglichen, müssen alle wichtigen Befehle (Fahrbefehl, Türen usw.) über die Kupplung von dem vorderen an den hinteren Triebwagen (bzw. umgekehrt für die Antworten) übertragen werden. Bei der Traktion wird immer unterschieden zwischen führendem Wagen und geführtem Wagen.

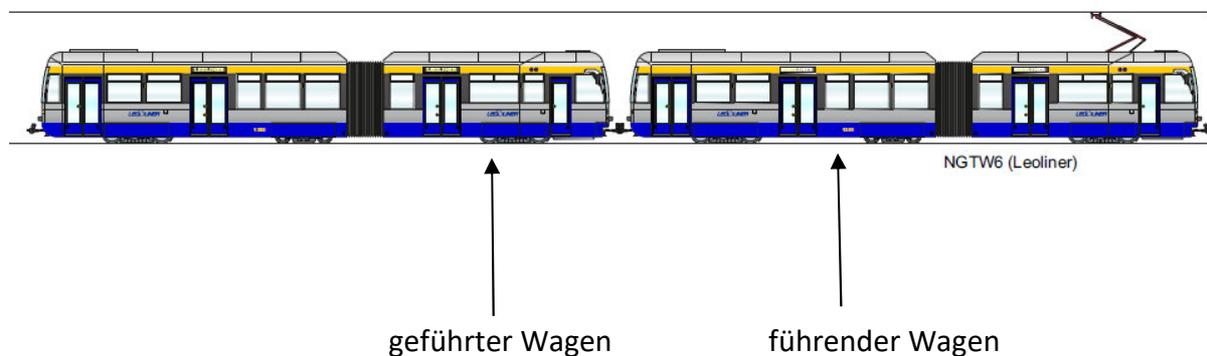


Abbildung 8 Leoliner Traktion

Angedacht war noch der Betrieb mit Beiwagen, jedoch wurde dies nie verwirklicht.

3.2 Die Bildung des Sollwertes

Die Steuerung des Leoliners vergleicht ständig die tatsächliche Beschleunigung (positive als auch negative) des Fahrzeuges mit einem Sollwert, welcher der Fahrer über den Sollwertgeber im Führerstand oder Heckfahrerschalter festlegt. Dieser Sollwert ist ein 4-Bit Signal (also mit 16 unterschiedlichen Werten) und wird sowohl an die Steuerung des vorderen, wie auch an die Steuerung des hinteren Triebwagens weitergeben. Damit sich der Wagen in Bewegung setzt müssen noch weitere Signale ausgewertet werden. Dazu gehören die Signale „Fahren“, „Bremsen nicht“ und „Gefahrenbremse nicht“. Das Signal „Fahren“ beinhaltet u.a. die Signale vom Totmann und vom Steuerschalter.

3.3 Signale und Funktionen der Türen

Zur Sicherheit der Fahrgäste müssen Kriterien erfüllt sein, bevor sich die Türen öffnen. Zu diesem Zweck werden bestimmte Signale zu den Türsteuergeräten geleitet. Diese sind u.a. „Türfreigabe“ vom Fahrer, „Haltewunsch“ von Fahrgästen und das Signal Stillstand von den Drehzahlgebern der Drehgestelle. Darüber hinaus kann der Fahrer auch alle Türen dauerhaft öffnen. Die Türen schließen sich in der Automatik nach einiger Zeit von allein, wenn der Lichttaster nicht durch einen Fahrgast oder Gegenstand unterbrochen ist. Darüber hinaus kontrolliert die Motorstromüberwachung beim Schließen permanent, ob sich ein Fahrgast in der Tür befindet. Ist diese geschlossen, wird ein Signal gesendet. Wenn das Signal von allen Türen kommt, wird es über das Signal Grünschleife an den Fahrer geleitet. Der Fahrer kann auch über die Signale „schließen“ oder „zwangsschließen“ die Türen schließen.

4. Entwicklung der Hecktraktion

Von einer Hecktraktion spricht man, wenn zwei Fahrzeuge am Heck miteinander gekuppelt werden. Zur Anwendung kam die Möglichkeit in den 70er Jahren in den Verkehrsbetrieben der Städte Dresden, Leipzig, Magdeburg und Halle. Notwendig wurde diese Traktionsart mit Aufkommen der sogenannten Tatra Fahrzeuge. Die Wagen mit der Bezeichnung T3D/T4D wurden nur als Einrichtungsfahrzeuge gebaut. Deshalb benötigen die Fahrzeuge Wendeschleifen an der Endhaltestelle. Bei Bauarbeiten (oder wie im Fall von Halle einige planmäßige Endstellen) konnte es jedoch nicht immer garantiert werden. Aus diesem Grund wurde eine Adapterplatte, welche zwischen die elektrischen Kontakte geklemmt wurde, entwickelt und erfolgreich umgesetzt. Da die Wagen an der Front keine Rückleuchten besitzen, wurden diese nachgerüstet. So konnten diese Fahrzeuge auch ohne Wendeschleifen verkehren. Nachteilig war jedoch, dass nur das führende Fahrzeug für die Fahrgäste genutzt werden konnte. Der zweite Triebwagen fuhr nur mit, erfüllte aber ansonsten keinen Zweck. Deshalb blieb diese Form der Traktion relativ selten. Um die Kapazität zu erhöhen, wurden in einigen Städten Beiwagen mit beidseitigen Türen ausgerüstet und zwischen die Triebwagen gestellt.



Abbildung 9 Tatra Hecktraktion in der Rosa-Luxemburg-Straße 1992

5. Aufbau der Kupplung des Leoliners

Der mechanische Teil der Kupplung ist eine sogenannte Scharfenbergkupplung. Diese ist heutzutage bei Straßenbahnwagen am häufigsten vertreten. Da die beiden Kupplungsteile mechanisch aufeinanderpassen, werden sie nicht weiter berücksichtigt. Viel interessanter im Hinblick auf die Umsetzung des Heck an Heck Betriebes ist die Belegung der elektrischen Komponente der Kupplung. Diese ist für den Einrichtungsbetrieb ausgelegt und muss für den Heck an Heck Betrieb gespiegelt werden. Zur Verdeutlichung dienen einige Abbildungen aus dem Schaltplan der Leoliner (zur besseren Erkennbarkeit sind alle Schaltpläne in Originalgröße im Anhang zu finden).

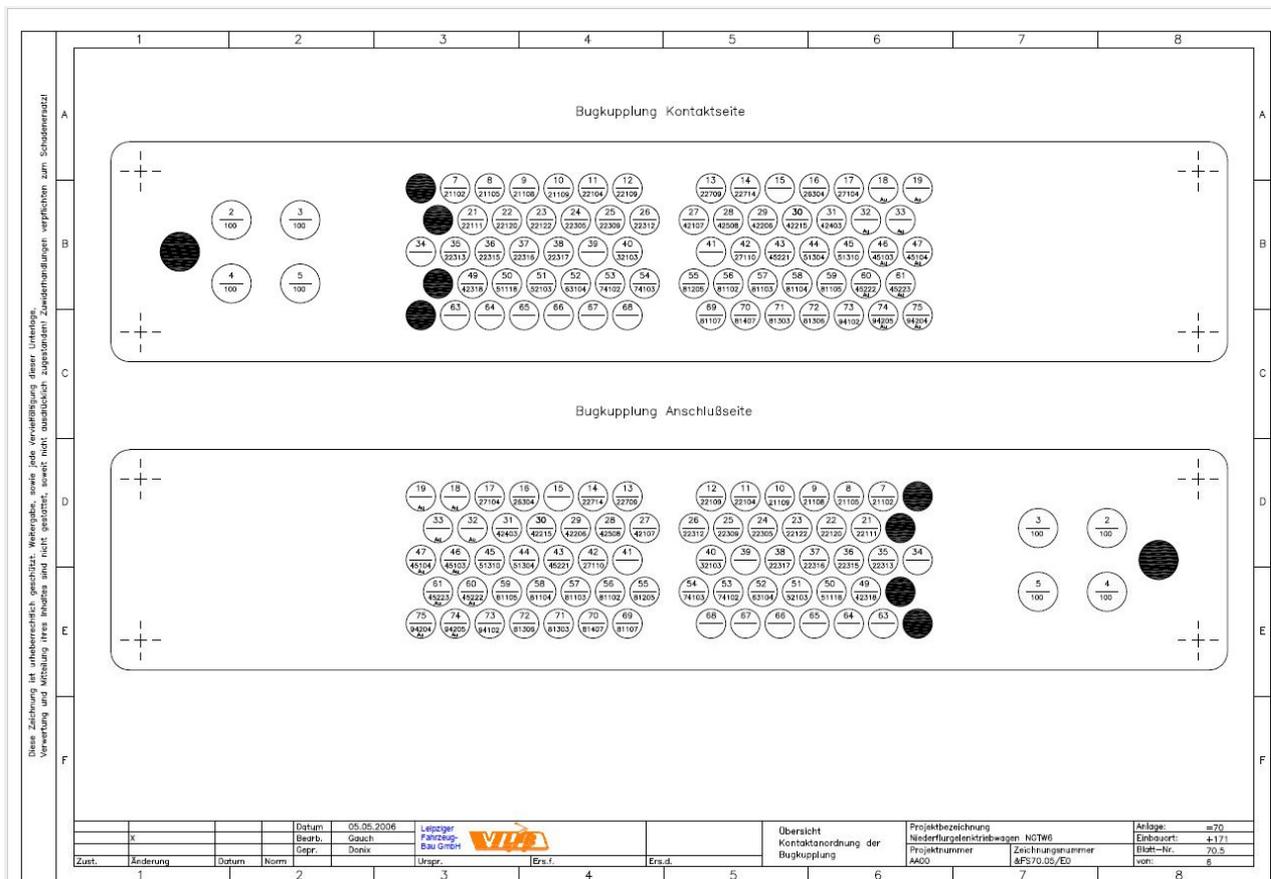


Abbildung 10 Belegung der Bugkupplung

5. Aufbau der Kupplung des Leoliners

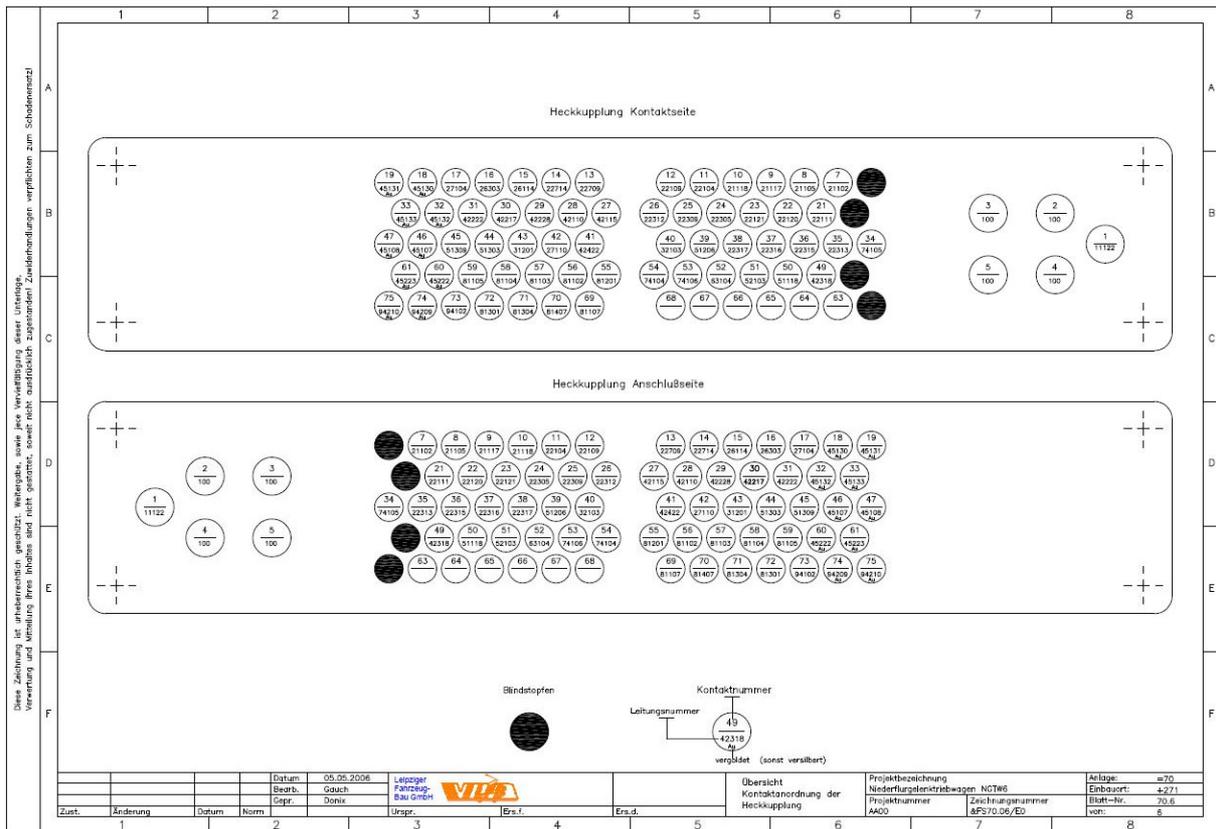


Abbildung 11 Belegung der Heckkupplung

Die Belegung sieht wie folgt aus:

Tabelle 1 Kupplungsbelegung

Kontaktnummer	Belegung	Bugseite	Heckseite
1	Plus 600V DC		X
2	Minus 600V DC	X	X
3	Minus 600V DC	X	X
4	Minus 600V DC	X	X
5	Minus 600V DC	X	X
6	Reserve	X	X
7	Stromabnehmer senken	X	X
8	Stromabnehmer heben	X	X
9	Rückmeldung Stromabnehmer unten	X	X
10	Rückmeldung Stromabnehmer oben	X	X
11	Führerstand besetzt	X	X
12	Fahren vorwärts	X	X
13	v max < 30 km/h	X	X
14	Waschfahrt	X	X
15	FSB notlösen		X
16	Federspeicherbremse angelegt	X	X
17	Schienenbremse	X	X
18	IBIS-Wagenbus		X
19	IBIS-Wagenbus		X

5. Aufbau der Kupplung des Leoliners

Kontaktnummer	Belegung	Bugseite	Heckseite
20	Reserve	x	x
21	Fahren rückwärts	x	x
22	Rückfahrstand besetzt	x	x
23	Steuerschütz ein	x	x
24	Fahren	x	x
25	Bremsen nicht	x	x
26	Gefahrenbremse nicht	x	x
27	Sicherheitsschleife ein	x	x
28	Sicherheitsschleife halten	x	x
29	Antriebsstörung	x	x
30	Umformerstörung	x	x
31	Ausfall Schienenbremse	x	x
32	IBIS-Wagenbus		x
33	IBIS-Wagenbus		x
34	KSH		x
35	Sollwert Bit1	x	x
36	Sollwert Bit2	x	x
37	Sollwert Bit3	x	x
38	Sollwert Bit4	x	x
39	Bremssignal/Bremslicht Beiwagen		x
40	Batterie ein	x	x
41	Bremsstörung Beiwagen		x
42	Bremslicht Schienenbremse	x	x
43	Einschalten Batterie 2.Triebwagen	x	x
44	Blinken rechts	x	x
45	Blinken links	x	x
46	IBIS-Wagenbus	x	x
47	IBIS-Wagenbus	x	x
48	Reserve	x	x
49	Rangiersignal	x	x
50	Außenbeleuchtung ein	x	x
51	Innenbeleuchtung ein	x	x
52	Wagenheizung ein	x	x
53	Traktion	x	x
54	Traktion	x	x
55	Türkontrolle	x	x
56	Türen öffnen	x	x
57	Türen daueröffnen	x	x
58	Türen zwangsschließen	x	x
59	Türen schließen	x	x
60	NF-Zugbus	x	x
61	NF-Zugbus	x	x
62	Reserve	x	x
63	Reserve	x	x
64	Reserve	x	x

5. Aufbau der Kupplung des Leoliners

Kontaktnummer	Belegung	Bugseite	Heckseite
65	Reserve	x	x
66	Reserve	x	x
67	Reserve	x	x
68	Haltewunsch Kinderwagen/Rollstuhl	x	x
69	Türfreigabe	x	x
70	Haltewunsch	x	x
71	Can o.k.	x	x
72	Störung CAN	x	x
73	Video gestört	x	x
74	Videofortschaltung Daten b	x	x
75	Videofortschaltung Daten a	x	x

Da die Fahrzeuge für den Einrichtungsbetrieb entwickelt wurden, haben die elektrischen Kontakte einige Besonderheiten, welche neben der gespiegelten Anordnung beachtet werden müssen.

Damit die Leoliner nicht falsch gekuppelt werden können und um die Übertragung der Signale zu verbessern, wurden die Kontaktstifte der Bugkupplung kegelartig und die der Heckkupplung passend als Buchsen ausgeführt. Somit ist ein einfaches Kuppeln der elektrischen Kontakte werkseitig nicht möglich, da Buchsen auf Buchsen stoßen. Deshalb müssen hier neue Kontaktstifte entwickelt oder aber der Einsatz der Fahrzeuge eingeschränkt werden (heckseitig werden auch kegelförmige Stifte eingebaut, damit kann das Fahrzeug aber nicht mehr als Führendes in einer Traktion fahren).

Mechanisch ist der Betrieb in der Hecktraktion unproblematisch. Die Kupplungen sind so stabil ausgelegt, dass sogar Fahrzeuge geschleppt werden können. Auch die Einbauhöhen der Kupplungen passen zueinander.



Abbildung 12 Bugkupplung mit Kontaktstiften

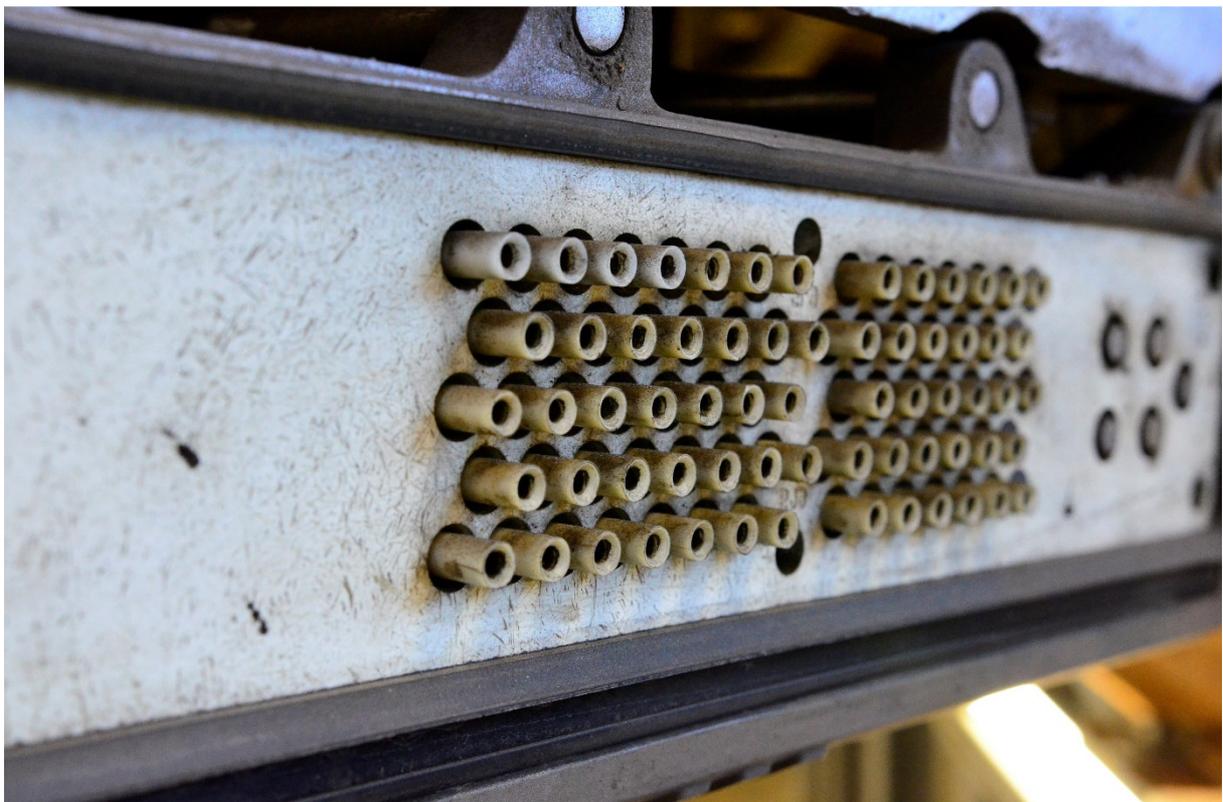


Abbildung 13 Heckkupplung mit Kontaktbuchsen

6. Konzepte zum Umbau

Für die Realisierung des Heck an Heck Betriebes müssen zunächst verschiedene Entwürfe aufgestellt werden. Diese reichen von sehr einfachen, in denen nicht in das Fahrzeug eingegriffen werden muss, bis hin zum kompletten Umbau des Fahrzeuges. Nur wenn die gesamte Palette an Möglichkeiten betrachtet wird, kann man das beste Konzept finden. Diese werden dann nach den Kriterien in Punkt 8 bewertet. Die besten drei kommen anschließend in die engere Auswahl und werden genauer betrachtet. Zum Schluss bleibt das beste Konzept oder bleiben die besten Konzepte übrig.

6.1 Adapter an der Kupplung

Ein Adapter an der Kupplung ist die einfachste Möglichkeit zur Realisierung des Heck an Heck Betriebes. Hierzu wird eine Adapterplatte, ähnlich wie beim T4D zwischen die elektrischen Kontakte geklemmt. In dieser Adapterplatte wird der Kontakt zu den jeweils richtigen Kontakten hergestellt. Ein Umbau am Fahrzeug selbst ist nicht notwendig bzw. nur im kleinen Rahmen. Jedoch ist bei der Kupplung des Leoliners nur sehr wenig Platz zwischen den elektrischen Kontakten. Daher muss hier darüber nachgedacht werden, auch den mechanischen Teil der Scharfenbergkupplung in den Adapter zu übernehmen, was diesen allerdings sehr schwer und unhandlich werden lässt.

6.2 Adapter an den Zuleitungen

Um dieses Problem zu umgehen, wäre es auch möglich den Adapter an den Zuleitungen zur Kupplungen anzubringen. Hierzu müssen die Kabel getrennt und Steckverbindungen installiert werden. Wenn man die Hecktraktion benötigt, wird an dieser Stelle der Adapter eingebaut. Die Befestigung erfolgt dann am Wagenboden. Soll der Wagen wieder im normalen Betrieb eingesetzt werden, muss lediglich der Adapter ausgebaut und die normale Verbindung wiederhergestellt werden. Das sonstige Prinzip ist analog dem in 6.1 beschriebenen Adapter. Lediglich zur Übertragung der 600V Kontakte muss eine andere Lösung verwendet werden. Möglich wäre hier ein separates Kabel zwischen den Triebwagen. Auch das Problem der Kontaktstifte muss genauer betrachtet werden. Dies trifft auch auf die folgenden Varianten zu, ausgenommen ist hier lediglich der Entwurf „Tauschen der Kupplungen“.

6.3 Tauschen der Kupplungen

Wären die bisherigen Lösungen ohne großen Umbau am Fahrzeug möglich, müssen bei den folgenden Lösungen kleinere oder größere Umbauten erfolgen. Die einfachste Möglichkeit hierbei ist es an einen Wagen zwei Bugkupplungen zu verbauen. Somit passen alle Kontakte ohne Probleme (sogar die 600V Kontakte). Allerdings kann der Triebwagen dann nicht mehr als führendes Fahrzeug in einer Einrichtungstraktion fahren. Daher entsteht ein neuer Fahrzeugtyp mit der Bezeichnung Typ 37c. Hierbei sollte von außen für die Betriebshöfe erkennbar sein, dass der Wagen nicht als führendes Fahrzeug zulässig ist (analog wie beim Typ 33h). Weiterhin müssen hier die Kontakte für die Türsteuerung in dem E-Teil geändert bzw. isoliert werden.

6.4 Drehschalter zum Tauschen der Kontakte

Die nächste Möglichkeit besteht im Umbau der Kupplung (hier aber nur für die 600V Kontakte) und einem Drehschalter im Fahrzeug (z.B. in der Fahrerkabine). Wird dieser betätigt, werden über elektrische Schalter die Kupplungsbelegungen geändert. Somit ist das Fahrzeug ohne Einschränkungen im normalen Betrieb einzusetzen.

6.5 Automatische Umschaltung

Diese Lösung hat den gleichen Hintergrund wie in 6.4 beschrieben. Allerdings erkennt hier das Fahrzeug von selbst über einen zusätzlichen Kontakt an der Kupplung, dass es sich im Heckbetrieb befindet. Dies stellt im betrieblichen Ablauf eine Erleichterung dar, allerdings muss hier in die Steuerung des Fahrzeuges aktiv eingegriffen oder aber ein Microcontroller zusätzlich eingebaut werden.

6.6 Umbau zum Anderthalbrichter

Unter einem Anderthalbrichter versteht man ein Fahrzeug, welches auf beiden Seiten Türen hat, aber nur einen Führerstand besitzt. Ein Beispiel hierfür ist der MGT-K aus Halle. Diese Variante stellt die umfangreichste dar. Hierzu werden nicht nur auf der linken Seite Türen eingebaut (was einer Neukonstruktion des Wagenkastens gleichkommt), sondern es müssen auch solche Kleinigkeiten wie ein linker Außenspiegel oder zusätzliche Sandrohre mit bedacht werden. Die Ausmaße dieses Umbaus sind enorm, jedoch hat diese Variante den Vorteil, dass beide Fahrzeuge den Fahrgästen zur Verfügung stehen.



Abbildung 14 MGT-K Halle (Beispiel für einen Anderthalbrichter)

7. Besonderheiten im Heckbetrieb

Beim Betrieb des Leoliners in Hecktraktion müssen einige wichtige Punkte beachtet werden. Zunächst ist es wichtig, dass nicht ungewollt Fahrgäste in den hinteren Triebwagen einsteigen können. Daher müssen die Türen gesperrt werden (das kann über die Signale der Kupplung erfolgen). Der Sollwert zum Fahren muss direkt zum hinteren Fahrzeug durchgestellt werden, aber der hintere Wagen muss auf Rückwärtsfahren gestellt sein. Dies ist auch über die Kupplung möglich. Da keine Beschränkungen beim Rückwärtsfahren vorliegen (wie z.B. eine Geschwindigkeitsbeschränkung), sollte es hierbei keine Konflikte geben. Die übrigen Signale müssen wie bei einer normalen Heck-Front Traktion an den hinteren Triebwagen bzw. umgekehrt übergeben werden, damit alle betriebsnotwendigen Funktionen weiterhin zur Verfügung stehen.

8. Bewertungen der Konzepte

8.1 Kriterien für Bewertung der Konzepte

Für die Bewertung der Konzepte spielen folgende Aspekte eine Rolle:

Tabelle 2 Kriterien für Bewertung der Konzepte

Nummer	Kriterium
1.	Zeit-/Kostenaufwand beim Umbau
2.	Zeit-/Kostenaufwand beim Umrüsten
3.	Funktionssicherheit
4.	Verwendung des Triebwagens im normalen Betrieb

Zeit/Kostenaufwand beim Umbau: Damit die Fahrzeuge beim Umbau nicht zu lange im Linienverkehr ausfallen, sollte der Aufwand möglichst gering sein. Schließlich liegen die Kosten bei einem Ausfall bei 250€ pro Tag. Allerdings ist hier ein größerer Aufwand vertretbar, wenn der Aufwand beim Umrüsten im Betrieb geringer ist. Ein großer Aspekt bei solchen Projekten sind immer die Kosten. Besonders kommunale Unternehmen stehen unter erheblichen Kostendruck. Daher sind zur Realisierung dieses Projektes die Kosten ein entscheidender Aspekt.

Zeit/Kostenaufwand beim Umrüsten: Hiermit ist der Aufwand gemeint, um aus einer Heck-Front eine Heck-Heck Traktion zu bilden. Dies sollte innerhalb einiger Minuten oder Stunden und durch das Personal des Betriebshofes möglich sein. Dieser Punkt ist neben den Kosten und der Sicherheit entscheidend bei der Umsetzung.

Funktionssicherheit: Wie bei allen technischen Projekten muss immer auf die Sicherheit geachtet werden. Hier spielen mehrere Punkte eine Rolle. An oberster Stelle stehen natürlich die Sicherheit der Fahrgäste, des Fahrers und der Teilnehmer im Straßenverkehr. Hier darf zu keinem Zeitpunkt eine Gefährdung durch den Umbau entstehen. Des Weiteren darf auch die Sicherheit des Fahrzeuges nicht gefährdet werden. Beim Umrüsten muss auch auf die Sicherheit der Kollegen im Betriebshof geachtet werden. Auch sollte das Straßenbahnfahrzeug durch die Umrüstung nicht zum Ausfall neigen. Je weniger in die bestehenden Systeme des Fahrzeuges eingegriffen wird, umso geringer ist die Gefahr eines Ausfalles. Dadurch haben einfache Konzepte einen Vorteil, genauso wie einer etwaigen Fehlersuche.

Verwendung des Triebwagens im normalen Betrieb: Die Anwendung der Hecktraktion soll nur bei Baustellen erfolgen und stellt nicht den Regelbetrieb dar. Deswegen muss der Wagen auch weiterhin so wie bisher verwendbar sein. Das bedeutet, dass das Fahrzeug auch als Solo Fahrzeug und in der normalen Heck-Front Traktion eingesetzt werden soll. In diesen Traktionsformen darf es keine Einschränkungen geben. Ein Einsatz nur bei Baustellen ist unwirtschaftlich und somit ausgeschlossen.

Bei allen Kriterien können maximal 10 Punkte erreicht werden. Die drei Varianten mit der höchsten Punktzahl kommen dann in die weitere Betrachtung.

8.2 Konzept Kupplungsadapter

Der Kupplungsadapter ist in relativ kurzer Zeit umsetzbar und ein Umbau am Fahrzeug muss nicht erfolgen. Daher bekommt dieser beim Kriterium Zeit-/Kostenaufwand beim Umbau eine Punktzahl von 5 (von maximal 10). Das Umrüsten ist im Gegensatz dazu aber aufwendiger, da der Adapter sehr unhandlich ausfallen und auch ein hohes Gewicht besitzen wird. Deshalb gibt es hier nur 3 Punkte. Da die mechanische Kupplung große Kräfte aufnehmen und das Gewicht so gering wie möglich gehalten werden muss, bestehen hier bei der Funktionssicherheit gewisse Risiken, weshalb hier nur 3 Punkte vergeben werden. Da am Fahrzeug keine Umbauten erfolgen, kann dieser ganz normal im Betrieb eingesetzt werden (kleinere Umbauten sind trotzdem nicht auszuschließen) und bekommt aus diesem Grund hier 8 Punkte.

Tabelle 3 Bewertung Konzept Kupplungsadapter

Kriterium	Punktzahl
Zeit-/Kostenaufwand beim Umbau	5
Zeit-/Kostenaufwand beim Umrüsten	3
Funktionssicherheit	6
Verwendung des Triebwagens im normalen Betrieb	8
Summe	22

8.3 Konzept Adapter an den Zuleitungen

Auch die Vorbereitungen für den Adapter an den Zuleitungen sind in kurzer Zeit umsetzbar. Der Adapter selber ist auch schnell umgesetzt. Somit bekommt diese Variante 8 Punkte bei dem ersten Kriterium. Das Umrüsten im Betrieb ist nicht so aufwändig wie bei dem Kupplungsadapter, allerdings sind auch hier Arbeiten nötig, u.a. unter dem Fahrzeug (Fahrzeuggrube ist notwendig). Das ergibt 5 Punkte. Da in die Fahrzeugelektronik eingegriffen wird, sind auch Risiken nicht ausgeschlossen. Diese sind jedoch überschaubar, weshalb es hier 6 Punkte gibt. Da die Kontaktstifte ausgetauscht oder geändert werden müssen, kann der Wagen nicht mehr frei eingesetzt werden. Somit ergeben sich hier 6 Punkte.

Tabelle 4 Bewertung Konzept Adapter an den Zuleitungen

Kriterium	Punktzahl
Zeit-/Kostenaufwand beim Umbau	8
Zeit-/Kostenaufwand beim Umrüsten	5
Funktionssicherheit	6
Verwendung des Triebwagens im normalen Betrieb	6
Summe	25

8.4 Konzept Tausch der Kupplungen

Bei dieser Variante kommen nur bekannte und vorrätige Teile zur Anwendung und die Handgriffe sind bereits von der normalen Instandhaltung bekannt. Daher können hier die Zeit und Kosten beim Umbau geringgehalten werden. Das ergibt 9 Punkte. Im Betrieb werden die Fahrzeuge einfach nur gekuppelt. Weitere Umbauten sind nicht notwendig. Aus diesem Grund werden hier 8 Punkte vergeben. Die Funktionssicherheit ist analog zum Konzept Adapter an den Zuleitungen und bekommt deshalb auch 6 Punkte. Allerdings kann das Fahrzeug in der Heck-Front Traktion nur als Solo Fahrzeug oder als zweiter Triebwagen laufen, was die Einsetzbarkeit einschränkt und somit nur 3 Punkte bekommt.

Tabelle 5 Bewertung Konzept Tausch der Kupplungen

Kriterium	Punktzahl ohne Wichtung
Zeit-/Kostenaufwand beim Umbau	9
Zeit-/Kostenaufwand beim Umrüsten	8
Funktionssicherheit	6
Verwendung des Triebwagens im normalen Betrieb	3
Summe	26

8.5 Konzept Drehschalter zum Tauschen der Kontakte

Hier erfolgt die Umstellung der Kontakte nicht über einen Adapter, sondern über einen Drehschalter. Dieser Umbau ist allerdings um einiges aufwändiger als bei den anderen Konzepten, weshalb es hier nur 5 Punkte gibt. Dafür ist die Umrüstung genauso einfach, wie bei dem Konzept zuvor, daher gibt es hier auch 8 Punkte. Allerdings wird hier viel tiefer in die Fahrzeugelektronik eingegriffen, als in den Konzepten zuvor und somit gibt es nur 3 Punkte. Die Einsetzbarkeit ist genauso eingeschränkt wie bei der Variante Adapter an den Zuleitungen und deshalb 6 Punkte.

Table 6 Bewertung Konzept Drehschalter zum Tauschen der Kontakte

Kriterium	Punktzahl
Zeit-/Kostenaufwand beim Umbau	5
Zeit-/Kostenaufwand beim Umrüsten	8
Funktionssicherheit	3
Verwendung des Triebwagens im normalen Betrieb	6
Summe	24

8.6 Konzept Automatische Umschaltung

Diese Variante ist der vorherigen sehr ähnlich und daher ist die Punktzahl bei den Kriterien Funktionssicherheit und Verwendung des Triebwagens im normalen Betrieb identisch. Die geringere Punktzahl bei dem Kriterium Zeit-/Kostenaufwand beim Umbau ergibt sich aus dem größeren Umbauaufwand für die automatische Umschaltung. Diese bewirkt aber einen Punkt mehr bei dem Umbauaufwand im Betrieb.

Table 7 Konzept Automatische Umschaltung

Kriterium	Punktzahl
Zeit-/Kostenaufwand beim Umbau	3
Zeit-/Kostenaufwand beim Umrüsten	9
Funktionssicherheit	3
Verwendung des Triebwagens im normalen Betrieb	6
Summe	23

8.7 Konzept Umbau zum Anderthalbrichter

Der Aufwand bei diesem Umbau ist enorm. Das Fahrzeug muss für mehrere Wochen oder sogar Monate aus dem aktiven Dienst genommen werden. Dies ergibt nur einen Punkt bei dem Aufwand/Kosten für den Umbau. Dafür ist aber die Umrüstung im Betrieb einfach und komfortabel zu bewerkstelligen. Aus diesem Grund gibt es hier 9 Punkte. Allerdings ist durch den enormen Aufwand auch das Risiko für die Funktionssicherheit groß (daher nur 2 Punkte). Bei einem solchen Aufwand ist die Kompatibilität zu den übrigen Fahrzeugen sicherlich zu gewährleisten, allerdings ist dies nicht garantiert. Macht bei dem letzten Kriterium 8 Punkte.

Table 8 Bewertung Konzept Umbau zum Anderthalbrichter

Kriterium	Punktzahl ohne Wichtung
Zeit-/Kostenaufwand beim Umbau	1
Zeit-/Kostenaufwand beim Umrüsten	9
Funktionssicherheit	2
Verwendung des Triebwagens im normalen Betrieb	8
Summe	20

8.8 Ergebnis der Bewertung

Nachfolgend eine Übersicht über alle Konzepte und ihre Bewertung:

Table 9 Ergebnis der Bewertung

Konzept	Bewertung
Kupplungsadapter	22
Adapter an den Zuleitungen	25
Tausch der Kupplungen	26
Drehschalter zum Tauschen der Kontakte	24
Automatische Umschaltung	23
Umbau zum Anderthalbrichter	20

Durch die Bewertung der Konzepte haben sich 3 Entwürfe hervorgetan, welche in die engere Auswahl kommen. Diese sind: Tausch der Kupplungen, Drehschalter zum Tauschen der Kontakte und Adapter an den Zuleitungen. Hierbei muss beachtet werden, dass nur die reinen Punktzahlen den Ausschlag für das Verwerfen der restlichen Konzepte gegeben haben. Bei genauerer Betrachtung könnten noch einzelne Konzepte herausfallen.

Der Kupplungsadapter hat eine schlechte Bewertung bekommen, weil erstens der Bau des Adapters zu aufwendig ist und auch das Umrüsten in der Werkstatt durch das Gewicht und die Größe sehr unpraktikabel ist. Bei der automatischen Umschaltung muss tief in die Fahrzeugelektronik eingegriffen werden. Dadurch steigt der Kosten- und Zeitaufwand.

Durch die großen Eingriffe sinkt dagegen aber die Funktionssicherheit. Der Umbau zum Anderthalbrichter geht weit über das Thema dieser Arbeit hinaus, jedoch sollte der gesamte Umfang an Möglichkeiten dargestellt werden. Dieser Umbau kommt einem Neubau gleich, inklusive der ingenieurtechnischen Arbeit. Deshalb war der Ausschluss dieses Konzeptes nur eine logische Folge.

9. Kontaktbelegung für den Heckbetrieb

Alle Konzepte haben gemeinsam, dass die Signale richtig an den hinteren Triebwagen übertragen werden. Da dieser eine vollständige Steuerung besitzt, reicht es aus, die Steuersignale zu übertragen, damit der Wagen mitfährt.

9.1 Veränderte Kontaktbelegung

Für den Heck an Heck Betrieb müssen nicht alle Signale geändert werden. Viele müssen nur auf die dementsprechenden Kontakte geführt werden. Dies sind z.B. die Signale für die Beleuchtung, für das IBIS System und die Heizung. Einen Überblick über die Signale, welche verändert werden müssen, schließt sich an.

Fahrbefehle

Zum Fahren werden folgende Befehle vom vorderen zum hinteren Triebwagen übertragen:

- Fahren vorwärts
- $v_{\max} < 30 \text{ km/h}$
- Waschfahrt
- Fahren Rückwärts
- Steuerschutz ein
- Sollwert Bit 1-4

Bei den Fahrbefehlen muss beachtet werden, dass der Kontakt „Fahren vorwärts“ (Kontakt Nummer 12) auf den Kontakt „Fahren Rückwärts“ (Kontakt Nummer 21) gelegt wird. Alle anderen Kontakte müssen auf den jeweils passenden Kontakt kommen.

9. Kontaktbelegung für den Heckbetrieb

Übersicht:

Tabelle 10 Kontaktbelegung Fahren

Kontakt	Bisherige Kontaktnummer	Neue Kontaktnummer	Leistungsnummer
Fahren vorwärts	12	21	22111
v max < 30 km/h	13	13	22709
Waschfahrt	14	14	22714
Fahren Rückwärts	21	12	22109
Steuerschütz ein	23	23	22121
Fahren	24	24	22305
Sollwert Bit 1	35	35	22313
Sollwert Bit 2	36	36	22315
Sollwert Bit 3	37	37	22316
Sollwert Bit 4	38	38	22317

Bremsbefehle

Die Bremsbefehle werden 1:1 auf den entsprechenden Kontakt gegeben. Hier ist keine weitere Änderung notwendig.

Tabelle 11 Kontaktbelegung Bremsen

Kontakt	Bisherige Kontaktnummer	Neue Kontaktnummer	Leistungsnummer
FSB notlösen	15	15	26114
Federspeicher angelegt	16	16	26303
Schienenbremse	17	17	27104
Bremse nicht	25	25	22309
Gefahrenbremse nicht	26	26	22312
Bremslicht Schienenbremse	42	42	27110

Türen

Hier müssen einige Dinge beachtet werden. Damit nicht ungewollt Fahrgäste einsteigen können, müssen die Befehle für die Türfreigabe isoliert werden. Somit können die Türen nur noch manuell vom Fahrer im jeweiligen Triebwagen freigegeben werden. Andererseits müssen die Signale für die Grünschleife u.ä. weitergegeben werden. Ebenso werden die Signale für den Haltewunsch isoliert, da diese den Fahrer nur irritieren könnten.

Tabelle 12 Kontaktbelegung Türen

Kontakt	Bisherige Kontaktnummer	Neue Kontaktnummer	Leistungsnummer
Türkontrolle	55	55	81201
Türen öffnen	56	isoliert	81102
Türen Daueröffnen	57	isoliert	81103
Türen zwangsschließen	58	58	81104
Türen schließen	59	59	81105
Haltewunsch	68	isoliert	81613
Türfreigabe	69	isoliert	81107
Haltewunsch	70	isoliert	81407

Alle anderen Signale werden 1:1 auf die entsprechenden Leitungen übertragen.

9.2 Komplette Kontaktbelegung

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Gesamtüberblick aller Leitungen, die über die Kupplung laufen. Dabei steht zuerst die derzeitige Kontakt-/Leistungsnummer. Die neue Kontakt-/Leistungsnummer zeigt jeweils an, wie die Leitungen für den Heck an Heck Betrieb angeschlossen werden müssen.

Tabelle 13 Kabel-/Kontaktbelegung

Kontaktnummer	Neue Kontaktnummer	Belegung	Leistungsnummer	Neue Leistungsnummer
1	1	Plus 600V DC	11122	isoliert
2	2	Minus 600DC	100	100
3	3	Minus 600DC	100	100
4	4	Minus 600DC	100	100
5	5	Minus 600DC	100	100
6	19	Reserve	-	45131
7	18	Stromabnehmer senken	21102	45130

9. Kontaktbelegung für den Heckbetrieb

Kontaktnummer	Neue Kontaktnummer	Belegung	Leistungsnummer	Neue Leistungsnummer
8	17	Stromabnehmer heben	21105	27104
9	16	Rückmeldung Stromabnehmer unten	21117	26303
10	15	Rückmeldung Stromabnehmer oben	21118	26114
11	14	Führerstand besetzt	22104	22714
12	13	Fahren vorwärts	22109	22709
13	21	v max < 30 km/h	22709	22111
14	11	Waschfahrt	22714	22104
15	10	FSB notlösen	26114	21118
16	9	Federspeicherbremse angelegt	26303	21117
17	8	Schienenbremse	27104	21105
18	7	IBIS-Wagenbus	45130	21102
19	6	IBIS-Wagenbus	45131	-
20	33	Reserve	-	45133
21	32	Fahren rückwärts	22111	45132
22	31	Rückfahrstand besetzt	22120	42222
23	30	Steuerschütz ein	22121	42217
24	29	Fahren	22305	42228
25	28	Bremsen nicht	22309	42110
26	27	Gefahrenbremse nicht	22312	42115
27	26	Sicherheitsschleife ein	42115	22312
28	25	Sicherheitsschleife halten	42110	22309
29	24	Antriebsstörung	42228	22305
30	23	Umformerstörung	42217	22121
31	22	Ausfall Schienenbremse	42222	22120
32	12	IBIS-Wagenbus	45132	22109
33	20	IBIS-Wagenbus	45133	-
34	47	KSH	74105	45108
35	46	Sollwert Bit1	22313	45107
36	45	Sollwert Bit2	22315	51309
37	44	Sollwert Bit3	22316	51303
38	43	Sollwert Bit4	22317	31201
39	42	Bremssignal/Bremslicht Beiwagen	51206	27110
40	41	Batterie ein	32103	42422
41	40	Bremsstörung Beiwagen	42422	32103
42	39	Bremslicht Schienenbremse	27110	51206
43	38	Einschalten Batterie 2.Triebwagen	31201	22317
44	37	Blinken rechts	51303	22316
45	36	Blinken links	51309	22315

9. Kontaktbelegung für den Heckbetrieb

Kontaktnummer	Neue Kontaktnummer	Belegung	Leistungsnummer	Neue Leistungsnummer
46	35	IBIS-Wagenbus	45107	22313
47	34	IBIS-Wagenbus	45108	74105
48	61	Reserve	-	45223
49	60	Rangiersignal	42318	45222
50	59	Außenbeleuchtung ein	51118	81105
51	58	Innenbeleuchtung ein	52103	81104
52	57	Wagenheizung ein	63104	isoliert
53	56	Traktion	74106	isoliert
54	55	Traktion	74104	81201
55	54	Türkontrolle	82201	74104
56	53	Türen öffnen	81102	74106
57	52	Türen daueröffnen	81103	63104
58	51	Türen zwangsschließen	81104	52103
59	50	Türen schließen	81105	51118
60	49	NF-Zugbus	45222	42318
61	48	NF-Zugbus	45223	-
62	75	Reserve	-	94210
63	74	Reserve	-	94209
64	73	Reserve	-	94102
65	72	Reserve	-	81301
66	71	Reserve	-	81304
67	70	Reserve	-	isoliert
68	69	Haltewunsch Kinderwagen/Rollstuhl	81613	isoliert
69	68	Türfreigabe	81107	isoliert
70	67	Haltewunsch	81407	-
71	66	Can o.k.	81304	-
72	65	Störung CAN	81301	-
73	64	Video gestört	94102	-
74	63	Videofortschaltung Daten b	94209	-
75	62	Videofortschaltung Daten a	94210	-

9. Kontaktbelegung für den Heckbetrieb

9.3 Genauere Signalbetrachtung

Übersicht über die Leitungen zwischen den Kontakten

Nachdem geklärt wurde, welche Kontakte geändert werden müssen, wird nun geschaut, ob es zu Konflikten in der Elektronik kommt, wenn die Signale statt über die Bugkupplung über die Heckkupplung zum geführten Fahrzeug übertragen werden. Zunächst betrachtet man den Schaltplan der Kupplungsbelegung. Hier erkennt man, welche Kontakte direkt miteinander über dieselbe Leitung verbunden sind.

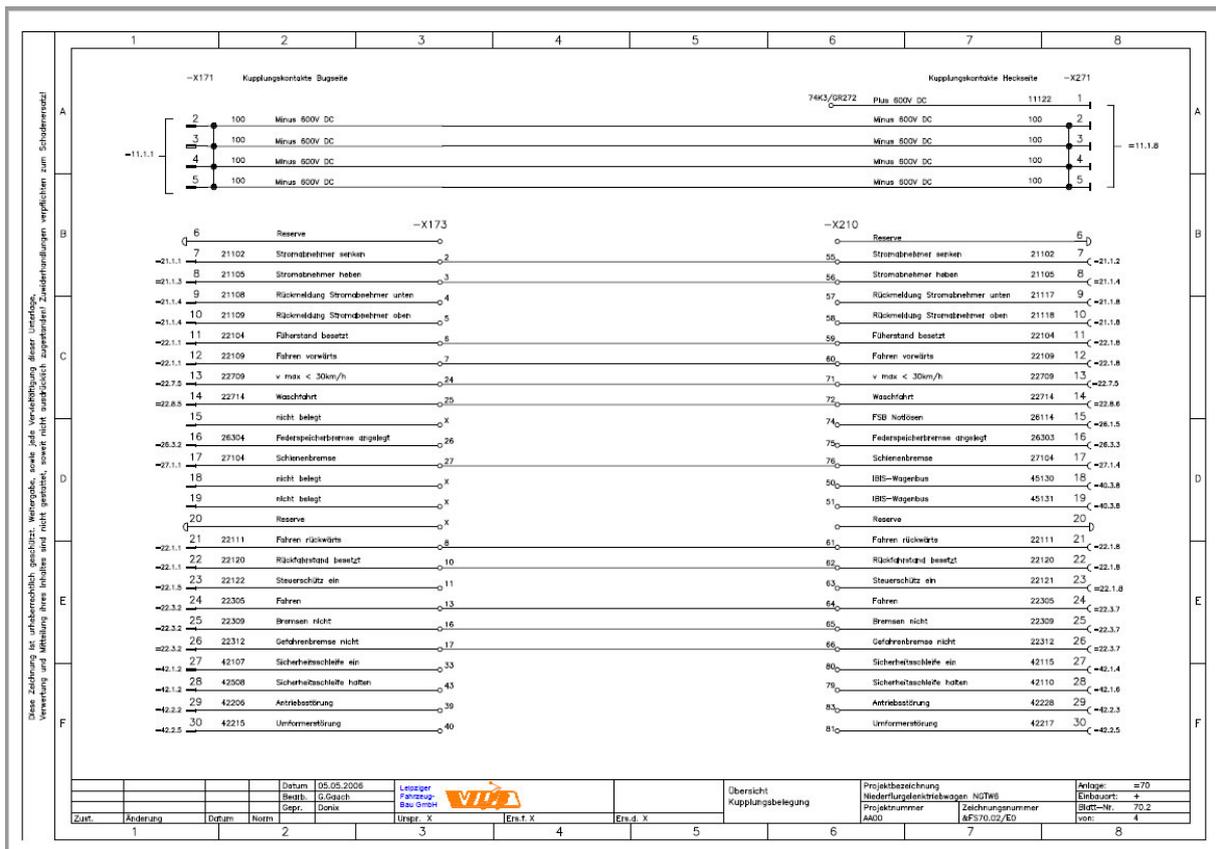


Abbildung 15 Schaltplan Kupplung Seite 1

9. Kontaktbelegung für den Heckbetrieb

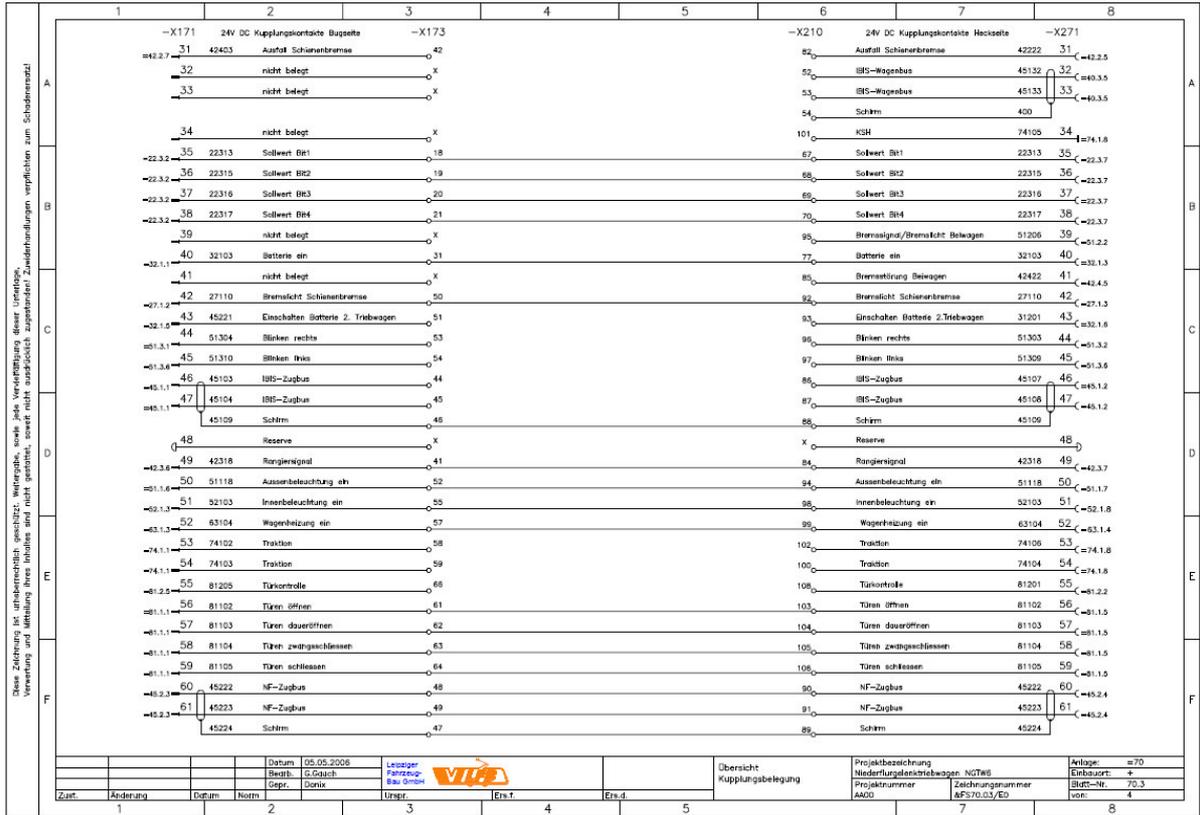


Abbildung 16 Schaltplan Kupplung Seite 2

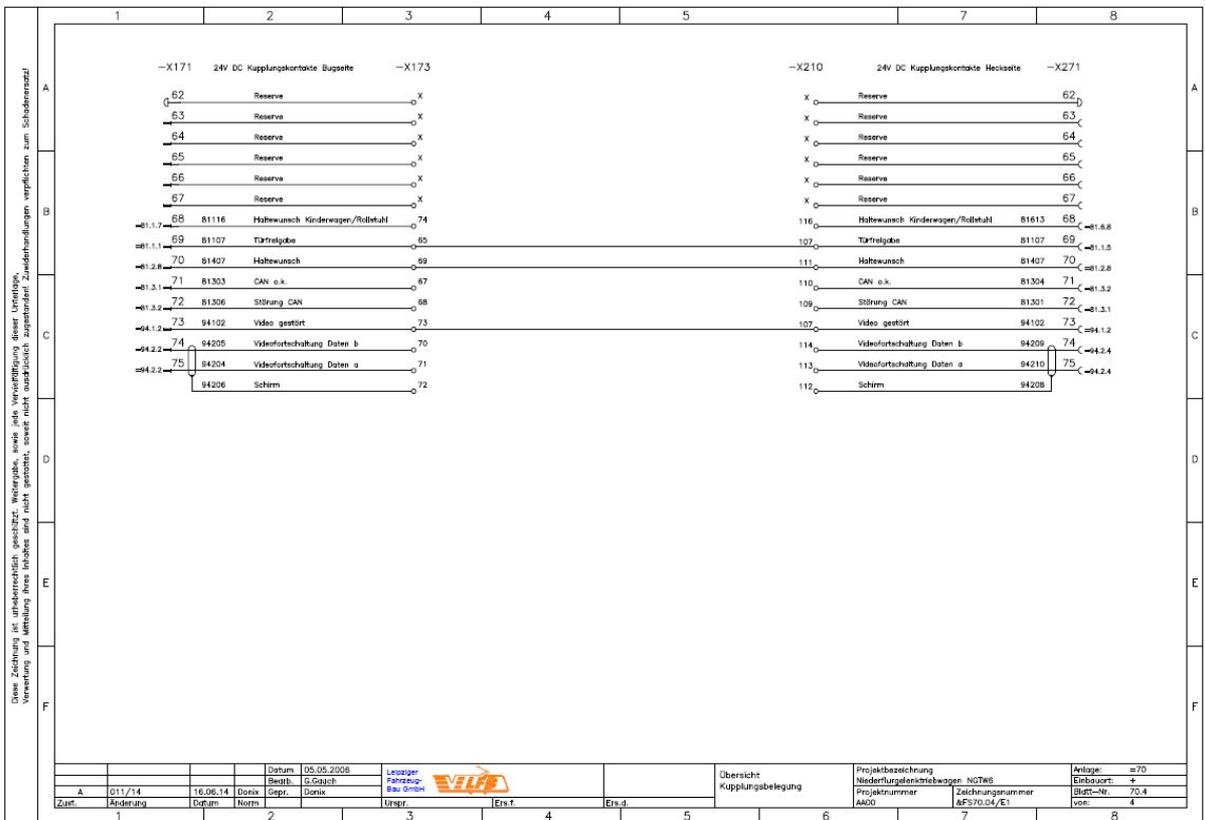


Abbildung 17 Schaltplan Kupplung Seite 3

9. Kontaktbelegung für den Heckbetrieb

Die Kontakte, welche in dem Schaltbild direkt miteinander verbunden sind und die gleiche Leitungsnummer haben, können ignoriert werden. Diese Komponenten besitzen einen ähnlichen Aufbau wie ein BUS System. Alle anderen Signale weisen an der Bug und Heckseite verschiedene Leitungsnummern auf und sind daher durch Bausteine (Schalter, Dioden etc.) voneinander getrennt. Somit können folgende Kontakte vernachlässigt werden: „Minus 600V DC“, „Stromabnehmer heben und senken“, „Führerstand besetzt“, „Fahren vorwärts“, „v max <30km/h“, „Waschfahrt“, „Schienenbremse“, „Fahren rückwärts“, „Rückfahrstand besetzt“, „Fahren“, „Bremsen nicht“, „Gefahrenbremse nicht“, „Sollwert Bit 1-4“, „Batterie ein“, „Bremslicht Schienenbremse“, „Rangiersignal“, „Außenbeleuchtung ein“, „Innenbeleuchtung ein“, „Wagenheizung ein“, „Türen zwangsschließen“, „Türen schließen“, „NF-Zugbus“, „Video gestört“. Andere fallen weg, da die Kontakte isoliert werden (z.B. Türen). Alle anderen Signale müssen genauer betrachtet werden, ob durch die Heck Traktion Konflikte entstehen. Hierzu werden auch wieder die Schaltpläne zu Hilfe gezogen.

Rückmeldung Stromabnehmer

Die Rückmeldung Stromabnehmer unten und oben (Kontakt Nummer 9 und 10) muss im Fahrzeug geändert werden. Wenn der Stromabnehmer in der jeweiligen Endlage ist, wird dies per LEDs dem Fahrer angezeigt. Da der Fahrer dies bei beiden Fahrzeugen überprüfen muss, wird das Signal von den Endlagensensoren über die Frontkupplung an das führende Fahrzeug übertragen. Im Heck an Heck Betrieb ist dies aber nicht möglich und aus diesem Grund muss das Signal von der Leitung 21108 auf 21117 bzw. 21109 auf 21118 geleitet werden. Wie genau dies geschehen soll, wird in dem Kapitel 14 näher beschrieben.

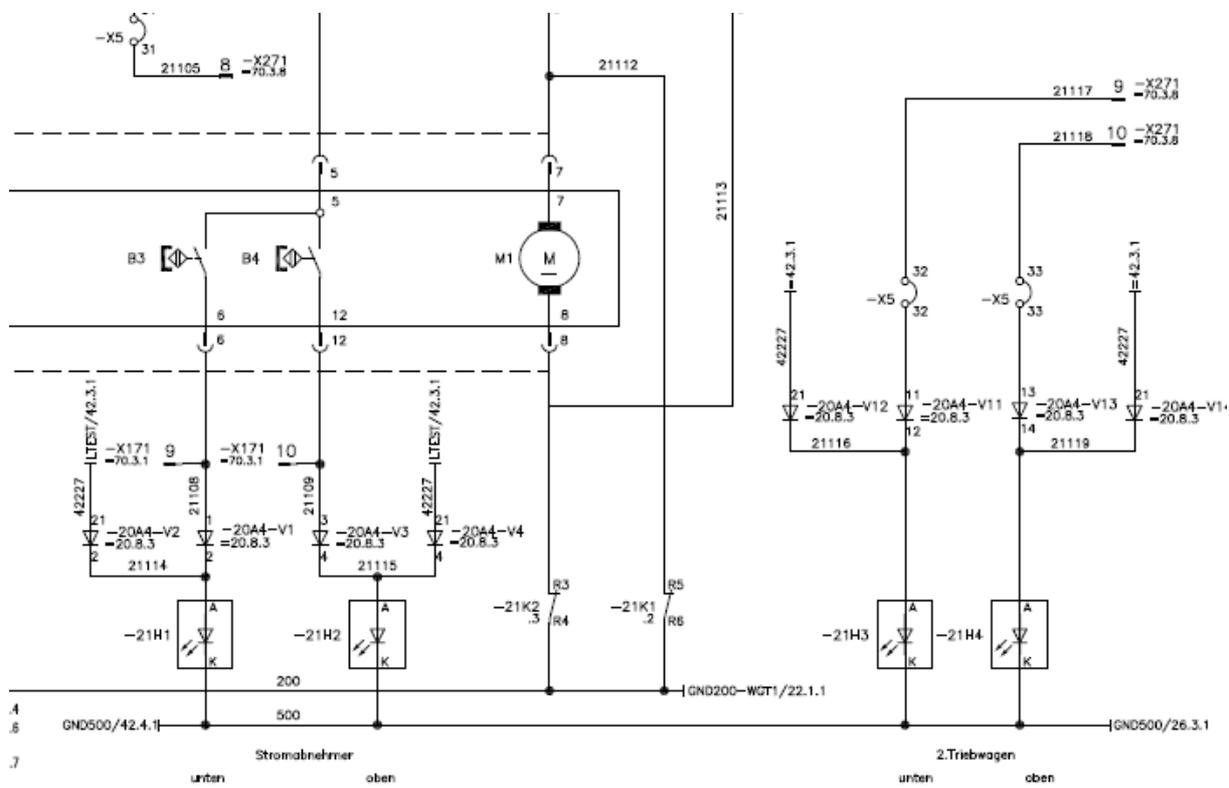


Abbildung 18 Ausschnitt aus dem Schaltplan Steuerung Stromabnehmer

Steuerschütz

Das Steuerschütz schaltet u.a. die 24V Versorgung zu, die Spannungsüberwachung und den Sicherheitskreis. Somit kann das Fahrzeug ohne das Steuerschütz nicht aufgerüstet werden. Das Signal für das Steuerschütz wird von der Batterie über den Fahrshalter und die Heckkupplung im führenden Fahrzeug über die Frontkupplung in das geführte Fahrzeug übertragen. Die beiden Kontakte für „Steuerschütz ein“ (Kontakt Nummer 23) sind zwar miteinander verbunden, jedoch über den Schalter 22A3 getrennt.

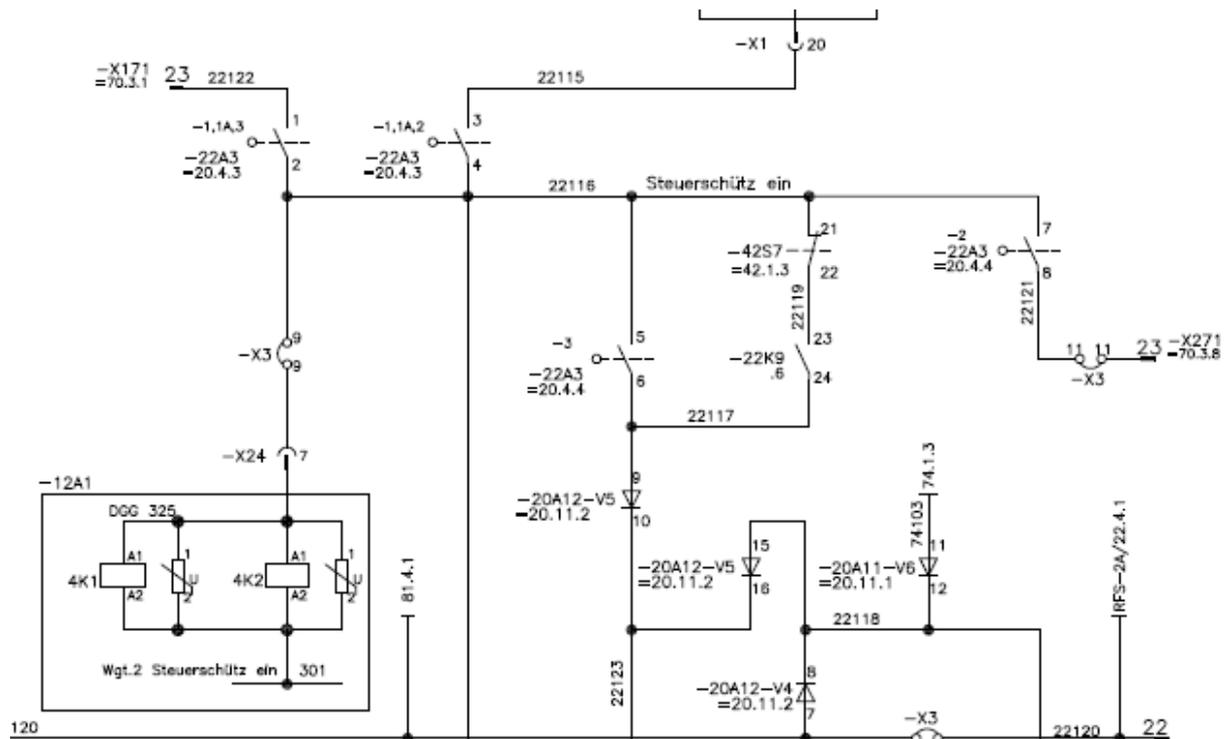


Abbildung 19 Ausschnitt aus dem Schaltplan Steuerschütz & Fahrtrichtungswahl

9. Kontaktbelegung für den Heckbetrieb

Dieser Schalter ist der Steuerschalter. Deshalb sollte man sich den Schaltplan vom Steuerschalter genauer ansehen:

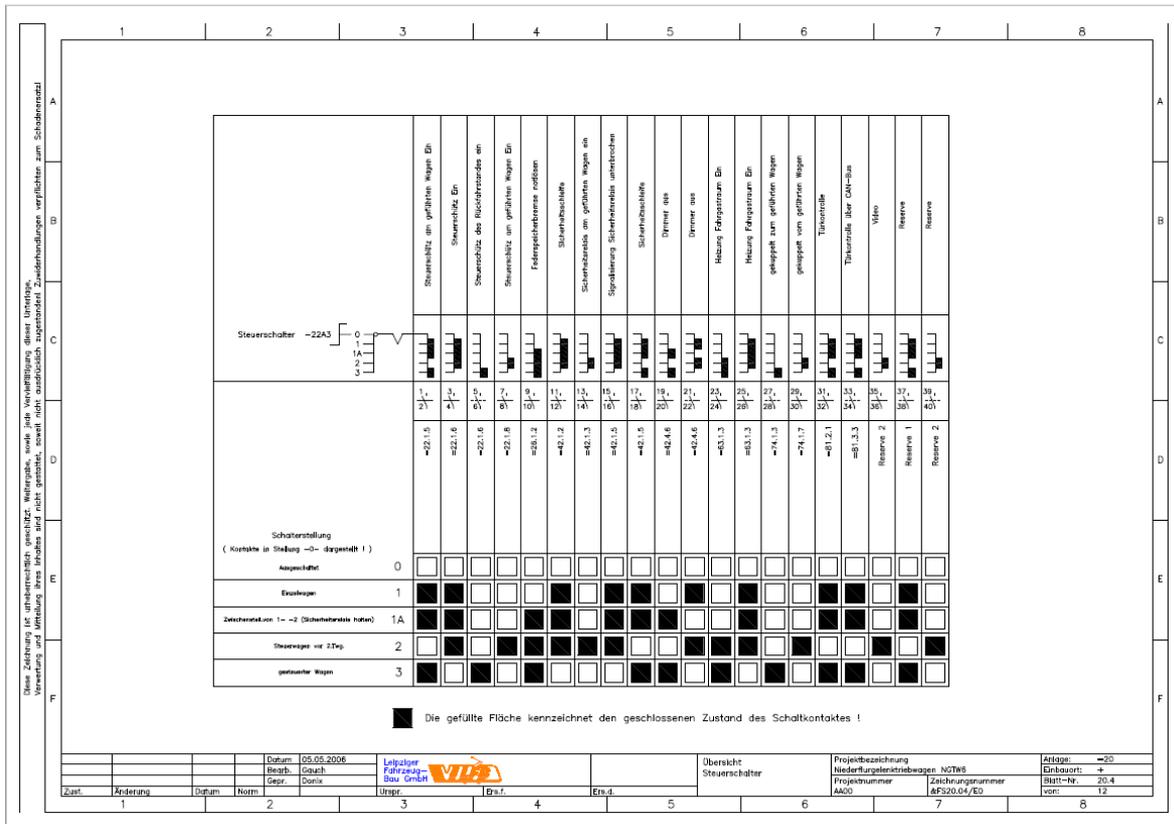


Abbildung 20 Schaltplan Steuerschalter

Hier erkennt man, dass in der Steuerschaltung 3 (geführter Wagen) der vordere Schalter (also von der Bugkupplung kommend, 20.4.3) geschlossen ist und der Hintere (also von der Heckkupplung kommend, 20.4.4) geöffnet ist. Deshalb muss ein Heckkontakt (entweder die Nummer 23 oder ein freier Kontakt) auf die Leitung 22122 gelegt werden oder aber der Steuerschalter verändert werden, da ansonsten das Signal am Steuerschutz nicht ankommt.

Rückmeldung Federspeicherbremse

Die Federspeicherbremse (FSB) hält das Fahrzeug im Stand fest. Wenn die FSB aktiv ist, wird dies über eine LED dem Fahrer angezeigt. Auch vom geführten Fahrzeug wird der Zustand der FSB angezeigt. Hierzu wird das Signal vom Bremssteuergerät über die Frontkupplung an den ersten Triebwagen übertragen. Da die Leitungen der Front und Heckkupplung miteinander verbunden sind, wird über Dioden der richtige Signalfuss sichergestellt. Diese wiederum sind in Heck an Heck Betrieb hinderlich und somit muss in diesem Fall die Leitung mit der Nummer 26303 mit der Leitung 26308 verbunden werden.

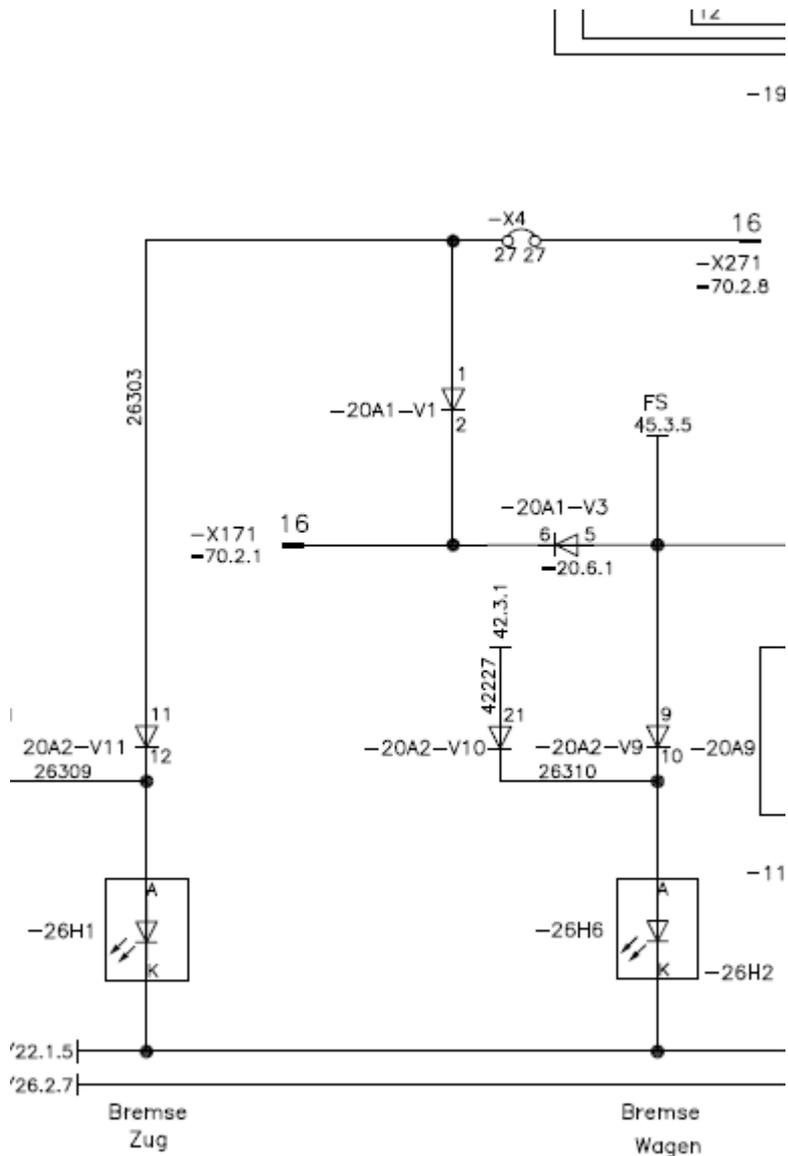


Abbildung 21 Ausschnitt aus dem Schaltplan Bremsanlage, Anzeige Federspeicherbremse

Sicherheitskreis

Der Sicherheitskreis überwacht permanent die wichtigsten Sicherheitseinrichtungen. Sollte hier nur ein Kontakt auslösen (z.B. eine Notbremse vom Fahrgast gezogen werden), wird der Kreis geöffnet und der Signalfluss somit unterbrochen. Um diesen Sicherheitskreis zu aktivieren, muss über einen Schaltknopf im Führerstand (42S7) ein 24V Signal vom Umformer zur Heckkupplung (Kontakt 27) an den hinteren Triebwagen geleitet werden. Außerdem wird über die oben genannten Sicherheitseinrichtungen das Signal zum Hilfsrelais Sicherheitskreis und zum Sicherheitsrelais geleitet. Diese schalten u.a. die Überwachung der Antriebe zu und heben die Anfahrsperrung auf (sind also elementar wichtig für den Betrieb). Damit der Fahrer den Knopf nicht die ganze Zeit drücken muss, hält sich das System von selbst. Zu diesem Zweck wird über den Kontakt der Bugkupplung (Nummer 27 beim geführten Fahrzeug) das Schütz 42K2 geschaltet. Dieses schließt den Kreis vom 24V Umformer und jeweils über die Sicherheitseinrichtungen werden auch hier die beiden Sicherheitsrelais gehalten.

9. Kontaktbelegung für den Heckbetrieb

Über den Bugkontakt 28 wird das Signal auch zum führenden Triebwagen geleitet und das System darüber gehalten. Mit dieser Schaltung sind die beiden Sicherheitskreise miteinander verbunden und bei Auslösen einer Sicherheitseinrichtung werden beide Kreise sofort geöffnet. Bei dem Kontakt „Sicherheitschleife ein“ (Kontakt Nummer 27) gestaltet es sich genauso wie bei dem Kontakt „Steuerschütz“. Der Steuerschalter schaltet diesen Kontakt nur bei Stellung 2 (führender Wagen), damit das Signal zum geführten Wagen geschickt wird. Deshalb muss auch hier eine Lösung wie bei dem Steuerschütz gefunden werden (hier auf die Leitung 42107). Bei dem Kontakt „Sicherheitschleife halten“ (Kontakt Nummer 28) muss die Leitung 42110 auf 42107 geschaltet werden. Allerdings muss man auch gleichzeitig die Verbindung zwischen der Heckkupplung und dem Abzweig zum Schütz 22K27 trennen, da sonst die ganzen Sicherheitseinrichtungen überbrückt werden.

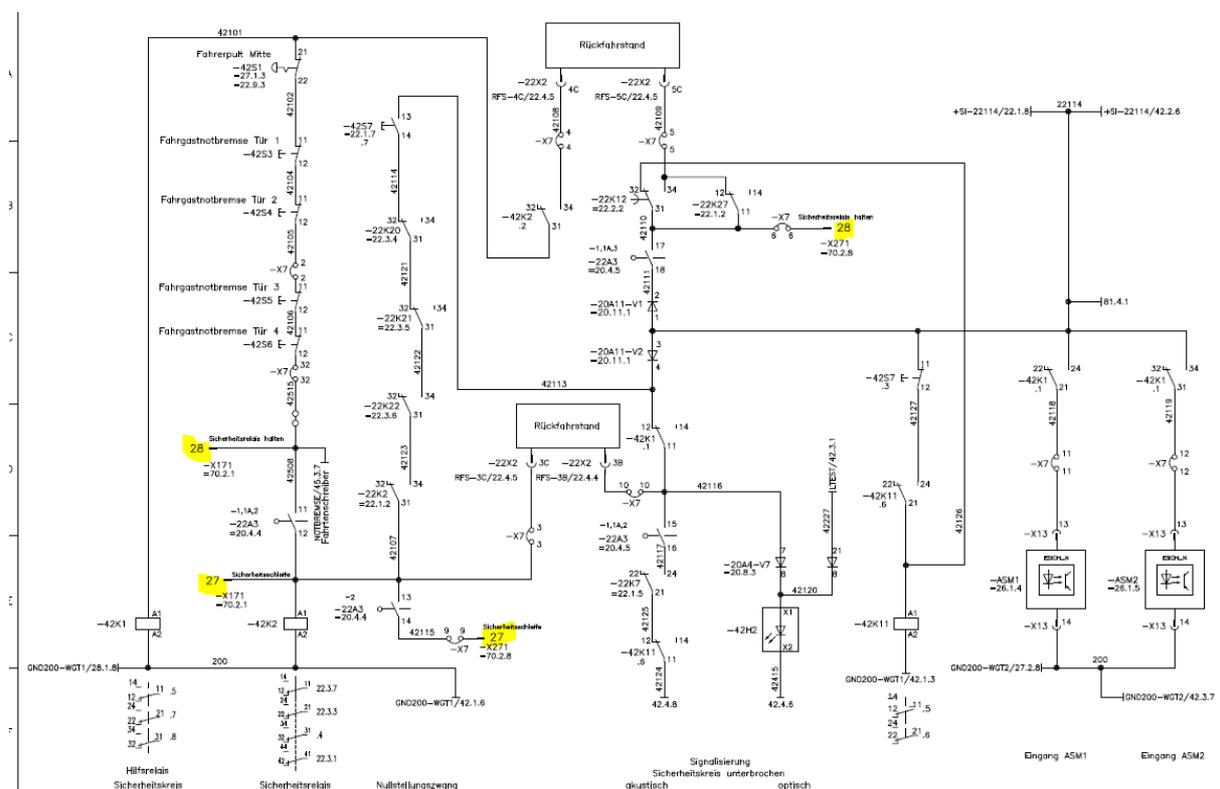


Abbildung 22 Ausschnitt aus dem Schaltplan Sicherheitskreis

Störungsmeldungen

Die Fehleranzeige beim Leoliner besteht aus einer Tafel mit LEDs. Bei einem Fehler wird ein Signal an die entsprechende LED gesendet und der Fahrer kann dementsprechend reagieren. Unterschieden wird hier jeweils zwischen einem Fehler Wagen und deinem Fehler Zug. Bei einem Fehler Wagen z.B. Störung UFO (Umformer) Wagen besteht ein Fehler im Wagen selbst, bei einem Fehler Zug (hier Störung UFO Zug) besteht der Fehler im hinteren Fahrzeug. Damit die Signale im führenden Fahrzeug ankommen, müssen diese wieder über die Bugkupplung im geführten Fahrzeug geleitet werden. Also werden bei den Kontakten 29, 30 und 31 die Leitungen mit den Nummern 42228 auf 42508, 42217 auf 42215 und 42222 auf 42403 geleitet.

9. Kontaktbelegung für den Heckbetrieb

Hier würden aber dann im hinteren Triebwagen jeweils die LED für Wagen und Zug aufleuchten. Damit es dabei zu keinen Fehlinterpretationen kommt, muss gleichzeitig die Leitung von der Heckkupplung zu LED getrennt werden.

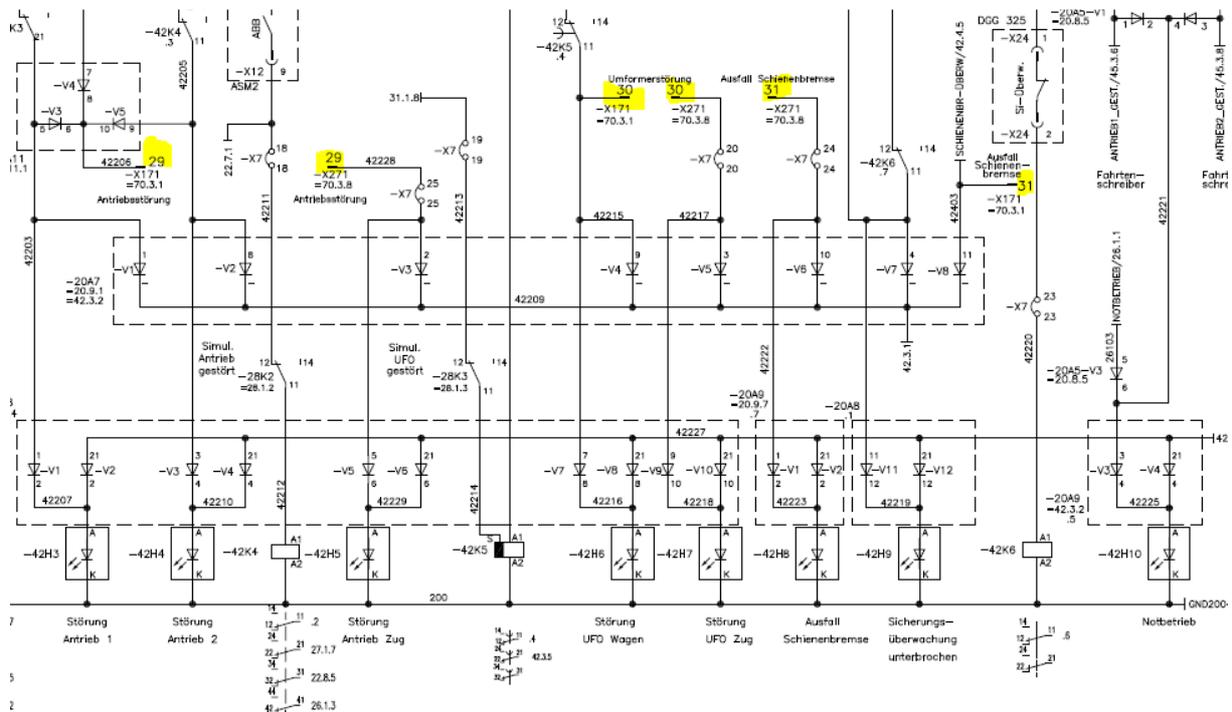


Abbildung 23 Ausschnitt aus dem Schaltplan Überwachung und Sicherheitseinrichtungen

Kupplungsschütze

Die Kupplungsschütze werden wieder durch die Steuerschalter gesteuert. In der Position 2 wird die Heckkupplung gesteuert und über den Kontakt 54 (Traktion) wird das Bugkupplungsschutz im Triebwagen 2 angesteuert. Das Schütz steuert u.a. das IBIS, die Videoüberwachung und den Weichentransponder.

In der Position 3 wird der Kontakt 53 (Traktion) der Bugkupplung angesteuert. Dieses schaltet das Kupplungsschütz im Heck vom führenden Triebwagen und jenes steuert wiederum Signale für das IBIS, den Rückfahrtschalter (kann aber in der Heck an Heck Traktion vernachlässigt werden). Der Kontakt 34 (KSH) schaltet das zweite Kupplungsschütz im Heck, welches allerdings nur die 600V Versorgung für den Beiwagen aktiviert und somit auch vernachlässigt werden kann.

9. Kontaktbelegung für den Heckbetrieb

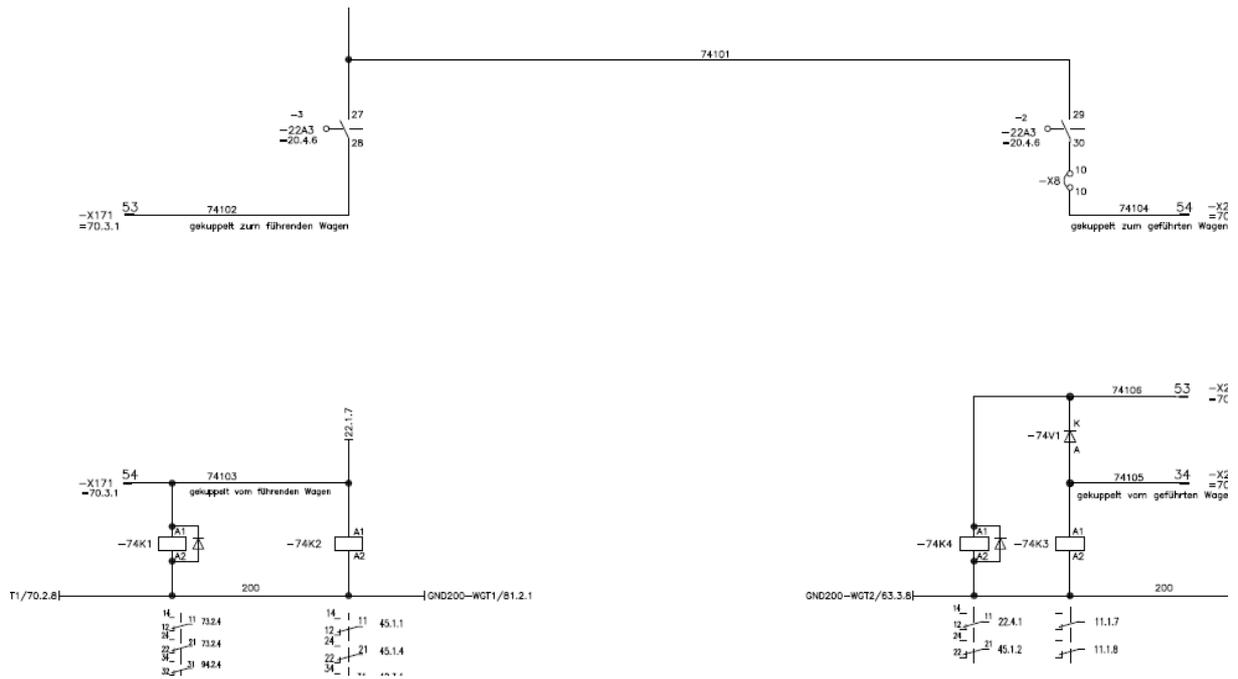


Abbildung 24 Ausschnitt aus dem Schaltplan Kupplungsschütze

Einschalten Batterie 2. Triebwagen

Dieser Kontakt (43, Einschalten Batterie 2. Triebwagen) muss nicht geändert werden, da der Kontakt von der Heckkupplung direkt das Batterieschütz schaltet.

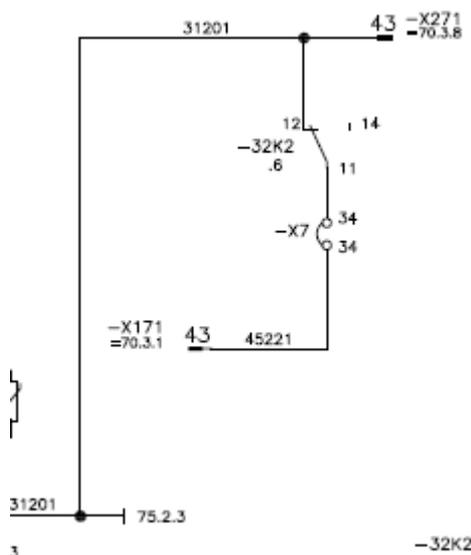


Abbildung 25 Ausschnitt aus dem Schaltplan Hilfsbetriebsanlage Steuer, Batterie ein

Blinkanlage

Innerhalb der Blinkanlage geht das Signal von der Frontkupplung über den Warnblinktaster und den jeweiligen Blinktaster zum Blinkverstärker. Von hier werden die jeweiligen Blinkelemente angesteuert. Vom Blinkverstärker läuft außerdem das Signal zur Heckkupplung. Aus diesem Grund und weil die Leitungen über Kreuz angeschlossen werden müssen (schließlich ist der andere Triebwagen gedreht angekuppelt), ist es wichtig, die Leitung 51303 auf 51310 und 51309 auf 51304 zu schalten.

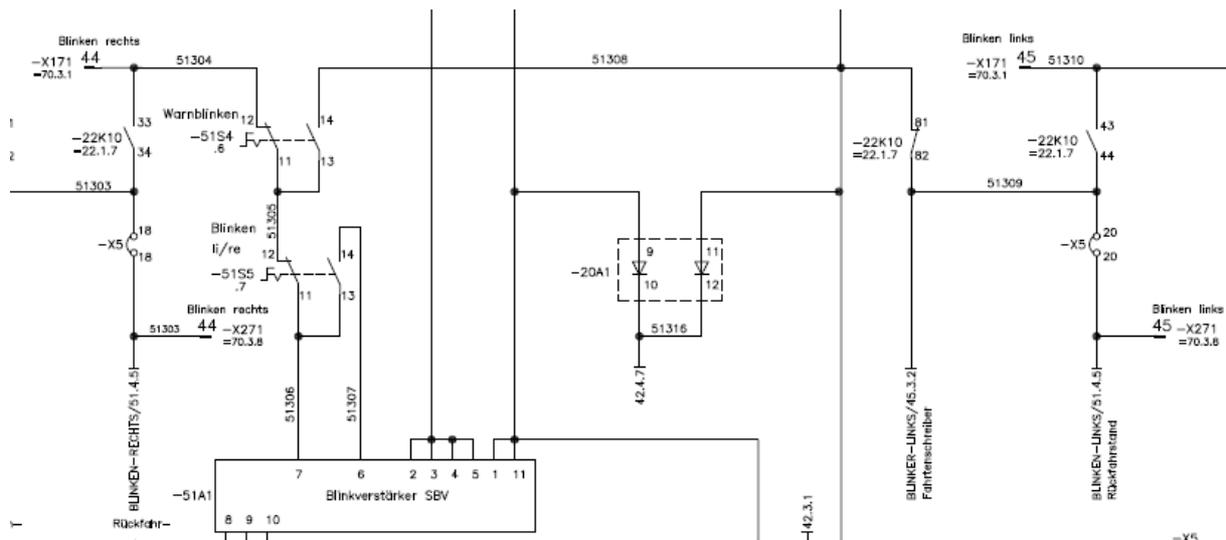


Abbildung 26 Ausschnitt aus dem Schaltplan Blinkanlage

9. Kontaktbelegung für den Heckbetrieb

IBIS-Anlage

Ebenso bei dem IBIS-Zugbus (Kontaktnummer 46 und 47). Hier muss die Leitung 45107 auf 45103 und 45108 auf 45104. Allerdings ist die IBIS Komponente eine komplizierte Anlage im Fahrzeug und wird somit in dieser Arbeit nicht weiter betrachtet, um den Rahmen nicht zu sprengen.

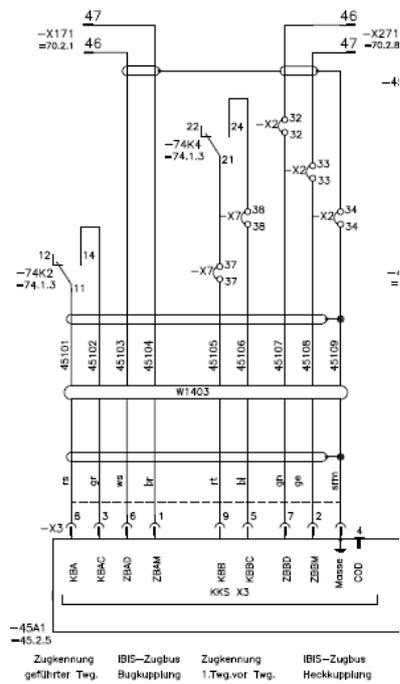


Abbildung 27 Ausschnitt aus dem Schaltplan IBIS-Anlage

Türkontrolle

Hier ist besonders die Signalleitung zum Aufheben der Anfahrsperre interessant (Schütz 81K4). Wird dieses nicht betätigt, fährt das Fahrzeug auch nicht los. Im Zugverband sind wieder beide Kreise miteinander verbunden. Dies erfolgt auf folgendem Weg. Von der 24V Stromversorgung geht die Leitung über die Sicherheitseinrichtungen in jeder Tür (Endlagensensoren, Notöffnung usw.). Erst nach Durchlaufen der ganzen Sicherheitselemente kommt das Signal zum Schütz der Anfahrsperre und betätigt dies. Davor zweigt das Signal noch zur Frontkupplung ab und gelangt über die Heckkupplung des führenden Fahrzeuges über die Sicherheitseinrichtungen zum Schütz dieses Fahrzeuges. Werden nun nur die Front und Heckkupplung miteinander verbunden, erfolgt keine Überprüfung der Sicherungen. Diese werden komplett überbrückt. Also muss gleichzeitig mit dem Verknüpfen der beiden Kontakte (Nummer 55) die Leitung 81201 zwischen dem Knoten und der Heckkupplung getrennt werden.

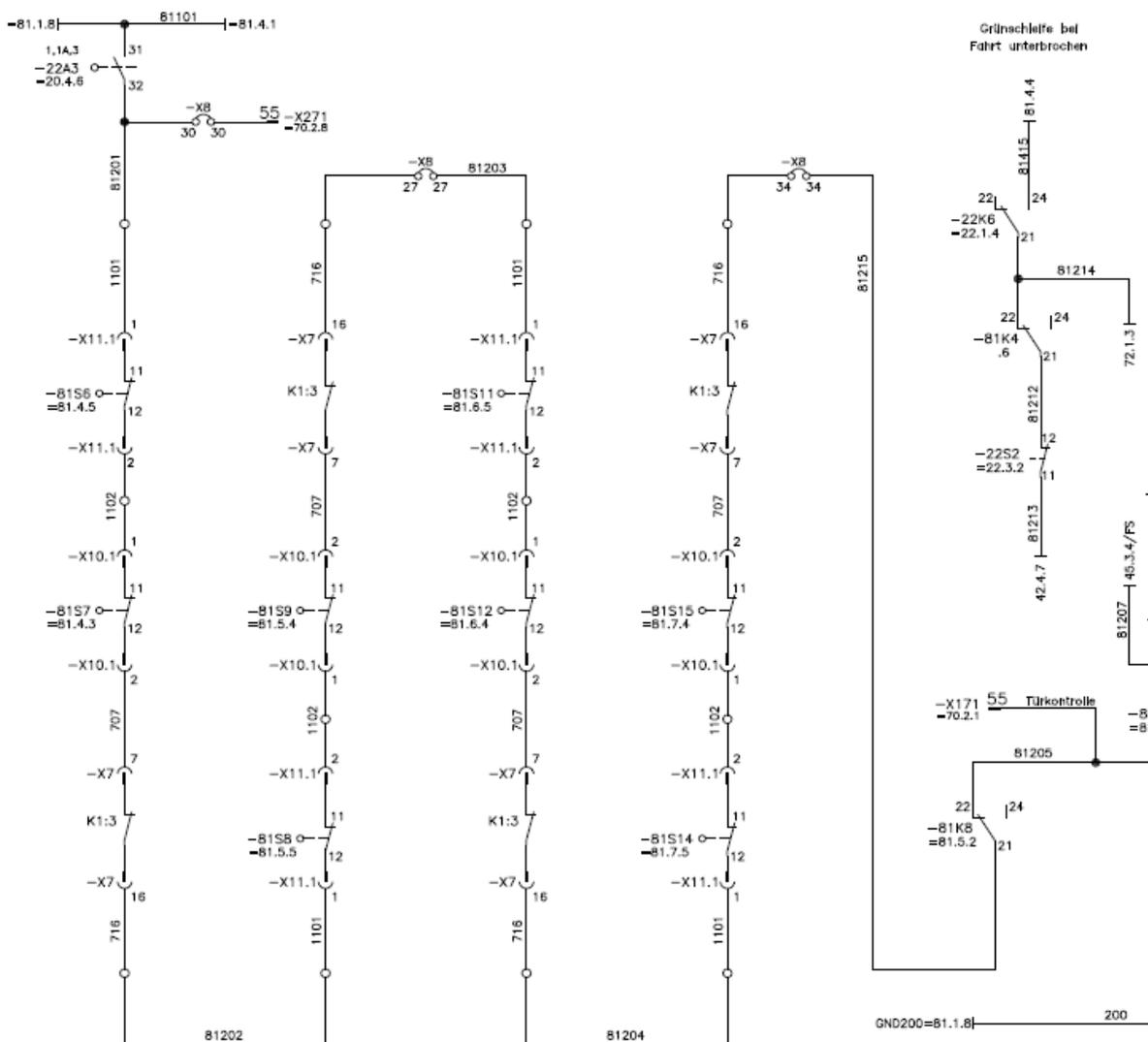


Abbildung 28 Ausschnitt aus dem Schaltplan Grünschleife, Türkontrolle, Haltewunsch Hübner-Türen

CAN-Bus Türen

Durch den CAN-Bus wird permanent der Zustand der Türen überwacht. Sollte es ein Problem geben, kann das Schütz 81K7 nicht betätigt werden, und das Fahrzeug leitet eine Zwangsbremung ein oder aber fährt nicht an. Deshalb muss das Signal auch über die Heckkupplung an das führende Fahrzeug übertragen werden. Der Umbau ist hier relativ einfach und wird auch über den Steuerschalter gelöst.

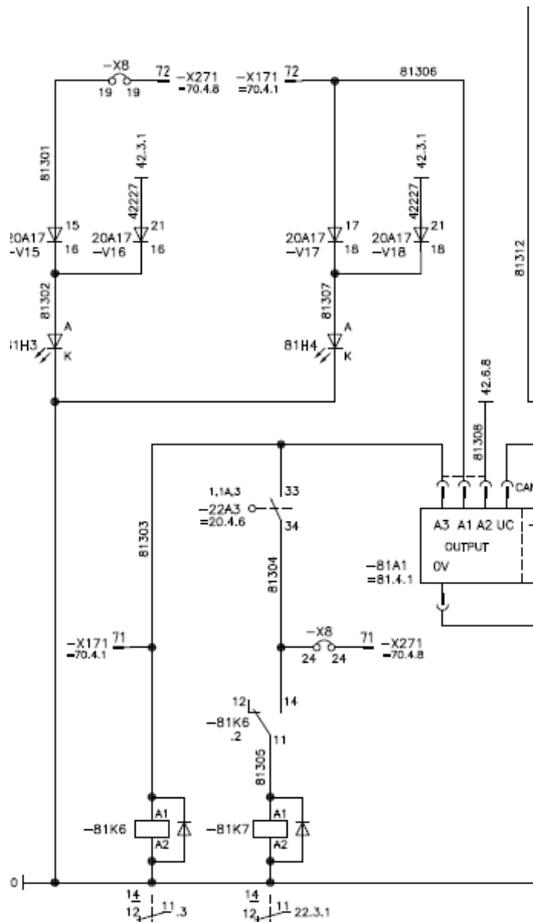


Abbildung 29 Ausschnitt aus dem Schaltplan CAN-Bus Hübner-Türen

Videofortschaltung

Jeder Triebwagen hat eine Vielzahl von Überwachungskameras zur Verhinderung von Straftaten. Weiterhin kann der Fahrer über einen Bildschirm im Stand den Fahrgastwechsel darüber verfolgen. Zuständig hierfür sind die Kontakte 74 und 75 (Videofortschaltung a und b), welche aber bei der Hecktraktion vernachlässigt werden können. Da im zweiten Triebwagen keine Fahrgäste befördert werden, muss auch das Kamerabild nicht im Führerstand des ersten Triebwagens angezeigt werden. Die Videoaufnahme ist davon aber nicht betroffen.

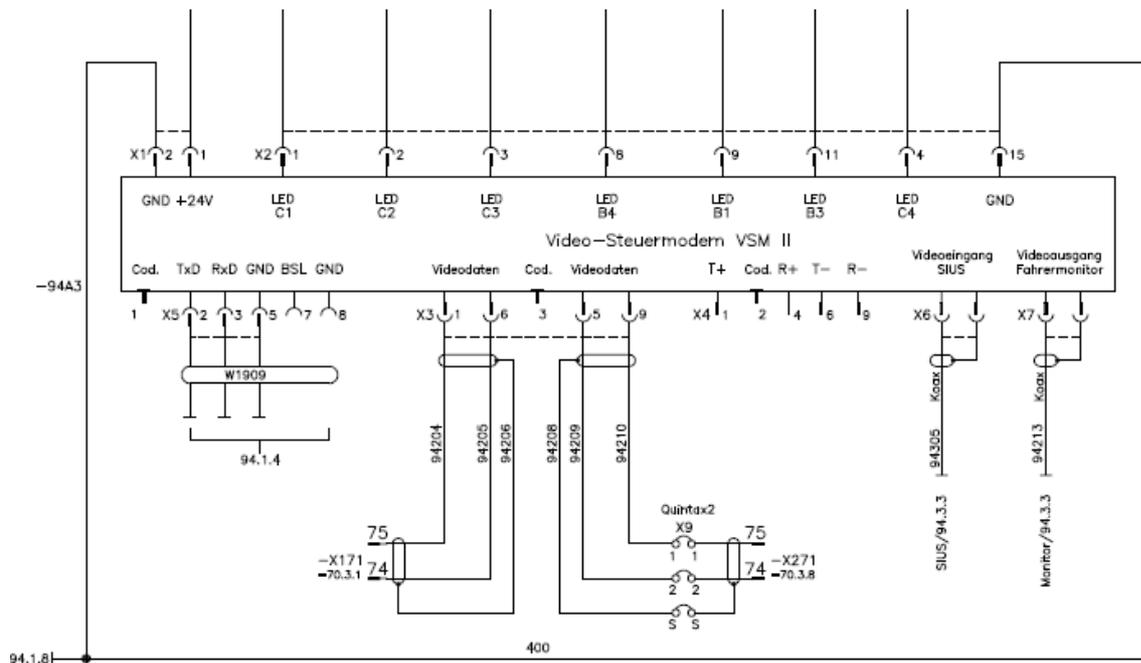


Abbildung 30 Ausschnitt aus dem Schaltplan Videoüberwachungsanlage, Videosteuermodem

Signale für den Beiwagenbetrieb

Daneben gibt es einige Signale, welche nur an der Heckseite zu finden sind. Diese stammen vermutlich von der Vorbereitung für den Beiwagenbetrieb. Das sind die Signale: „FSB notlösen“, „IBIS-Wagenbus“ (4-mal), „KSH“, „Bremssignal/Bremsslicht Beiwagen“, „Bremstörung Beiwagen“ und können alle vernachlässigt werden.

Neben dem Fahrzeug für den Heck-Betrieb, müssen bei diesen Signalen auch der andere Wagen im Zugverband umgebaut werden. Somit entstehen hier zwei Umbauvarianten (Umbau der Heckkupplung und Schaltung sowie nur der Umbau der Schaltung). Wie der Umbau der Schaltung bei beiden Fahrzeugen erfolgt, ist unter Kapitel 14 näher beschrieben.

9. Kontaktbelegung für den Heckbetrieb

Übersicht:

Tabelle 14 Anschluss der Signale

Kontaktnummer	Leistungsnummer	Auf Leistungsnummer
9	21117	21108
10	21118	21109
16	26303	26308
23	22122	Steuerschalterumbau
27	42115	Steuerschalterumbau
28	42110	42107
29	42228	42508
30	42217	42215
31	42222	42403
43	45221	Kein Umbau
44	51303	51310
45	51309	51304
46	45107	Wird vernachlässigt
47	45108	Wird vernachlässigt
53	74102	Wird vernachlässigt
54	74104	47103
55	81102	81205
71	81303	Steuerschalterumbau
72	81306	Wird vernachlässigt
74	94105	Wird vernachlässigt
75	94204	Wird vernachlässigt

10. Konzept Tausch der Kupplungen

10.1 Umbaumaßnahmen am Fahrzeug

Bei diesem Konzept wird einer bestimmten Anzahl von Leolinern die elektrische Kupplung am Heck gegen eine getauscht, wie sie an der Frontseite verbaut ist. Dies hat den Vorteil, dass die Kontakte für die 600V Erdung direkt aufeinanderpassen (da diese asymmetrisch zu den anderen Kontakten angelegt sind) und deshalb nicht umgebaut werden müssen. Solche Kupplungen können direkt bestellt und verbaut werden. Es muss nur auf die richtige Verkabelung geachtet werden. Befestigungen und Bauraum sind identisch zur vorherigen Kupplung. Auch kann der Umbau ohne Probleme von der eigenen Hauptwerkstatt in relativ kurzer Zeit erfolgen.

Größter Nachteil an diesem Konzept ist ein Verlust an Variabilität. Diese umgebauten Fahrzeuge können nur noch solo, in Hecktraktion oder in einer Traktion als geführtes Fahrzeug fahren (also als zweiter Triebwagen). Ein Einsatz als führender Triebwagen ist aufgrund des Umbaus nicht mehr möglich.

10.2 Erforderliche Einzelteile

Für diesen Umbau wird die E-Kupplung ausgebaut und mit einer neuen oder überarbeiteten Kontaktplatte wieder zusammengebaut. Die Heckkontaktplatte muss durch eine Kontaktplatte getauscht werden, wie sie in der Frontkupplung eingebaut ist. Hierzu ergeben sich verschiedene Möglichkeiten. Entweder man bestellt die Kontaktplatte direkt beim Hersteller Voigt, man lässt eine derartige Platte nachbauen oder aber man verwendet die vorhandene und bohrt die Löcher für die Erdungskontakte hinein. Der Ablauf des Aus- und Einbaues erfolgt nach der Montageanleitung im Anhang.

Weiterhin müssen zusätzliche Kontaktstifte (kegelförmige) bestellt und verbaut werden.

10.3 Zeit und Kostenplan

Für den Zeitplan werden zwei Arbeiter zu einem Stundensatz von je 60€ angenommen. Diese werden zwei Arbeitstage für den Umbau benötigen. Dies ergibt in Summe einen Wert von ca. 1920€. Die Kontaktplatte wird im Nachbau ca. 200€-500€ kosten. Hinzu kommen noch 61 Kontaktstifte (ca. 10€ pro Stück, insgesamt 610€) und diverse Kleinteile (z.B. Verbrauchsmittel) von 100€-200€. Somit kommt man in Summe auf ca.:

2830€-3230€ und zwei Arbeitstage

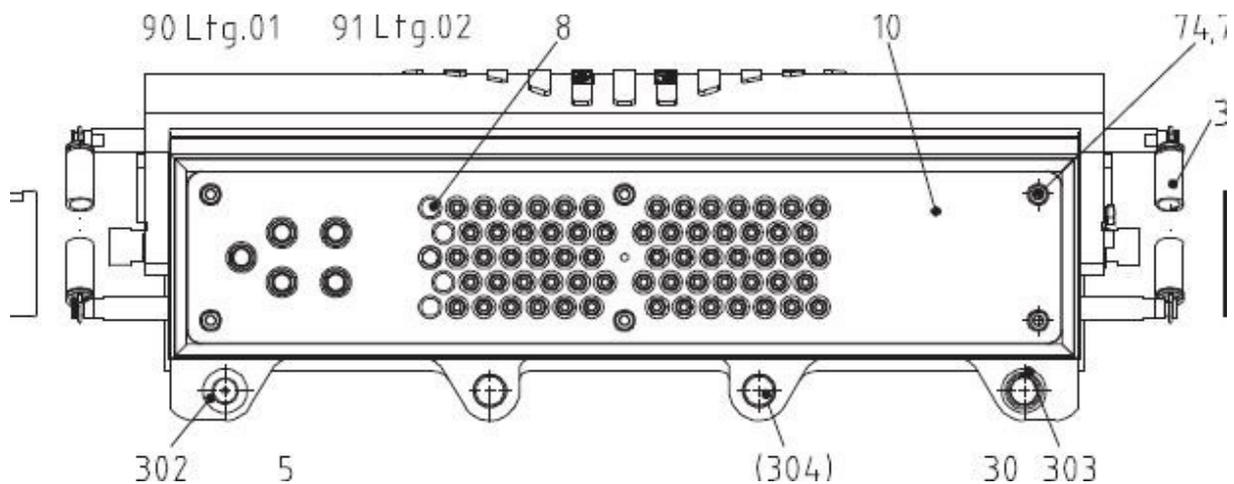


Abbildung 31 Kontaktträger (Nummer 10)

10.4 Sonstige Umbauten/Beschriftungen

Neben dem Umbau der Kupplung müssen auch die unter Punkt 9.3 beschriebene Probleme betrachtet werden. Der weitere Umbau ist unter Punkt 14 näher beschrieben, da dies auch die Fahrzeuge betrifft, bei denen die Heckkupplung nicht umgebaut wird.

Damit das umgebaute Fahrzeug nicht ausversehen als führender Triebwagen in einer Traktion zum Einsatz kommt, muss dieser für das Betriebshofpersonal gekennzeichnet sein. Dies könnte analog zu den Tatra Triebwagen erfolgen, welche im Verbund als zweiter oder dritter Triebwagen fahren können. Hier ist im Führerstand gut sichtbar eine römische 2 oder 3 aufgeklebt. Analog hierzu müsste man die Leoliner, welche im Heckbetrieb fahren können, mit einem gutsichtbaren H kennzeichnen.

Um die Sicherheit weiter zu erhöhen, kann die Kupplung noch farblich markiert werden.

10.5 Bedienung in der Hecktraktion

Die entsprechenden Fahrzeuge werden einfach Heck an Heck mechanisch und elektrisch gekuppelt. Der Türschalter im nicht besetzten Fahrzeug muss auf geschlossen stehen und der Fahrschalter in Position 4.

11. Konzept Drehschalter zum Tauschen der Kontakte

11.1 Umbaumaßnahmen am Fahrzeug

Bei diesem Konzept erfolgt die Verlegung der Kontakte bequem über einen Dreh- oder Schlüsselschalter im Heckfahrstand oder im Führerstand. Um dies zu realisieren, trennt man die Kabelverbindungen und verbindet sie über einen elektrischen Schalter wieder. Darüber hinaus werden auf der linken Seite die Kontakte für die Erdung eingebaut. Im Anschluss muss von jedem Kontakt ein zweites Kabel zum anderen Kontakt des Wechselschalters gezogen werden.

11.2 Erforderliche Einzelteile

Für diese Variante benötigt man neben dem Drehschalter noch weitere Schalter zum Wechseln der Leitungen. Hier können entweder analoge Bauteile (Relais) oder Halbleiter (MOSFET) zum Einsatz kommen. Mit dem Drehschalter wird dann eine Hilfsspannung geschaltet, welche an die Schalter angeschlossen sind. Darüber hinaus benötigt man noch Kontakte für die Erdung und noch diverse Kabel.

11.3 Zeit und Kostenplan

Der Einbau der Schalter und Kabelverbindungen ist eine komplexe und zeitaufwändige Arbeit. Nimmt man wieder 2 Facharbeiter, sollten diese mindestens 4 Tage, aber auch nicht mehr als 7 Tage benötigen. Somit ergeben sich bei einem 60€ Stundensatz und einem 8 Stunden Arbeitstag Kosten in Höhe von 3840€-6720€. Als Schütze wird ein ABB TBC9-30-10 angenommen. Dieser wird bereits für die Innenbeleuchtung verwendet und ist auch verfügbar. Ein Schütz kostet 60,57€ (siehe Anhang) und stellt die obere Grenze der Kosten dar. Es werden insgesamt 61 Schütze benötigt, welche also insgesamt ca. 3694,77€ kosten. Halbleiterschalter kosten zwar in etwa nur 1€ pro Stück, allerdings besitzen diese keinen Industriestandard und fallen deshalb weg. Verbindungskabel sind bereits vorhanden, dennoch sollten diese mit dazugerechnet werden. Zusammen mit Kleinteilen wie Stecker oder dem Schlüsselschalter ergeben sich nochmals ca. 300€. Zu den Kleinteilen gehören auch die Kontakte für die Erdung in der Kontaktplatte der Kupplung (in diese müssen nur noch 4 Löcher gebohrt werden). In Summe kommt man auf:

7834,77€-10714,77€ und 4-7 Arbeitstage

Die Kosten für neue Kontakte sind nicht abschätzbar (müssten erst konstruiert werden).

11.4 Bedienung in der Hecktraktion

Um den Wagen im Zustand Heck an Heck zu schalten, muss man den Dreh- oder Schlüsselschalter in die Position Heck drehen. Bei eingelegter Batterie werden sofort die richtigen Kabelzuordnungen geschaltet. Danach werden die Türen geschlossen und der Steuerschalter auf die Position 3 gedreht.

11.5 Ursachen für den Wegfall des Konzeptes

Dieses Konzept ist zwar im Betrieb sehr komfortabel, aber es birgt zu viele Risiken. Zunächst sind hier große Eingriffe in die Elektrik der Fahrzeuge notwendig. Dadurch entstehen wieder neue Fehlerquellen, welche zum Ausfall des Fahrzeuges oder zur Beeinträchtigung der Sicherheit führen können. Auch besteht die Gefahr, dass durch Fehlbedingungen (auch durch Unbefugte) ungewollte Schaltzustände entstehen. Außerdem müssen neue Kontakte für Kupplung gesucht bzw. entworfen und alle Leoliner damit ausgerüstet werden. Aus diesen Gründen wird dieses Konzept bei genauerer Betrachtung verworfen.

12. Konzept Adapter an den Zuleitungen

12.1 Umbaumaßnahmen am Fahrzeug

Hier erfolgt auch der Tausch der Kabelbelegungen, allerdings über eine separate Box. Diese wird an den Kabelstrang hinter der Kupplung über Stecker eingesetzt. Hierfür müssen im Vorfeld die Kabelstränge getrennt und über eine Steckverbindung wieder miteinander verbunden werden. Als Stecker bieten sich Lösungen der Firma Harting an, welche auch schon an anderer Stelle im Fahrzeug vielfach verbaut sind. Der Vorteil der Industriestecker der Firma Harting besteht in der Sicherheit auch in schwieriger Umgebung. Wird nun das Fahrzeug im Heckbetrieb genutzt, werden die Stecker gelöst und die Box dazwischen gesteckt. Das Fahrzeug selbst kann ohne diese Box ohne Einschränkungen im normalen Betrieb weiter eingesetzt werden.



Kabelstränge von/zur der Kupplung

Abbildung 32 Heckkupplung Leoliner von unten



möglicher Einbauort

Abbildung 33 Kabelverbindung von der Kupplung

Wie auf den Bildern ersichtlich, gehen zwei Kabelstränge von der Kupplung in das Fahrzeug. Kurz vor dem Kabelkasten in Bild 33 werden die Stecker eingefügt. Die Box für den Heckbetrieb wird dann in diesem Raum vorher eingebaut. Da der Platz beschränkt ist, muss die Box relativ klein ausfallen. Die Größe darf 30cmx20cm nicht überschreiten.

Die Kontaktplatte muss auch hier wieder geändert werden, damit die Erdungskontakte zueinander passen.

Daneben müssen die in Punkt 9.3 beschriebene Probleme betrachtet werden. Hier kann man von den entsprechenden Kontakten der Bugkupplung entsprechende Leitungen zum Heck legen und diese in die Harting Stecker einbinden. Die Verschaltung erfolgt dann im Adapter.

12.2 erforderliche Einzelteile

Zunächst wird die Schaltbox angefertigt. Hier können schon fertige Lösungen für das Gehäuse genutzt werden. An zwei Seiten können dann je zwei Harting Stecker verbaut und im Inneren die Steckpins jeweils passend zueinander mit Kabeln verbunden und eingesteckt.

Am Fahrzeug werden als erstes die Verbindungen zur Kupplung getrennt und auch hier Harting Stecker angeschlossen. Am Unterboden wird eine Aufnahme für die Schaltbox angebracht.

12.3 Zeit und Kostenplan

Wieder werden hier zwei Facharbeiter angenommen. Die Box selber sollte in einem Arbeitstag zu realisieren sein. Die Umbauten am Fahrzeug dürften auch nicht mehr als 1-2 Arbeitstage einnehmen. Somit ergeben sich hier Lohnkosten in Höhe von 1920-2880€. An Materialien fallen an: 8 Harting Stecker (je ca. 35€ komplett), die Box (ca. 50€) und diverse Kabel (zusammen ca. 80€). Somit ergibt sich insgesamt ein Aufwand von:

2330-3290€ und 2-3Arbeitstage

12.4 Bedienung in der Hecktraktion

Soll das Fahrzeug im Heck an Heck Betrieb fahren, muss ein passendes Fahrzeug im Betriebshof darauf vorbereitet werden. Hierzu wird das Fahrzeug auf eine Grube gefahren, um an die Steckverbindungen zu gelangen. Nun müssen die Stecker geöffnet und der Adapter dazwischen gesteckt werden. Der Adapter selber wird an den vorgesehenen Halterungen befestigt. Jetzt können die Fahrzeuge wie im vorherigen Konzept bedient werden (Türen zu und Steuerschalter auf Position 3).

Auch bei diesem Konzept müssen die Kontakte der Kupplung verändert werden. Damit der größte Vorteil dieser Lösung (die freie Variabilität im Betrieb) erhalten bleibt, reicht es nicht aus, nur die Fahrzeuge für den Heck an Heck Betrieb umzubauen. Jedoch ist der Umbau der Kontakte bei allen Leolinern wirtschaftlich nicht sinnvoll und auch dieses Konzept wird deshalb verworfen.

13. Weitere Veränderungen und Umbau des führenden Fahrzeuges

In dem Unterpunkt 9.3 ist deutlich geworden, dass der bloße Tausch der Kontakte nicht ausreicht. Es muss doch tiefer in die Elektronik eingriffen werden, was der eigentlichen Zielstellung entgegenspricht. Auch müssen beide Triebwagen in einem Zug umgerüstet werden. Da dies jedoch bei beiden gleich ist, wird hier im Folgenden nicht unterschieden.

13.1 Bevorzugte Umbauvariante für beide Fahrzeuge

Stromversorgung, Steuerschalter und automatische Umschaltung

Damit die Signale richtig weitergeleitet werden können, müssen bestimmte Kontakte der Bug- und Heckkupplung miteinander verbunden werden. Wenn die Heck an Heck Traktion nicht benötigt wird, dürfen diese Verbindungen allerdings nicht aktiv sein. Somit müssen in die Verbindungen Schalter eingebaut werden. Um diese nicht alle per Hand zu aktivieren, bietet es sich an elektrisch betätigte Schalter zu verbauen (z.B. Schütze). Diese benötigen eine Spannungsversorgung, welche von der Fahrzeugbatterie gespeist werden kann. Um diese Spannungsversorgung nur im Heck an Heck Betrieb zu gewährleisten, kann man einen neuen Steuerschalter mit 4 Positionen verbauen. Ist der Schalter in Position 4, wird ein 24V Signal auf ein Schütz geschaltet, welches wiederum die Spannungsversorgung zum Schalten der übrigen Schütze freigibt. Dieser Umweg ist notwendig, da zur Sicherheit ein 24V Signal vom anderen Triebwagen zur Freigabe erfolgen soll. Jedoch wäre der Strom für alle Schütze evtl. zu hoch, um diesen über die Kupplung zu leiten. Die folgende Zeichnung wurde von mir erstellt und den Kupplungsschützen (Ordnungsnummer 74) zugeordnet. Alle weiteren in diesem Unterpunkt habe ich ergänzt (farblich hervorgehoben).

13. Weitere Veränderungen und Umbau des führenden Fahrzeuges

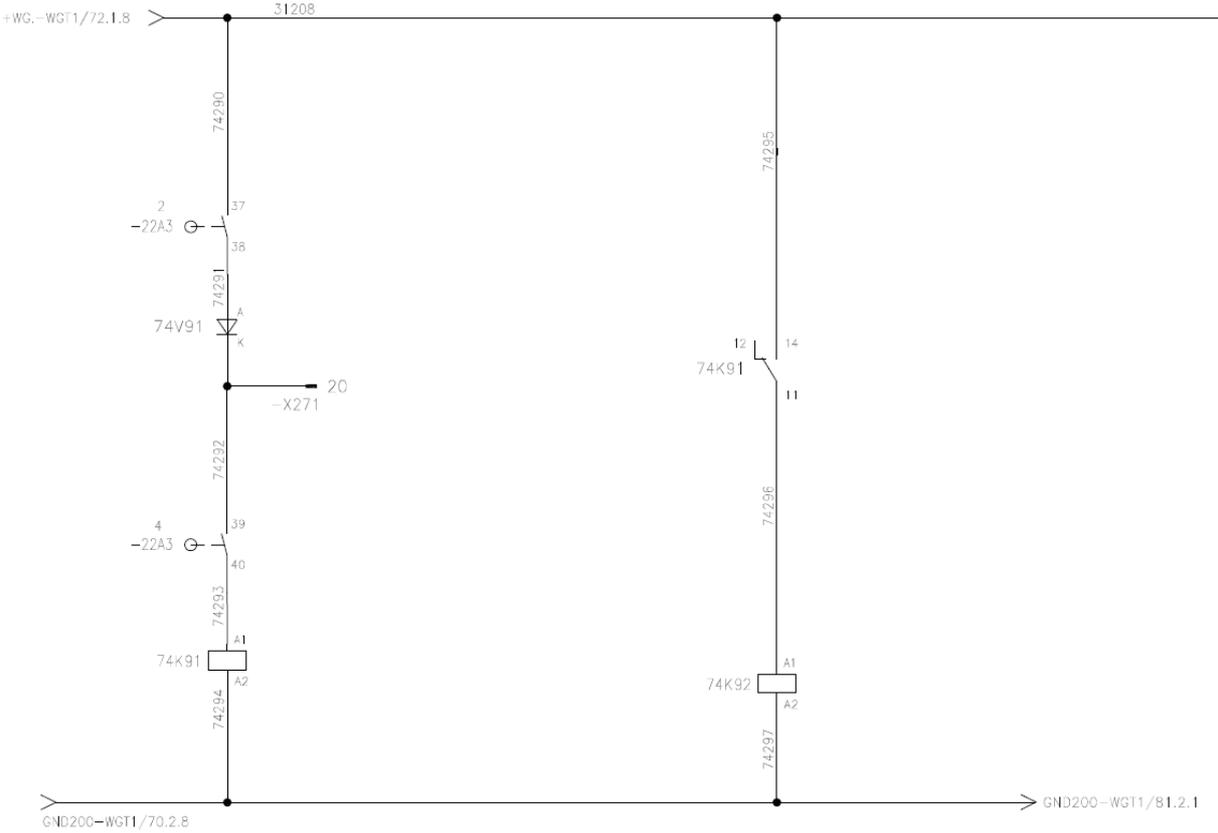


Abbildung 34 Schaltplan für die Stromversorgung

13. Weitere Veränderungen und Umbau des führenden Fahrzeuges

Mit der neuen Steuerschalterposition können auch die Kontakte 23 und 27 gesteuert werden.
Der neue Steuerschalter ist wie folgt belegt:

Steuerschalter	-22A3		0		1		1A		2		3	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Steuerschaltz am geführten Wagen Ein												
Steuerschaltz Ein												
Steuerschaltz des Rückfahrstandes ein												
Steuerschaltz am geführten Wagen Ein												
Federgebelbremse notlösen												
Sicherheitschleife												
Sicherheitsrelais am geführten Wagen ein												
Signalierung Sicherheitsrelais unterbrochen												
Sicherheitschleife												
Dimmer aus												
Dimmer aus												
Heizung Fahrgastraum Ein												
Heizung Fahrgastraum Ein												
gekuppelt zum geführten Wagen												
gekuppelt vom geführten Wagen												
Türkontrolle												
Türkontrolle über CAN-Bus												
Video												
Stromversorgung Heck zum geführten Wagen												
Stromversorgung Heck												
Schaltersstellung (Kontakte in Stellung -0- dargestellt !)	Ausgeschaltet											
	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Einzelwagen	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Zwischenmodell von 1- -2 (Sicherheitsrelais haben)	1A	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Steuwagen vor 2.Teg.	2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	gesteuerter Wagen	3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Heck Traktion	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Abbildung 35 Neue Belegung Steuerschalter

Rückmeldung Stromabnehmer

Hier wird von der Leitung 21108 und 21109 jeweils hinter der Diode 20A4-V1 bzw. 20A4-V3 ein Abzweig zur Leitung 21117 bzw. 21118 geschaffen, getrennt durch einen Schalter. Hierbei werden zwar auch die LEDs im hinteren Triebwagen (Rückmeldung für den jeweiligen anderen Triebwagen) mit angesprochen, allerdings ist das kein Problem. Weitere Auswirkungen hat der Umbau nicht.

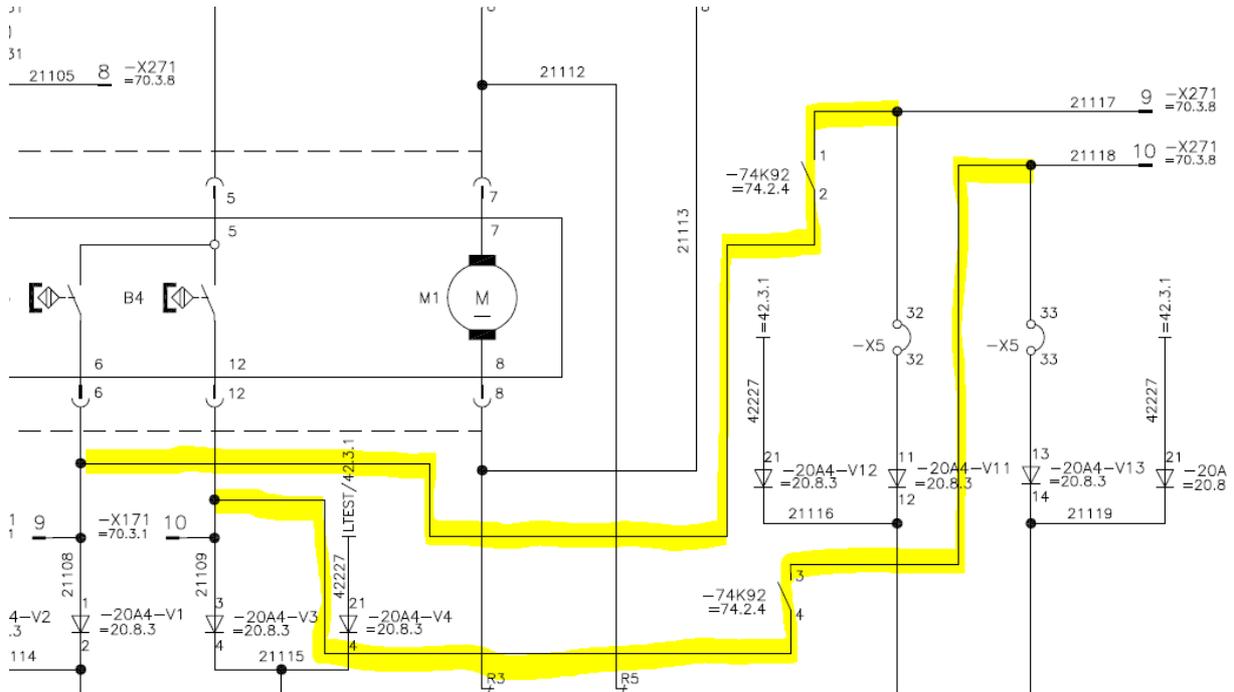


Abbildung 36 Ausschnitt aus dem Schaltplan Steuerung Stromabnehmer für die Heck an Heck Traktion

Anzeige Federspeicherbremse

Genauso einfach gestaltet sich der Umbau bei der Anzeige für die Federspeicherbremse. Hier wird nur eine einfache Verbindung geschaffen zwischen der Leitung 26303 und 26308, wieder unterbrochen durch ein Schütz. Jenes wird dann wieder über den Steuerschalter und den vorderen Triebwagen geschaltet. Zwar gelang über diese Variante das Signal auch zur Frontkupplung, kann jedoch hier nichts bewirken.

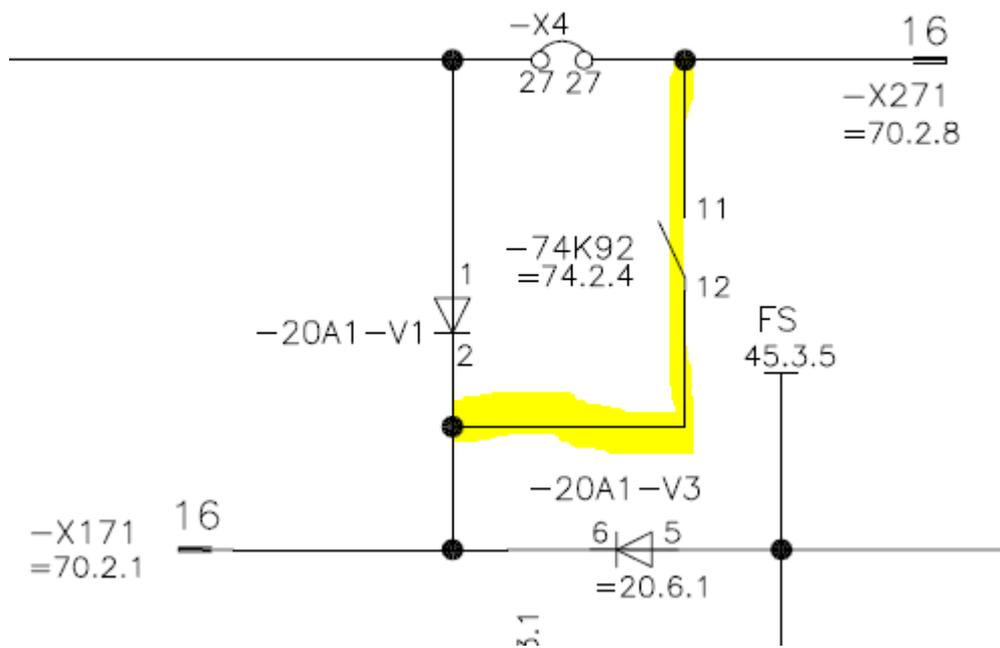


Abbildung 37 Ausschnitt aus dem Schaltplan Bremsanlage Anzeige Federspeicherbremse für die Heck an Heck Traktion

13. Weitere Veränderungen und Umbau des führenden Fahrzeuges

Sicherheitskreis

Beim Sicherheitskreis gestaltet sich der Umbau schon schwieriger. Zunächst ist das Signal „Sicherheitsschleife“ unterbrochen. Dies lässt sich jedoch mit dem Umbau des Schlüsselschalters beheben. Das Signal „Sicherheitsrelais halten“ fragt erst alle relevanten Sicherheitskontakte ab (u.a. Fahrgastnotbremse), bevor es das Sicherheitsrelais hält. Hier muss eine Verbindung mit einem Wechselschalter realisiert werden. Würde hier kein Wechselschalter verbaut, werden die Sicherheitseinrichtungen nicht abgefragt.

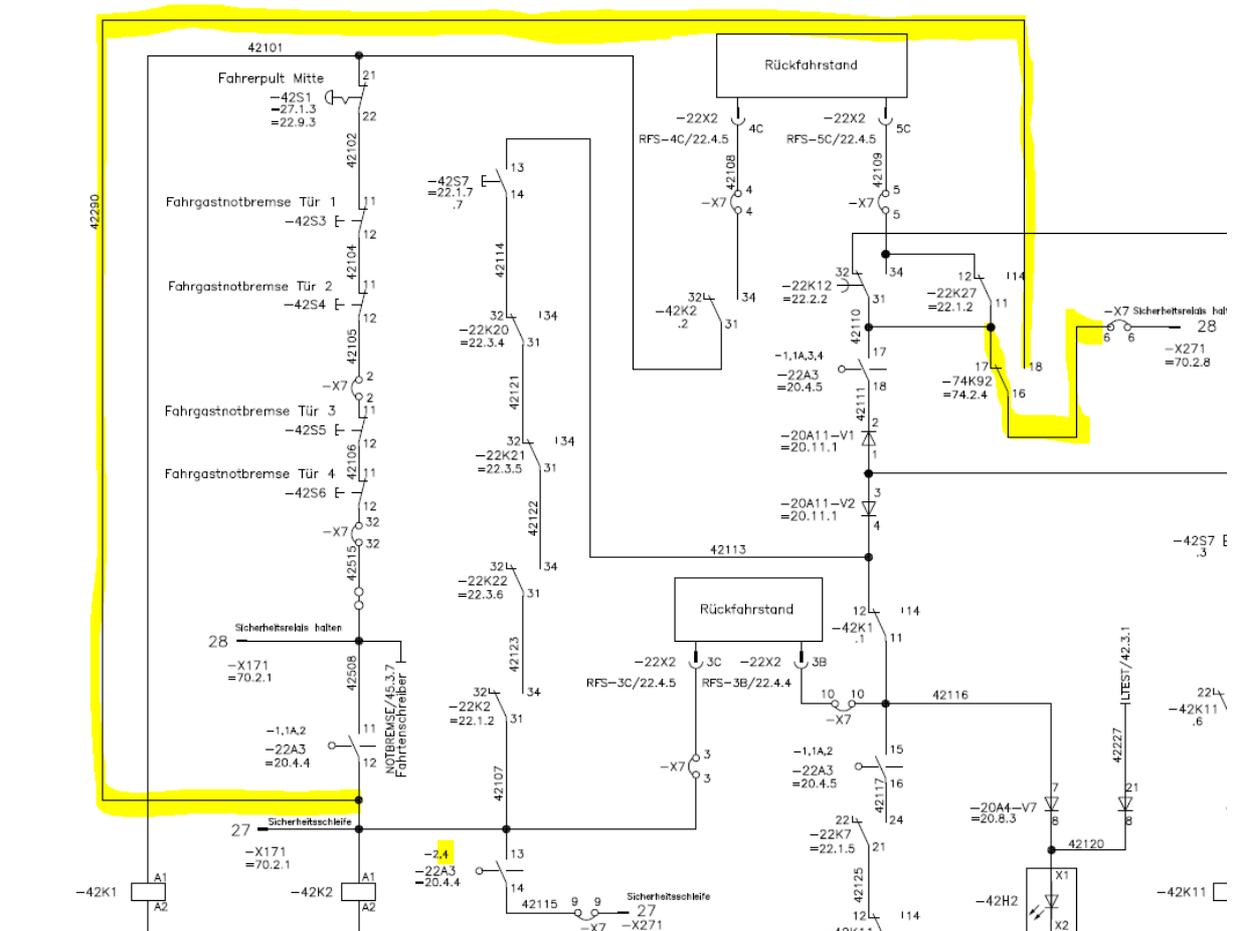


Abbildung 38 Ausschnitt aus dem Schaltplan Sicherheitskreis für die Heck an Heck Traktion

Türkontrolle

Wenn man das Signal „Türkontrolle“ lediglich über die Heckkupplung nimmt, dann würde theoretisch das Fahrzeug auch dieses Signal geben. Aber man vernachlässigt dabei jede Sicherheitseinrichtung der Türen. Somit muss das Signal von der Leitung zur Frontkupplung abgegriffen und zur Heckkupplung geführt werden (von Leitung 81201 zu 81205). Die Leitung vom Heckkontakt zum Knoten muss hierbei allerdings unterbrochen sein, da ansonsten ein falsches Signal übermittelt wird. Hier bietet sich auch wieder ein Wechselschalter an, welcher in Position 4 des Steuerschalters die beiden Leitungen von der Front zur Heckkupplung verbindet, gleichzeitig aber den ursprünglichen Pfad trennt.

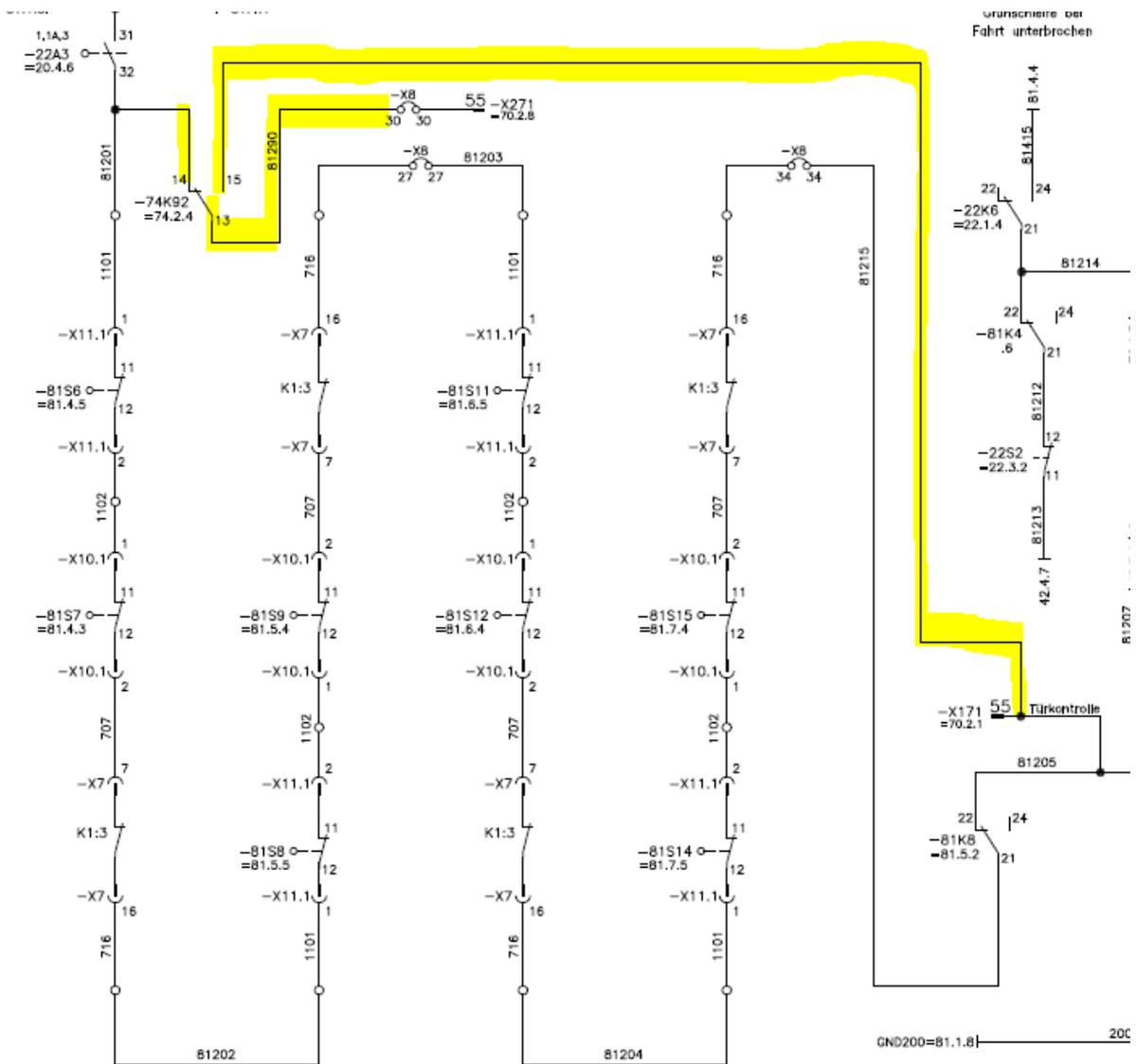


Abbildung 39 Ausschnitt aus dem Schaltplan Grünschleife, Türkontrolle, Haltewunsch Hübner Türen für die Heck an Heck Traktion

13. Weitere Veränderungen und Umbau des führenden Fahrzeuges

Störungsmeldungen

Beim dem Fahrzeugtyp Leoliner findet noch eine klassische Fehleranzeige mittels Leuchtdioden statt. Tritt der Fehler auf, so wird dies dem Fahrer akustisch und mittels aufleuchten der entsprechenden LED an der Fehleranzeige dargestellt. Wird hier kein Umbau vorgenommen, kann der Fahrer nicht auf die Fehler reagieren, da sie ihm nicht oder falsch angezeigt werden. Die 3 Leitungen können auch wie in den letzten beiden Beispielen über Wechselschalter verbunden werden (Leitung 42206 auf 42228, 42215 auf 42217 und 42222 auf 42403).

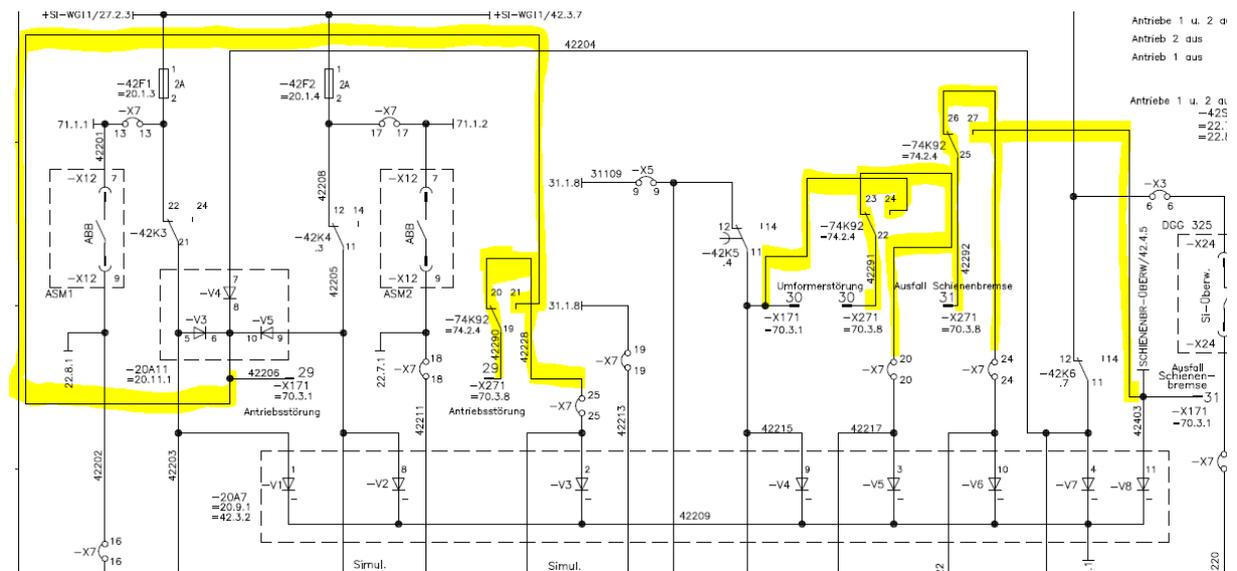


Abbildung 40 Ausschnitt aus dem Schaltplan Überwachung und Sicherheitseinrichtungen für den Heck an Heck Betrieb

Kupplungsschütze

Die Kupplungsschütze schalten wichtige Elemente, die für den Betrieb in einer Traktion notwendig sind. Dazu gehören u.a. Weichenansteuerung und IBIS Komponenten. Jedoch wird in dem Betrieb in Heck an Heck Traktion nur das vordere Kupplungsschütz benötigt. Dieses bekommt in der Heck-Front Traktion den Befehl zum Schalten vom vorderen Triebwagen über den Kontakt 54. Dies ist aber in der Heck-Heck Traktion nicht möglich und somit muss eine Verbindung von der Leitung 74104 zur Leitung 74103 geschaffen werden. Auch hier wieder über ein Schütz getrennt. Weitere Umbauten sind jedoch nicht erforderlich.

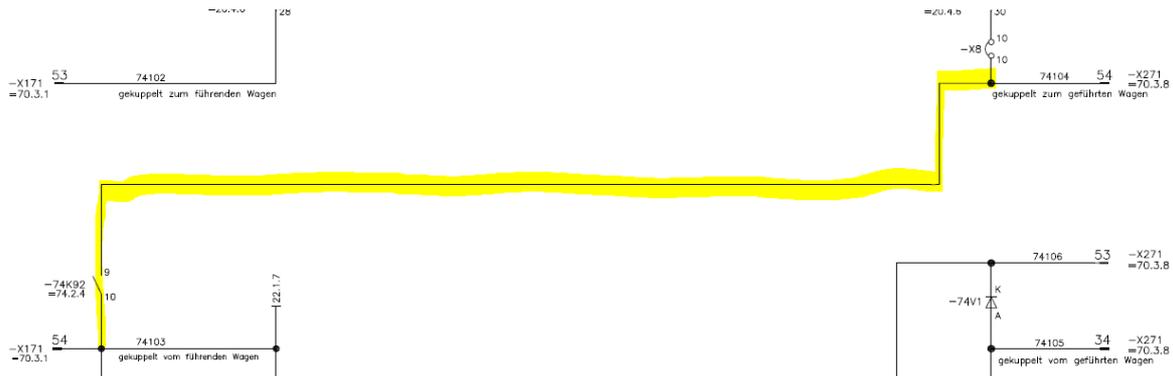


Abbildung 41 Ausschnitt aus dem Schaltplan Steuerung Kupplungsschütze für die Heck an Heck Traktion

13.1.7 Blinkanlage

Wie schon im Kapitel 9.3 beschrieben, müssen die Blinker über Kreuz angeschlossen werden, da der hintere Triebwagen gedreht ist. Also müssen die Leitungen 51303 mit 51310 und 51309 mit 51304 verbunden werden. In der Heck-Front Traktion gehen die Signale für den Blinker nur von der Heckseite zur Frontseite. Damit dies weiterhin gegeben ist und nicht durch den Umbau auf beiden Seiten die Blinker angehen, muss noch jeweils eine Diode in die Leitung 51303 und 51309 eingesetzt werden. Damit wird verhindert, dass z.B. das Signal „Blinker rechts“ über die neue Verbindung zum Kontakt Blinker links gelangt, gleichzeitig aber auch der rechte Blinker angesprochen wird.

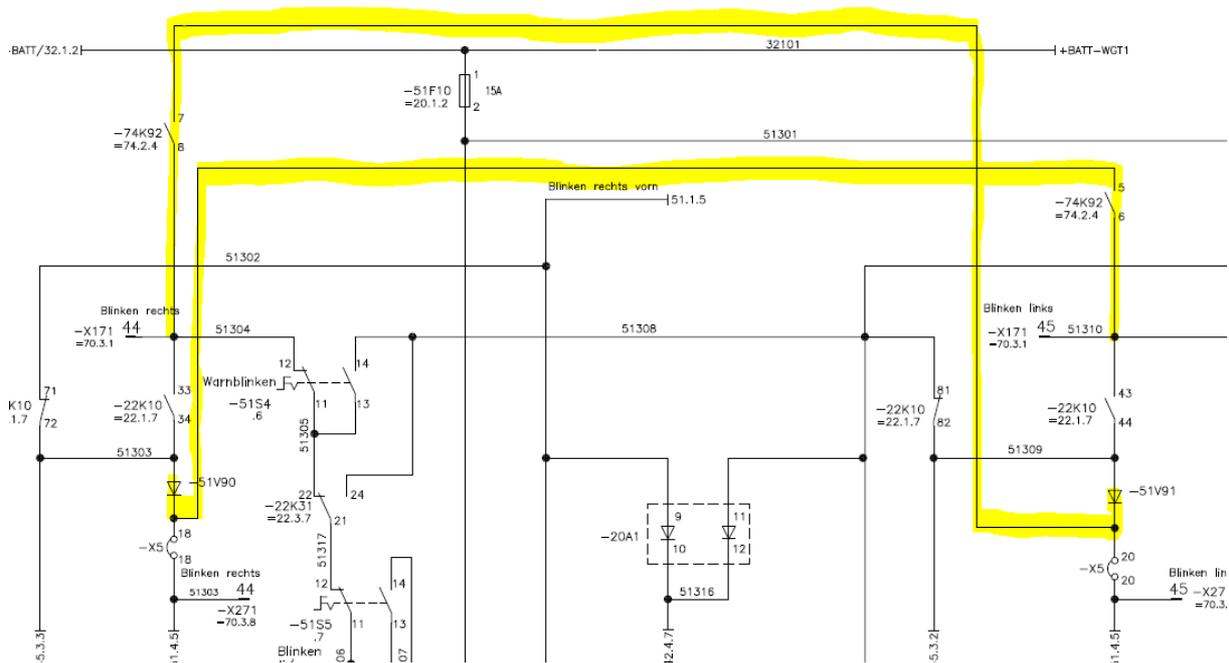


Abbildung 42 Ausschnitt aus dem Schaltplan Blinkanlage für die Heck an Heck Traktion

Zeit und Kostenplan

Ein neuer Steuerschalter kostet in etwa 2000€. Des Weiteren benötigt man noch 11 Schütze (auch hier wird wieder der ABB TBC9-30-10 angenommen); welche in Summe 666,27 kosten. Hinzu kommen noch diverse Kabel und evtl. Kleinteile. Hierfür werden 300€ angenommen.

Der Arbeitsaufwand mit 2 Facharbeitern sollte nicht länger als 2 Tage dauern, womit sich Kosten in Höhe von 1920€. Rechnet man alles zusammen kommt man zu folgendem Ergebnis:

ca. 4600€ und zwei Arbeitstage

13.2 Alternative Umbauvariante

Auch hier muss es mindestens zwei Varianten zur Auswahl geben. Will man nicht in die Elektronik des Fahrzeuges eingreifen, so müssen die Signale von der Heckkupplung an die Bugkupplung gelangen. Hierzu wird am umgebauten Triebwagen am Heck ein Stecker verbaut. Auf diesen müssen die 14 Signale, welche nicht durch das ganze Fahrzeug gelangen, geschaltet werden. Am nicht umgebauten Fahrzeug wird nun auch am Heck ein passender Stecker an Front und Heck im Kupplungsbereich verbaut und durch ein mindestens 14 adriges Kabel verbunden. Die elektrischen Kontakte der Frontkupplung können nun über diesen Stecker mit einem Adapter verbunden werden. Hier muss allerdings drauf geachtet werden, dass der Adapter so klein ist, dass die Frontschürze geschlossen werden kann, da ansonsten die Rücklichter nicht mehr erkennbar sind. Somit gelangen die Signale direkt an die Frontkupplung und in die Elektronik muss nicht eingegriffen werden.

Allerdings muss ein Kabel vom Heck durch alle Dachvouten bis zur Front geführt werden, was einen enormen Aufwand bedeutet. Auch der Adapter ist mit erheblichen Kosten verbunden. Deshalb ist diese Variante nicht vorzuziehen.

14. Betrachtung der einzelnen Signale auf unsachgemäßen Eingriff

In diesem Kapitel werden nun alle Signale, welche über die Kupplung übertragen werden, auf Konflikte untersucht. Besonderes Augenmerk wird hierbei auf unsachgemäße Bedingung gelegt. Jedoch ist in diesem Fall nicht von einer Fehlbedienung vom Fahrpersonal auszugehen, sondern von Unbefugten. Diese müssen allerdings erst einige Hürden überwinden.

Zunächst ist die Fahrerkabine räumlich vom Fahrgastraum getrennt. Der Zugang ist durch eine abschließbare Tür gegeben. Das Schloss ist ein spezielles Sicherheitsschloss und ist daher nicht einfach ohne Schlüssel zu überwinden. In der Fahrerkabine können auch nur wenige Bedienelemente genutzt werden, da noch 2 weitere Sicherheitselemente verbaut sind.

Zunächst der Steuerschalter, über den die Traktionsart eingestellt wird. Wird dieser im aufgerüsteten Zustand verändert, bekommt der Fahrer eine Fehlermeldung und das Fahrzeug leitet eine Zwangsbremmung ein. Daneben gibt es noch den Fahrschalter. Über diesen wird gesteuert, ob das Fahrzeug aufgerüstet wird und vorwärts bzw. rückwärts fährt. Dieser ist ebenfalls mit einem Schloss gesichert. Die Probleme zur Verhinderung des Zuganges sind auch bei der herkömmlichen Traktion gegeben und berücksichtigt bzw. gesichert. Trotzdem werden hier noch einmal alle Signale betrachtet.

14.1 Signale der elektrischen Kupplung

Fahr-/Bremsbefehle

Zu den Fahrbefehlen gehören die Signale „Sollwert Bit 1-4“, „Fahren vorwärts“ bzw. „Fahren rückwärts“, „vmax <30km/h“, „Waschfahrt“, „Steuerschütz ein“ und „Fahren“. Dazu kommen noch die Bremsbefehle wie „FSB notlösen“, „Federspeicher angelegt“, „Schienenbremse“, „Bremsen nicht“ und „Gefahrenbremse nicht“. Als erstes betrachtet man die Sollwerte, welche über den Sollwertgeber erzeugt werden. In der Fahrtrichtungsschalterstellung „aus“ ist der Sollwertgeber blockiert, genauso in der Stellung „bereit“. Lediglich in der Stellung „vorwärts“ und „rückwärts“ kann dieser bedient werden. Zur Änderung der Stellung ist aber ein Schlüssel notwendig. Über diesen Schalter steuert man auch die Signale „Führerstand besetzt“, „rückwärts“ und „vorwärts“, welche über die Kupplung auf den zweiten Triebwagen übertragen werden.

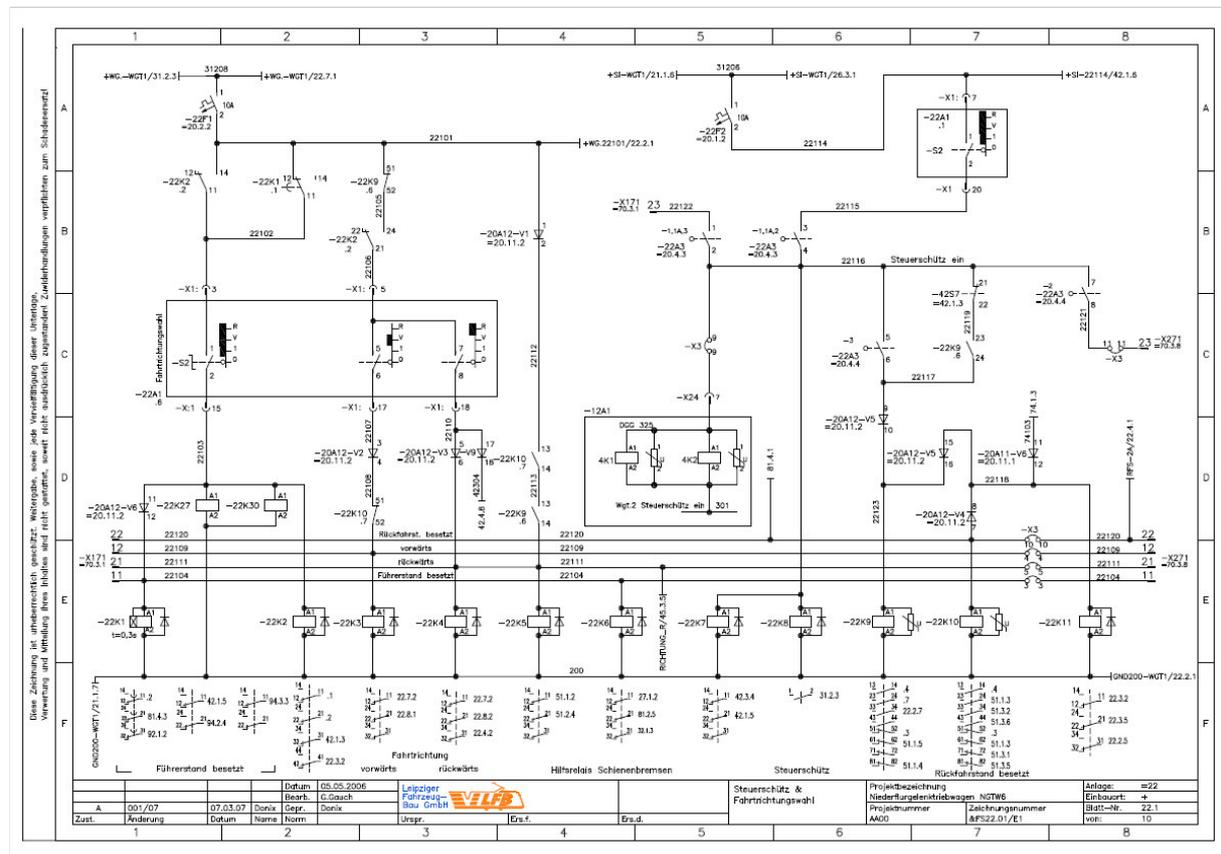


Abbildung 43 Schaltplan Steuerschütz und Fahrtrichtungswahl

14. Betrachtung der einzelnen Signale auf unsachgemäßen Eingriff

Somit sind diese Signale gegen unabsichtliche Bedienung gesichert. Auch das Signal „Rückfahrstand besetzt“, da dieser ebenfalls mit einem Schlüssel gesichert ist. Die Signale „Fahren“, „Bremsen nicht“, „Gefahrenbremse nicht“ und der „Sollwert Bit 1-4“ werden vom Sollwertgeber erzeugt:

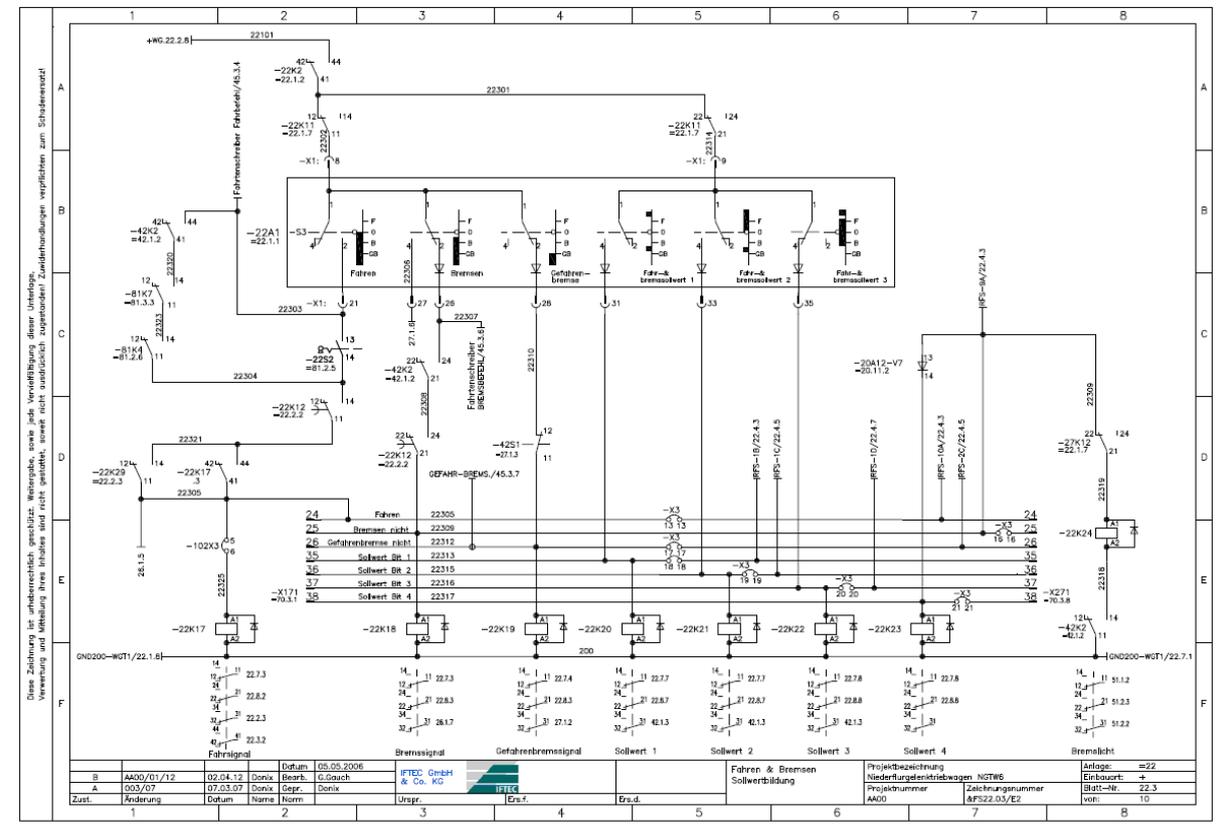


Abbildung 44 Schaltplan Fahren & Bremsen

14. Betrachtung der einzelnen Signale auf unsachgemäßen Eingriff

Daneben gibt es noch den Steuerschalter. Dieser wiederum kann auch nur mit einem Schlüssel betätigt werden.

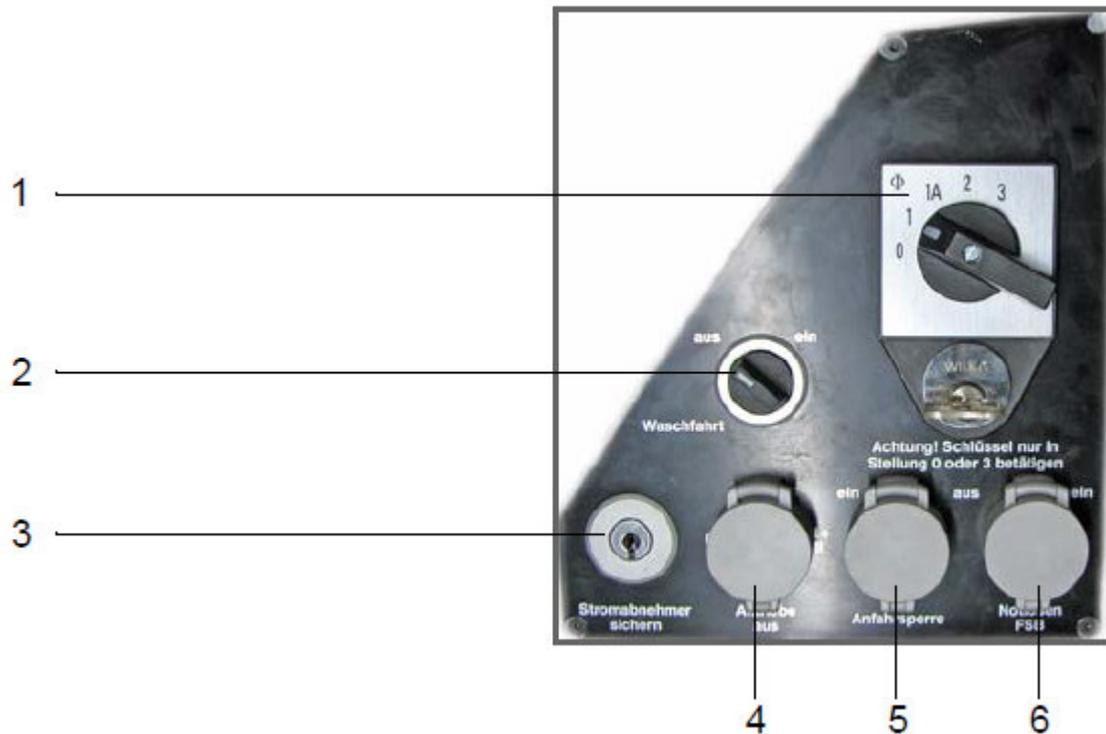


Abbildung 45 Steuerschalter

Über den Steuerschalter werden u.a. „Steuerschütz“ und die Signale „Traktion“ sowie „KSH“ gesteuert. Daneben finden sich dort noch die Schalter für die Waschfahrt und das elektrische Notlösen der FSB. Diese funktionieren aber nur in Schalterstellung 1, 1A oder 2. Der geführte Wagen hat den Schalter aber auf Stellung 3 (oder in der Hecktraktion auf 4). Die Schienenbremse kann nur vom vorderen Triebwagen aktiviert werden, da die Betätigung nur beim Fahrtrichtungsschalter „vorwärts“ bzw. „rückwärts“ aktiv ist.

14. Betrachtung der einzelnen Signale auf unsachgemäßen Eingriff

Einzigste Ausnahme bildet der Pilztaster Gefahrenbremse im Führerstand. Diese Funktion sollte aber auch nicht deaktiviert werden.



Abbildung 46 Pilztaster Gefahrenbremse im Führerstand

Das Signal „ $v_{max} < 30 \text{ km/h}$ “ wird von der Steuerung erzeugt und ist aktiv, wenn z.B. ein Antrieb ausgefallen ist. Es kann somit nicht manipuliert werden. Am Steuerschalter ist noch ein Schlüsselschalter zum Sichern des Stromabnehmers. Daher sind auch die Signale Stromabnehmer „heben“ und „senken“ gegen falsche Bedienung geschützt. Die Signale Rückmeldung Stromabnehmer oben bzw. unten wird über die Endlagensensoren erzeugt und können somit auch nicht beeinflusst werden.

Türen

Bei den Türen müssen viele Signale nicht betrachtet werden, da diese im Endzustand isoliert sind. Die Schalter im Führerstand für die Türen sind bei Fahrtrichtungsschalterstellung „aus“ deaktiviert. Somit können die Türen nicht unbeabsichtigt geöffnet werden.

Zu den isolierten Kontakten zählen:

- Türen öffnen
- Türen daueröffnen
- Haltewunsch
- Haltewunsch Kinderwagen/Rollstuhl
- Türfreigabe

Die Signale „Türen schließen“ und „Türen zwangsschließen“ werden nicht isoliert. Diese müssen auch aktiv bleiben, können aber nur vom besetzten Führerstand aus bedient werden. Die Türkontrolle darf auch nicht isoliert werden, da ansonsten ein Sicherheitsaspekt deaktiviert wird. Sollte sich eine Tür öffnen, so muss das Fahrzeug unverzüglich eine Bremsung einleiten. Dafür wird dieses Signal benötigt.

IBIS-Zugbus und NF-Zugbus

Die Signale vom IBIS-Zugbus werden vom IBIS-Steuerpult in der Fahrerkabine gesteuert. Dieses ist erst ab der Stellung „bereit“ des Fahrtrichtungsschalters aktiv, kann also vom zweiten Triebwagen nicht einfach verändert werden. Der NF-Zugbus kann nur von der Fahrzeugelektronik beeinflusst und so nicht manuell verändert werden. Somit ergeben sich hier auch keine Probleme.

Störungsmeldungen und Meldungen

Die Störungen umfassen folgende Signale:

- Antriebsstörung
- Umformerstörung
- Störung CAN
- Video gestört
- Ausfall Schienenbremse

Alle anderen Fehlermeldungen werden über den NF-Zugbus weitergegeben. Die Störungsmeldungen werden von der Elektronik erzeugt und können somit nicht beeinflusst werden.

Auch folgende Meldungen können nicht beeinflusst werden, da diese analog wie die Störungen von der Elektronik erzeugt werden. Die Meldungen umfassen folgende Signale:

- Federspeicher angelegt
- CAN o.k.

Das Rangiersignal kann am Heck über einen Taster gegeben werden. Das Rangiersignal dient dem Rückwärtsfahren ohne den Heckfahrstand. Über bestimmte Signale können somit Rangierer und Fahrer kommunizieren. Da es lediglich ein Signal im Führerstand und somit auch nicht sicherheitsrelevant ist, kann es auch bei unbeabsichtigter Bedienung zu keinen Problemen kommen.

Signale für den Beiwagenbetrieb

Da die Signale für den Beiwagenbetrieb nicht benötigt werden, können diese isoliert werden und müssen somit nicht weiter betrachtet werden. Das sind folgende Signale:

- Bremsstörung Beiwagen
- Bremssignal/Bremslicht Beiwagen

Hinzu kommt noch der Plus 600V Kontakt, welcher ebenfalls isoliert wird.

Beleuchtung und Heizung

Die Beleuchtung umfasst folgende Signale:

- Blinken rechts und links
- Außenbeleuchtung ein
- Innenbeleuchtung ein

Die Funktionen können theoretisch vom zweiten Triebwagen aus manipuliert werden, jedoch muss man hierzu erst in die Fahrerkabine kommen. Das Problem besteht aber schon heute bei der Heck-Front Traktion, ist aber im Betrieb eher unproblematisch. Bei der Heck an Heck Traktion ist das Risiko sogar noch geringer, da im zweiten Triebwagen keine Fahrgäste sitzen dürfen.

Zur Beleuchtung gehört auch das Signal „Bremslicht Schienenbremse“. Dieses wird automatisch aktiviert, wenn die Schienenbremse getätigt wird. Somit ist hier eine Manipulation ausgeschlossen.

Die Heizung kann genauso wie die Beleuchtung vom zweiten Triebwagen aus an und ausgeschaltet werden. Allerdings stellt dies kein Sicherheitsrisiko dar.

Sonstige Signale

Neben den oben genannten Signalen, werden noch weitere über die Kupplung übertragen. Die Erdungskontakte sind direkt auf die Erdungsschleifen gelegt und daher unproblematisch.

Wichtig für die Sicherheit sind die Kontakte „Sicherheitsschleife ein“ und „Sicherheitsschleife halten“. Wenn die Sicherheitsschleife unterbrochen ist, dann leitet das Fahrzeug automatisch eine Zwangsbremmung ein. Dies ist z.B. der Fall bei einer ungewollten Zugtrennung oder wenn ein Fahrgast die Notbremse betätigt. Am letzten Fall erkennt man, dass das Signal von Fahrgästen ausgelöst werden kann, jedoch ist dies zwingend erforderlich.

Das Schütz für die Batterie wird über die beiden Kontakte Batterie ein bzw. Einschalten Batterie 2. Triebwagen gesteuert. Der Fahrer muss hierzu im Führerstand den Knopf Batterie ein/aus betätigen. Im geführten Triebwagen wird dies über die Steuerung verhindert. Somit ist auch hier eine Manipulation ausgeschlossen.

Zum Schluss fehlen noch zwei Signale für die Videoüberwachung im Fahrzeug. Die Videoanlage ist ein geschlossenes System und kann nicht von außen verändert werden. Auch würden Veränderungen keinen Einfluss auf die Betriebssicherheit des Fahrzeuges haben.

14.2 Kuppeln mit falschen Fahrzeugen

Ein anderes Risiko stellt das Kuppeln falscher Fahrzeuge dar, da hier auch Schäden entstehen können. Unterschieden wird dabei zwischen folgenden Fällen:

1. Heck an Heck kuppeln zweier nicht umgebauter Fahrzeuge

Da an der Heckkupplung des Leoliners die Kontakte aus Buchsen bestehen, ist dieser Fall relativ ungefährlich, da kein Kontakt zwischen den einzelnen Kontaktleitungen besteht.

2. Heck an Heck kuppeln zweier Fahrzeuge mit umgebauter Heckkupplung

Da hier die einzelnen Stifte aufeinandertreffen, kann die Kupplung nur unter enormer Kraft geschlossen werden. Dabei wird es vermutlich auch zu Schäden an den Stiften kommen und die Kontakte werden somit auch nicht verbunden.

3. Heck an Heck kuppeln zweier Fahrzeuge mit umgebauter Schaltung

Siehe Variante Heck an Heck kuppeln zweier nicht umgebauter Fahrzeuge.

4. Heck an Heck kuppeln nicht umgebauter Triebwagen und Triebwagen mit umgebauter Heckkupplung

Hier passen die Kupplungen zueinander und man muss sich die Signale anschauen. Zu Schäden kann es hier dadurch auch nicht kommen, aber der Zug wird sich nicht in Bewegung setzen und Fehler anzeigen. Grund hierfür ist u.a. dass Steuerschutz und Sicherheitsrelais nicht angesteuert werden.

5. Heck an Heck kuppeln nicht umgebauter Triebwagen und Triebwagen mit umgebauter Schaltung

Siehe Variante Heck an Heck kuppeln zweier nicht umgebauter Fahrzeuge.

6. Triebwagen mit umgebauter Heckkupplung als führendender Triebwagen

Hier ist wieder der gleiche Fall wie bei der Variante Heck an Heck kuppeln von zwei Triebwagen mit umgebauter Heckkupplung.

15. Unterlagen für die Zulassung

Keiner der Fälle ist wirklich Sicherheitsrelevant, trotzdem sollte dies vermieden werden. Somit muss man die umgebauten Kupplungen kennzeichnen, damit nicht falsch gekuppelt wird.

Eine weitere Möglichkeit falscher Bedienung ist der Steuerschalter. Sollten beide Fahrzeuge in Position 2 stehen, entsteht kein Schaden. Durch die Diode im Kreis 74.02 entstehen keine gefährlichen Rückströme. Allerdings wird sich das hintere Fahrzeug nicht in Bewegung versetzen, da z.B. das Steuerschutz nicht angesprochen wird. Stehen beide Steuerschalter auf der Position 4, wird kein Signal über die Kupplung übertragen. Die Auswirkungen sind genau die gleichen wie vorher und es entsteht kein Schaden.

14.3 Zusammenfassung

Ohne den entsprechenden Schlüssel sind keine sicherheitsrelevanten Manipulationen möglich. Diesen wiederum haben aber nur die Bediensteten der LVB und daher ist eine Gefährdung sehr unwahrscheinlich. Jedoch müssen die Fahrer immer darauf achten, die Kabine zu verschließen, damit selbst Handlungen an der Beleuchtung und Heizung unterbunden werden können. Somit ist ein sicherer Betrieb der Heck an Heck Traktion jederzeit gewährleistet und genauso sicher wie die jetzige Heck-Front Traktion.

Einzig das falsche Kuppeln der Fahrzeuge sollte unbedingt vermieden werden.

15. Unterlagen für die Zulassung

Für die Aufsichtsbehörde (Landesbevollmächtigter für Bahnaufsicht kurz LfB) steht im Vordergrund die Sicherheit im Betrieb. Um dies zu überprüfen, werden die geänderten mit den originalen unveränderten Schaltpläne vorgelegt. Hinzu kommt noch eine Beschreibung des Betriebes. Diese werden dann dort oder von unabhängigen Sachverständigen überprüft. Alle erforderlichen Unterlagen sind in dieser Arbeit enthalten und müssen nur noch zusammengefasst werden.

16. Fazit

Am Anfang schien die Aufgabe relativ einfach zu sein. Es sollte ein Fahrzeug vom Typ Leoliner umgebaut werden, damit man ihn in der Heck an Heck Traktion nutzen kann. Bei den Tatra Triebwagen war dies relativ leicht möglich. Innerhalb der Recherche fiel auf, dass es mit nur einem umgebauten Fahrzeug im Zugverband nicht möglich ist. Aufgrund der wichtigen Sicherheitseinrichtungen sind nur ein Teil der Signale wie bei einem Bussystem durchgängig durch das ganze Fahrzeug. Somit müssen für einen Zug zwei Fahrzeuge umgebaut werden, was nicht nur die Kosten und den Aufwand erhöht, sondern auch zwei neue Splittergattungen innerhalb des Fahrzeugtyps Leoliner erzeugt. Aber die Eingriffe in die Fahrzeugelektronik sind trotz allem überschaubar und die Ausfallzeiten kurz. Die Kosten setzen sich wie folgt für einen kompletten Zug zusammen:

Tabelle 15 Gesamtkosten

Posten	Gesamtkosten
Umbau Heckkupplung	3230€
Umbau Schaltung Fahrzeug mit umgebauter Heckkupplung	4600€
Umbau Schaltung Fahrzeug mit nicht umgebauter Heckkupplung	4600€
Summe	12420€

Da man keine Busse für SEV Leistungen kaufen oder mieten muss und die Akzeptanz der Fahrgäste bei der Straßenbahn höher ist als beim Bus, ist diese Alternative dennoch attraktiv.

Diese Arbeit zeigt die Möglichkeiten um dieses Vorhaben umzusetzen. Jedoch hat sich nur ein Konzept bei beiden Umbauten als einfach umsetzbar gezeigt. Alle anderen Varianten haben zu viele Nachteile, sei es bei der Komplexität oder den Kosten.

Durch den enormen Umfang der Umbauten wurden nach Absprache mit dem betrieblichen Betreuer ein Punkt der Aufgabenstellung vernachlässigt. Dies ist:

- Erstellen der mechanischen und elektrischen Umbauanweisungen

Hier muss für den Facharbeiter klar beschrieben werden, in welcher Voute jeweils Umbauten erfolgen müssen. Für diese Dokumentation muss noch einiger Aufwand betrieben werden, jedoch ist die Umsetzung mit Hilfe dieser Arbeit ohne Probleme möglich.

Der Punkt „Erstellen einer Inbetriebnahme-Anweisung einschl. Rückbauanweisung mit Inbetriebnahme“ entfällt, da im Betrieb kein Umbau erfolgen muss. Es müssen lediglich die entsprechenden Fahrzeuge gekuppelt und die Bedienungshinweise befolgt werden.

Glossar

- IFTEC:** Die IFTEC GmbH & Co KG ist eine Tochterfirma der LVB und gehören dieser zu 50%. Die anderen 50% gehören der Firma Siemens. Die IFTEC kümmert sich um die Wartung, Reparatur und Instandsetzung der Fahrzeuge der LVB. Darüber hinaus ist die IFTEC für die Instandhaltung der Infrastruktur der Straßenbahn in Leipzig verantwortlich.
- IBIS:** Das integrierte **B**ordinformationssystem (kurz IBIS) ist Teil des rechnergestützten Betriebsleitsystems im Fahrzeug. Das IBIS stellt über den Transponder dabei Weichen, meldet das Fahrzeug über Funk an Ampeln an und steuert die Zielanzeigen, die Ansagen und viele weitere Funktionen im Fahrzeug.
- LVB:** Die Leipziger Verkehrsbetrieb (kurz LVB) betreiben den öffentlichen Personennahverkehr in Leipzig und teilweise in den Vororten Leipzigs. Dazu gehören sowohl die Straßenbahnen-, als auch die Buslinien.
- Schaku:** Eine Scharfenbergkupplung (kurz Schaku) ist eine automatische Kupplung zum Verbinden mehrerer Schienenfahrzeuge. Diese Art der Kupplung ist heute die gebräuchlichste Kupplung bei Straßenbahnen.
- Totmann:** Als Totmann wird eine Überwachungseinrichtung in Straßenbahnen bezeichnet. Dieser überwacht ständig, ob der Fahrer handlungsfähig ist und leitet eine Notbremsung ein, falls dieser dazu nicht mehr in der Lage ist. Die Überwachung kann über den Sollwertgeber (Hand auf Sollwertgeber, drehen des Sollwertgebers usw.) oder über Taster im Fußraum oder dem Handgriff erfolgen.

Literaturverzeichnis

Backmann, Renate. *Straßenbahnen, Stadtbahnen & U-Bahnen*. München: Huss-Verlag GmbH, 2010.

Leoliner Fahrzeug Bau GmbH. *Betriebshandbuch NGTW6-L Leoliner*. 2006.

Voith Turbo Scharfenberg GmbH & Co KG. *SCHARFENBERG® AUTOMATISCHE KUPPLUNG 40-53021 / 53022(2) Leoliner Betriebsanleitung*. 2007.

Morenz, Christian. *Straßenbahnfertigung in Leipzig- von der Idee bis zur Vermarktung*. 2004.

Schaltpläne NGTW6-L Leoliner

Fotonachweis

Felix Liebisch: Abbildungen 1, 2, 3, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 32, 33, 46

Georg Vehres: Abbildung 4

Rolf-Roland Scholze: Abbildung 9

Handbuch Leoliner: Abbildung 45

Betriebsanleitung Kupplung Leoliner: Abbildung 31

Übersicht Fahrzeuge der LVB: Abbildung 8

Selbständigkeitserklärung

Selbstständigkeitserklärung zur Masterarbeit

Ich versichere, die von mir vorgelegte Arbeit selbstständig verfasst zu haben.

Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Arbeiten anderer entnommen sind, habe ich als entnommen kenntlich gemacht. Sämtliche Quellen und Hilfsmittel, die ich für die Arbeit benutzt habe, sind angegeben. Die Arbeit hat mit gleichem Inhalt bzw. in wesentlichen Teilen noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

Unterschrift :

Ort, Datum

Anhang

Originale Aufgabenstellung

Angebot ABB Schütz

Angebot Harting Stecker

Aus- und Einbau elektrische Kupplung

Originale Schaltpläne

Selbst erstellte bzw. veränderte Schaltpläne

Originale Aufgabenstellung:

Master-Arbeit Felix Liebisch

Zugbildung Heck an Heck mit Straßenbahnen Typ NGT6 der LVB

Erklärung zum Thema

Bei komplexen Gleisinstanzsetzungen kommt es häufig zu baulichen Unterbrechungen von Straßenbahnstrecken. Im Kontext zu Fahrbahnsperren kann der Umstand eintreten, dass Ersatzverkehre mit Omnibussen nur unter erschwerten Bedingungen für Fahrgäste und Betriebsführung sowie zudem unwirtschaftlich durchgeführt werden können.

Die mögliche Alternative sind Straßenbahn-Pendelverkehre mit Zweirichtungszügen.

Da es in Leipzig keine Zweirichtungsfahrzeuge gibt, bestünde nur durch die Zugbildung von zwei Heck an Heck gekuppelten Einrichtungswagen die Bereitstellung solcher Züge.

Als einziger langfristig erhaltener Triebwagentyp mit moderater Länge kommt für diesen Zweck der NGT6 (Leoliner) in Frage.

Aufgabenstellung

- Untersuchung der Machbarkeit
- Auflistung der Funktionen und deren Verknüpfung
- Ausarbeitung eines rationellen Umbaukonzepts in mehreren Aufwands-Varianten wie z.B.
 - a. geringe Einzelfallkosten bei höherwertiger Erstausrüstung
 - b. ohne Erstaufwand bei hohen Einzelfallkosten
 - c. Ggf. weitere Variante
- Erstellen der mechanischen und elektrischen Umbauanweisungen
- Erstellen einer Inbetriebnahme-Anweisung einschl. Rückbauanweisung mit Inbetriebnahme
- Zusammenstellung der Unterlagen für die bahnaufsichtliche Antragstellung
- Bedienungshinweise für das Fahrpersonal
- Darstellung der Umbau-/Rückbaukosten sowie des Zeitumfangs

Angebot ABB Schütz:



A N G E B O T BLATT: 3
Kunde Angebot Datum
618551 00649761 25.08.17

04317 Anfrage Herr Schneider
POS Artikel - B e z e i c h n u n g Menge ME PE Netto-EUR Gesamt-EUR

0001 0762999 ABB Stotz 1,0 STK 1 50,90 50,90
TAL 9-30-10 17-32VDC

Die Kontaktstifte sind von Siemens. Da muß ich
Anfragen.

Angebotswert EUR: 50,90
+ Mwst EUR: 9,67
Gesamtwert EUR: 60,57

Bitte beachten Sie, daß Beschaffungsartikel (Artikel999)
grundsätzlich vom Umtausch ausgeschlossen sind.

Mit freundlichen Gruessen

Sonepar Industrie-
Elektrohandel GmbH

SONEPAR INDUSTRIE-ELEKTROHANDEL GMBH
AM LICHTBOGEN 53, 45141 ESSEN
GESCHÄFTSFÜHRUNG: DR. ADRIAN SEEGER
REGISTERGERICHT ESSEN HRB 21420

Sonepar Industrie-Elektrohandel GmbH
Am Lichtbogen 53 - 45141 Essen
Telefon 02 01-81 40-0 - Telefax 02 01-81 40-100
Sitz der Gesellschaft: Am Lichtbogen 53 - 45141 Essen
Commerzbank AG Essen - BLZ 360 400 39 - Konto 3 700 234 00
Geschäftsführer: Dr. Adrian Seeger
Handelsregister Essen HRB 21420



Zert.Nr. 082086

Angebot Harting Stecker:

WG: Anfrage Harting Stecker + Kontaktstift (Kd. 155069)

Von: Baier, Anja
Gesendet: Montag, 12. Juni 2017 15:01
An: Hempel, Marko <marko.hempel@L.de>
Betreff: WG: Anfrage Harting Stecker + Kontaktstift (Kd. 155069)

Freundliche Grüße

i. A. Anja Baier
Operative Einkäuferin
Bereich Einkauf und Logistik

Bitte denken Sie an die Umwelt, bevor Sie diese Seite(n) drucken.

Von: Bronold, Steffen [<mailto:Bronold@boersig.com>]
Gesendet: Montag, 12. Juni 2017 14:58
An: Baier, Anja <anja.baier@L.de>
Betreff: AW: Anfrage Harting Stecker + Kontaktstift (Kd. 155069)

Hallo Frau Baier,

hiermit bieten wir freibleibend zu den bekannten Bedingungen an:

09 33 024 2602

Preis: 4,50 / 4,00 €/St. (ab 1 / 10 St.)
ab Lager

09 30 024 0291

Preis: 26,80 / 25,30 / 22,20 €/St. (ab 1 / 5 / 10 St.)
Lieferzeit: ca. 4 Wochen

PS:

Den benötigten Kontakt können Sie aus dieser Tabelle auswählen (Querschnitt),
bitte teilen Sie uns die Art.-Nr. mit (VPE 100 St., Anbruch wäre möglich).

Bezeichnung	Leiterquer- schnitt (mm ²)	
Han E ¹⁹	0,14-0,27	09 33 000 6127
Chmkontakt,	0,5	09 33 000 6121
verschobene Kontakte	0,75	09 33 000 6114
Durchgangswiderstand: ≤1 mΩhm	1	09 33 000 6106
	1,5	09 33 000 6104
	2,5	09 33 000 6102
	3	09 33 000 6106
	4	09 33 000 6107

Einige haben Sie auch schon bezogen, wahrscheinlich auch am Lager:

E-Kupplung ausbauen und zerlegen



ACHTUNG

Gehäuse der E-Kupplungen sind aus Sicherheitsgründen verplombt.
 Wenn die Plombe innerhalb der Garantiezeit von nicht autorisiertem Personal zerstört wird, erlischt die Garantie.

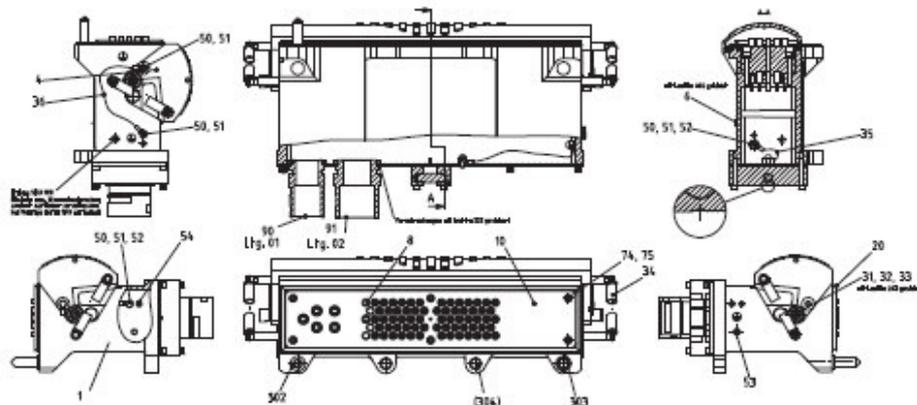
Das Gehäuse der E-Kupplung wird im Rahmen der Überholung geöffnet, um den Zustand im Inneren, insbesondere die Kabelanschlüsse auf einwandfreien Zustand der Isolation zu prüfen.

Ansonsten muss die E-Kupplung nur dann ausgebaut und zerlegt werden, wenn im Kontaktraum ein Kurzschluss aufgetreten ist.

1. E-Kupplung ausbauen (siehe Abschnitt 5.2.E).

Klappe ausbauen

1. Erdungslitze (36) zwischen Klappe und E-Kupplungsgehäuse abschrauben.
2. Zugfedern (34) an der Klappe aushängen.
3. Zylinderschrauben (32) mit Sicherungsscheibe (33) lösen und Klappe mit Klappenlager (31) abnehmen.



- | | | |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|
| 10 Kontaktträger bearbeitet | 32 Zylinderschraube | 36 Erdungslitze |
| 20 Gummirahmen | 33 Sicherungsscheibe | 74 Zylinderschraube |
| 31 Klappenlager | 34 Zugfeder | 75 Sicherungsscheibe |

Abb. 5-2-H-3: E-Kupplung

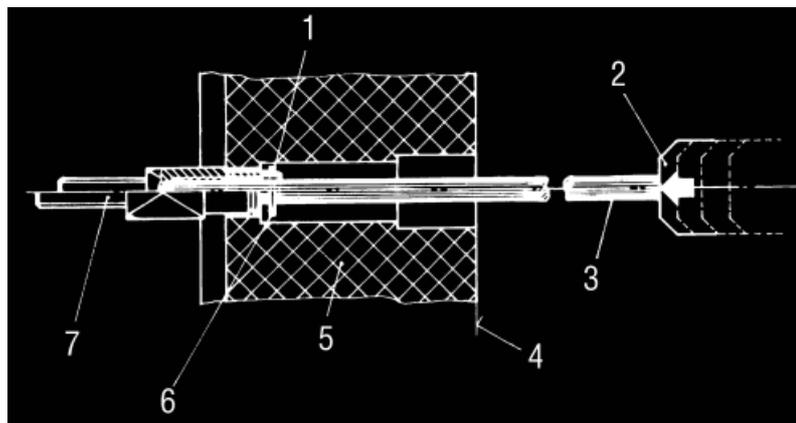
Kontaktträger ausbauen

1. Zylinderschrauben (74, Abb. 5-2-H-3) mit Sicherungsscheiben (75) lösen und Kontaktträger (10) von Gehäuse abnehmen.
2. Gummirahmen (20) aus der Nut des Kontaktträgers ziehen.

Anschlussbolzen für Kontakte ausbauen

Die Anschlussbolzen (7, Abb. 5-2-H-4) für die Kontakte sind mit Sprengringen (1) im Kontaktträger (5) befestigt. Sie können folgendermaßen ausgebaut werden:

1. Leitungsanschlüsse am Anschlussbolzen (7) lösen.
2. Splintentreiber (3) in die Gewindebohrung einsetzen.
3. Mit leichten Hammerschlägen (2) Anschlussbolzen aus der Lagerung im Kontaktträger austreiben.
Der Sprengring springt dabei aus seiner Nut.
4. Anschlussbolzen vorsichtig rückseitig aus dem Kontaktträger ziehen.
5. Gelösten Sprengring aus der Kontaktträgerbohrung entfernen.



- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1 Sprengring | 4 Kontaktträger |
| 2 Hammer | 5 Kontaktträger |
| 3 Splintentreiber | 7 Anschlussbolzen |

Abb. 5-2-H-4: Ausbau von Anschlussbolzen – Prinzipskizze

Anschlussbolzen für Kontakte einbauen

 **HINWEIS**

Anschlussbolzen mit Quetschanschluss:

1. Kabel am Anschlussbolzen befestigen,
2. Anschlussbolzen in Kontaktträger einbauen.

Anschlussbolzen mit Schraub- oder Steckanschluss:

1. Anschlussbolzen in Kontaktträger einbauen,
2. Kabel befestigen.

1. Anschlussbolzen (5, Abb. 5-2-H-5) zunächst ohne Sprengring (4) rückseitig in die Kontaktträgerbohrung (3) einführen und festhalten.
2. Sprengring (4) auf den Gewindezapfen des Handeinringwerkzeugs (2) aufsetzen und Knopf herausziehen.

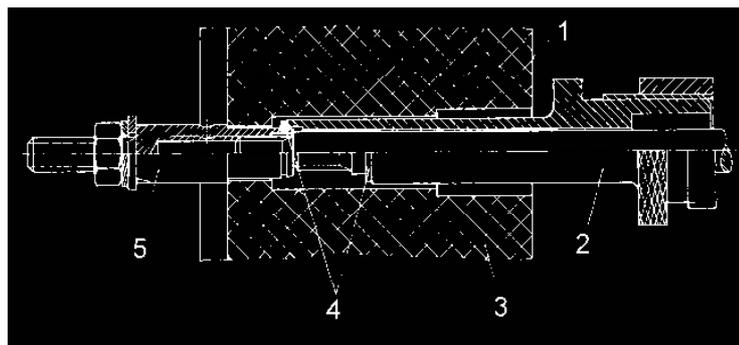


ACHTUNG

Gewindebolzen im Werkzeug kann brechen.

Führen Sie das Handeinringwerkzeug gerade ein.

3. Handeinringwerkzeug (2) in die Vorderseite der Kontaktträgerbohrung (1) bis zum Anschlag einführen.
4. Knopf kräftig eindrücken
(Der Gewindezapfen des Werkzeugs schraubt sich dabei in den Anschlussbolzen).



- | | |
|----------------------|-------------------|
| 1 Kontaktträger vorn | 4 Sprengring |
| 2 Werkzeug | 5 Anschlussbolzen |
| 3 Kontaktträger | |

Abb. 5-2-H-5: Einbau von Anschlussbolzen - Prinzipskizze

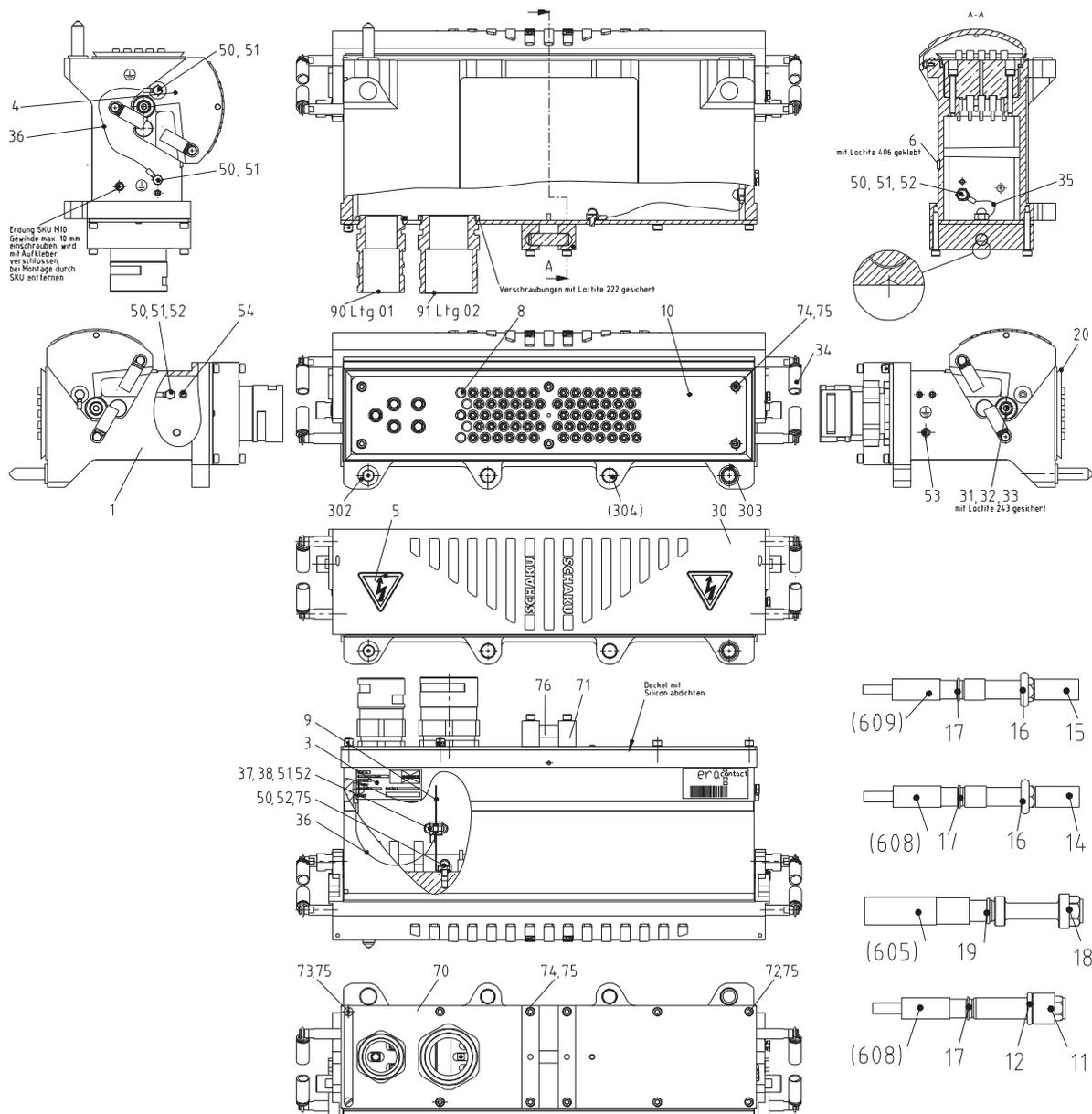
5. Handhebel pressen.
6. Knopf herausziehen und Handeinringwerkzeug aus der Kontaktträgerbohrung ziehen.
7. Anschlussbolzen (5) auf festen Sitz des Sprengrings kontrollieren, dazu rückseitig am Anschlussbolzen ziehen.
8. Druck- / Festkontakte und Stift- / Buchsenkontakte einschrauben (siehe oben).
9. Kabel anschließen.
10. Isolation der angeschlossenen Kabel auf sichtbare Schäden überprüfen, ggf. Schrumpfschlauch aufziehen.
 - Schrumpfschlauch auf die Ader fädeln,
 - Adern mit dem Anschlussbolzen durch Crimpen, Kabelschuhe mit Muttern und Sicherungsscheiben, verbinden,



ACHTUNG

**Isolation der Ader kann durch Schmorstellen beschädigt werden.
Heißluft nur auf den Schrumpfschlauch richten.**

- Schrumpfschlauch über die zu isolierende Stelle ziehen und mit Heißluftpistole auf ca. 160°C erwärmen und Schrumpfung des Schlauches zwecks einwandfreier Isolation kontrollieren.



- | | | |
|------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 2 Gummiprofil | 21 Blindstopfen | 54 Gewindestift |
| 6 Gummistreifen | 30 Klappe | 70 Deckel |
| 8 Blindstopfen | 31 Klappenlager | 71 Antriebsblase |
| 9 Trennwand | 32 Zylinderschraube | 72 Zylinderschraube |
| 10 Kontaktträger, bearbeitet | 33 Sicherungsscheibe | 73 Sicherungsschraube |
| 11 Druckkontakt 9 AG | 34 Zugfeder | 74 Zylinderschraube |
| 12 O-Ring | 35 Erdungslitze | 75 Sicherungsscheibe |
| 14 Stiftkontakt D04 AG | 36 Erdungslitze | 76 Antriebsbolzen |
| 15 Stiftkontakt D04 AU | 37 Sechskantmutter | 302 Zentrierstift |
| 16 O-Ring | 38 Sechskantschraube | 303 Zentrierbuchse |
| 17 Sprengring | 50 Sechskantschraube | 304 Gleitlager |
| 18 Druckkontakt | 51 Sicherungsscheibe | 605 Anschlussbolzen |
| 19 Sprengring | 52 Schutzkappe, Sechsk. | 608 Anschlussbolzen |
| 20 Gummirahmen | 53 Gewindestift | 609 Anschlussbolzen |

Abb. 5-2-H-6: E-Kupplung

E-Kupplung aufarbeiten



ACHTUNG

Kurzschlussgefahr

Reinigen Sie die E-Kupplungen nicht mit Heißwasser-Hochdruckreinigung.

Reinigen Sie Kontakte, Kontaktträger, Zentriereinrichtung und Dichtungsrahmen nur trocken.



HINWEIS

Kontaktspitzen nicht mit Schmirgelpapier abreiben oder mit Feilen bearbeiten.

Die schwarze Oxydschicht, die sich im Laufe der Zeit bildet, ist elektrisch leitend und muss nicht entfernt werden.

1. Kontaktträger und alle Kontakte **trocken** reinigen.



HINWEIS

Feuchtigkeit und Schmutz verursacht Kriechströme.

Ggf. Kontaktspitzen mit Kontaktspray auf Leinenlappen oder Fensterleder abreiben.

2. Klappe außen und innen (hier nur trocken) reinigen, ggf. Druckluft benutzen.
3. Federn auf Schäden prüfen, ggf. beschädigte Federn tauschen.
4. Gummirahmen an der Klappe tauschen und neuen Gummirahmen gegen Abrieb mit Talkum pudern.
5. Stirnfläche des Gehäuses trocken reinigen.
Zentrierbuchse mit Druckluft ausblasen und Bremsstaub entfernen.
6. Bewegliche Teile und Gelenkpunkte mit AUTOL-TOP 2000 fetten.



HINWEIS

Gleitflächen und Gummirahmen dürfen nicht mit Farbe in Kontakt kommen.

7. Äußere Kunststoffbeschichtung mit wetterfestem Polyurethan-2-Komponentenlack durch Überstreichen ausbessern (dient als Isolation).

Kontaktträger einbauen

1. Neuen Gummirahmen (20, Abb. 5-2-H-6) gegen Abrieb mit Talkum pudern.
2. Gummirahmen in die Nut des Kontaktträgers einsetzen.
3. Kontaktträger (10) in Gehäuse einsetzen und mit Zylinderschrauben (74) und Sicherungsscheiben (75) befestigen.

Klappe einbauen

1. Klappe mit Klappenlager (31), Zylinderschrauben (32) mit Sicherungsscheibe (33) anbauen.
2. Zugfedern (34) an der Klappe einhängen.
3. Erdungslitze (36) zwischen Klappe und E-Kupplungsgehäuse anschrauben

E-Kupplung einbauen

1. Ggf. E-Kupplung einbauen (siehe Abschnitt 5.2.E).

Die Abbildungen 5-2-H-7 bis 5-2-H-9 zeigen den Schaltplan, die Kontaktanordnung der E-Kupplung und Zeichenerklärung.

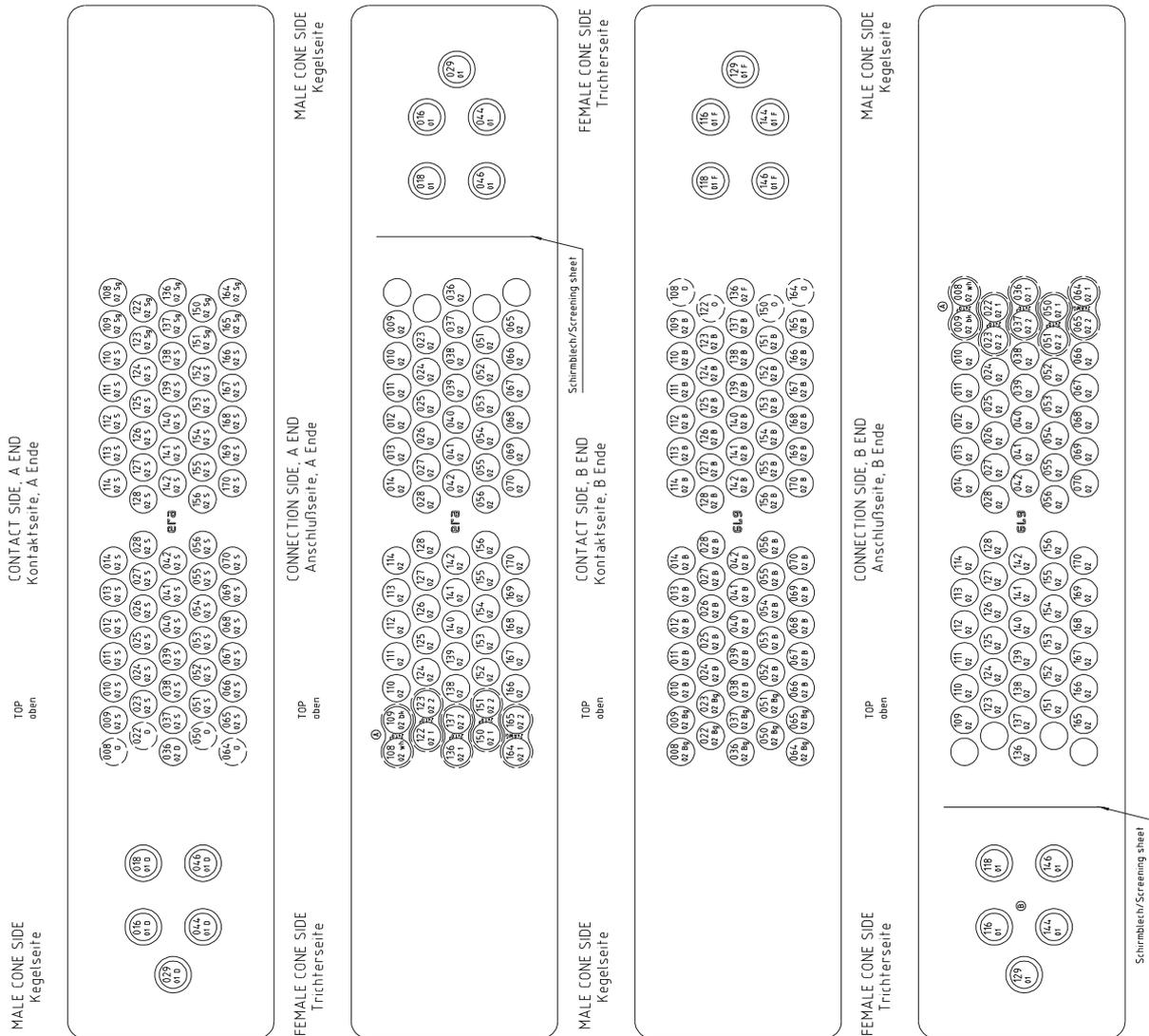


Abb. 5-2-H-7: Kontaktanordnung 012.083-BSP

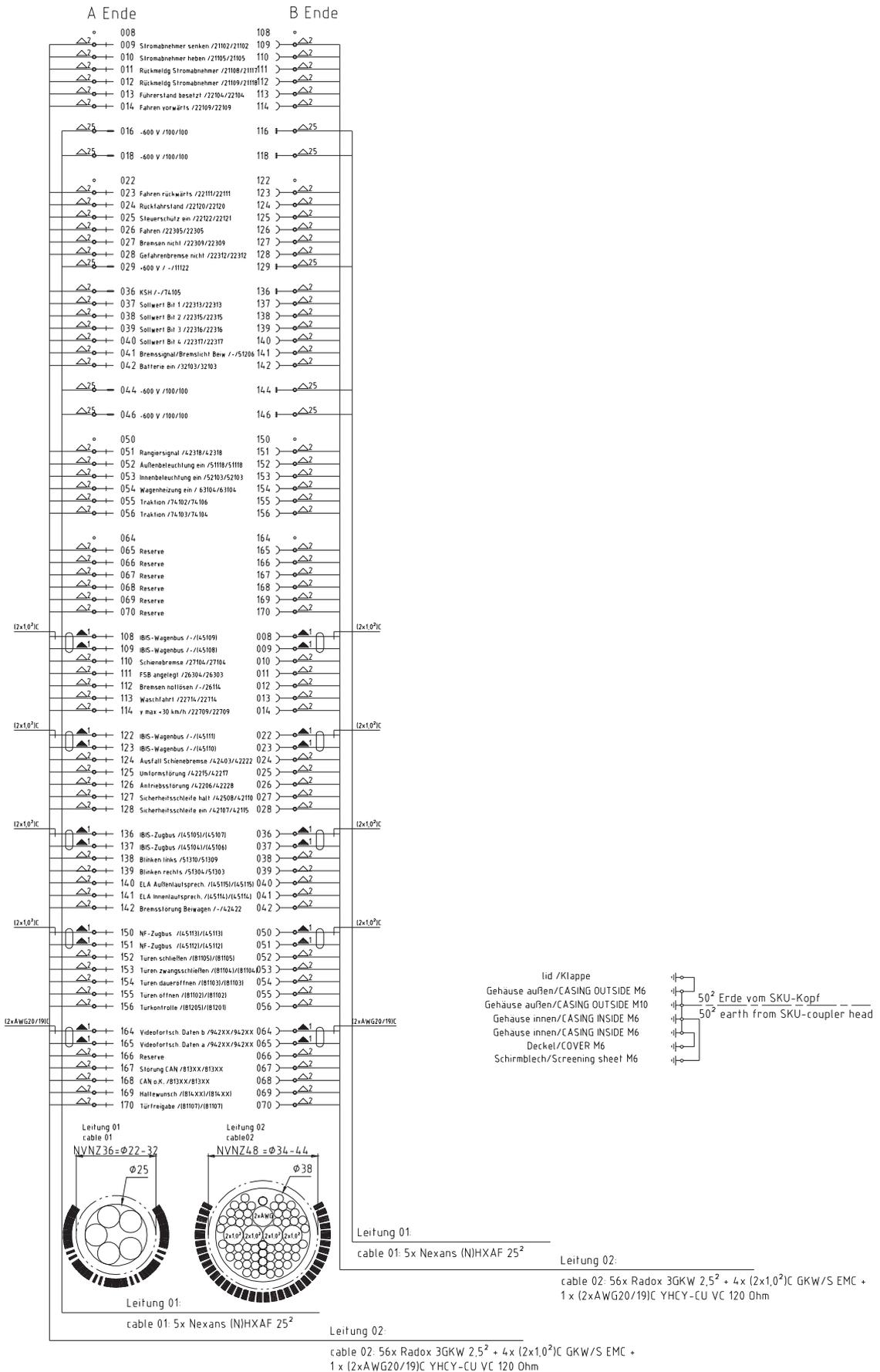
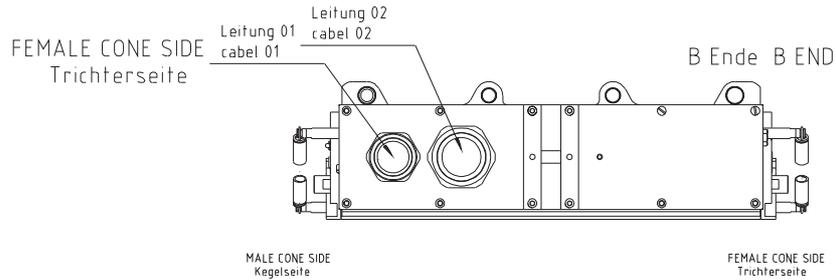


Abb. 5-2-H-8: Schaltplan 012.083-BSP

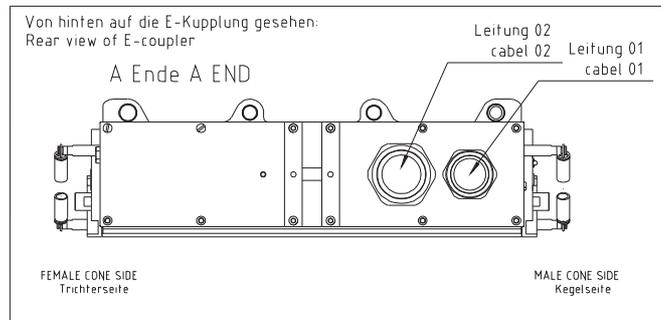


Beim Kuppel- und Entkuppelvorgang der Elektrokupplung müssen die Leistungskontakte spannungsfrei geschaltet sein. An den Steuerstromkontakten darf ein Strom von maximal 5 A bei einer Spannung von DC 24 V anliegen.

Bei Wartungs-, Reparatur- und Montagearbeiten ist die Elektrokupplung spannungsfrei zu schalten.

When the electrical coupler is coupled or uncoupled, the power contacts must be isolated from voltage supply. The current present at the control circuit contacts must not exceed 5 A at a voltage of 24 V DC.

For maintenance, repair, and assembly work, the electrical coupler should be isolated from voltage supply



Adern mit Kontaktnummern bezeichnet / Leads marked with contact numbers

Hand-Stecker-Anschluss auf Leitungsliste
 Connection of manual connector according to diagram LL

Ltg.-Nr	Zeichnungs-Nr.	Bemerkungen
Cable-No	Drawing-No	Remarks
L 01	08.013.083-11(4)	
L 02	08.013.083-12(4)	

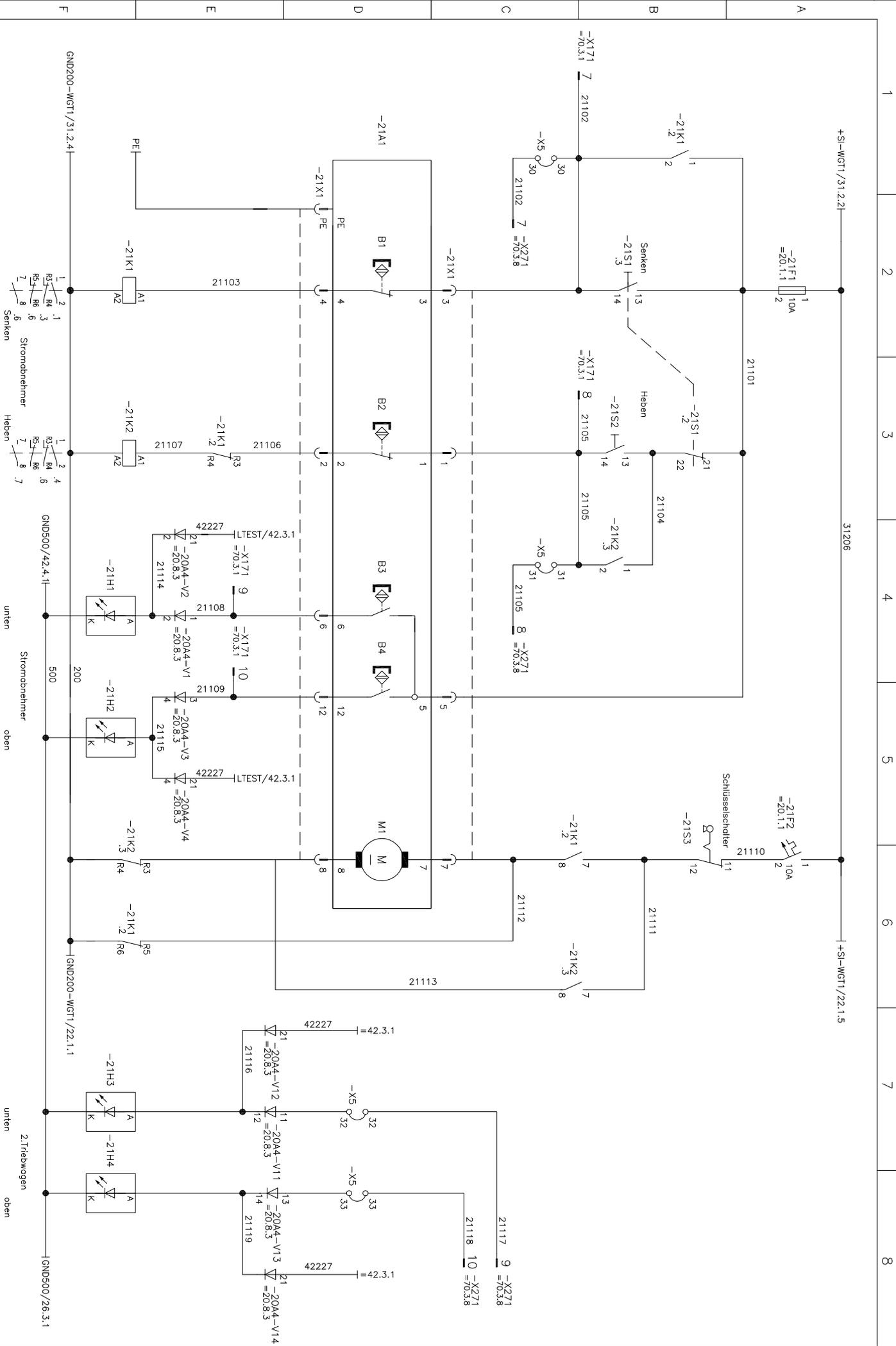
Symbole / Symbols		Bauart / Type	roh non plated	versilbert silver plated	vergoldet gold plated
Kontaktnummer Contact number	○	Druckkontakt / mobile contact	Dr	D	Dg
Leitungsnummer Lead number	○-B	Festkontakt / fixed contact	Fr	F	Fg
Kontakttyp Contact type	○-+	Stiftkontakt / fixed contact	Sr	S	Sg
	○-C	Buchsenkontakt / socket contact	Br	B	Bg
	○-S	Sonderkontakt / special contacts			Yg
	○	Blindstopfen / blind plug	0		

Farbcode nach IEC 757 colour code according IEC 757			
Farbe colour	Farbe colour	Kurzzeichen letters symbol	Kurzzeichen letters symbol
weiß	white	wh	ws
braun	brown	bn	br
grün	green	gn	gr
gelb	yellow	ye	ge
grau	grey	gy	gr
rosa	pink	pk	rs
blau	blue	bu	bl
rot	red	rd	rt
schwarz	black	bk	sw
violett	violet	vt	vi
orange	orange	og	ng
türkis	turquoise	tq	tk
gold	gold	gd	--
silber	silver	sr	--
grün-gelb	greenyellow	gnye	gnge

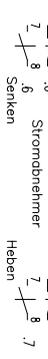
Anschlußart / connection type	Quetschanschlussschulden crimp terminal stud	Schraubanschlußschulden threaded terminal stud	Steckanschluß 6,3/ plug in connection 6,3
ohne Metallisierung (roh) / non-plated	R△XXX	R△XXX	R◇XXX
versilbert / silver-plated	△XXX	△XXX	◇XXX
vergoldet / gold-plated	▲XXX	●XXX	◆XXX
	xxx = Querschnitt Kennung cross section identifier	xxx = Gewinde Kennung thread identifier	xxx = für Flachskehlnut flat pin terminal
	1 = 1,5 ² 35 = 35 ²	5 = M5	1 = 0,5 ² -1,0 ²
	2 = 2,5 ² 50 = 50 ²	6 = M6	2 = 1,5 ² -2,5 ²
	6 = 6 ² 70 = 70 ²	8 = M8	6 = 4,0 ² -6,0 ²
	10 = 10 ² 95 = 95 ²	12 = M12	
	16 = 16 ² 120 = 120 ²	16 = M16	
	25 = 25 ² 185 = 185 ²		

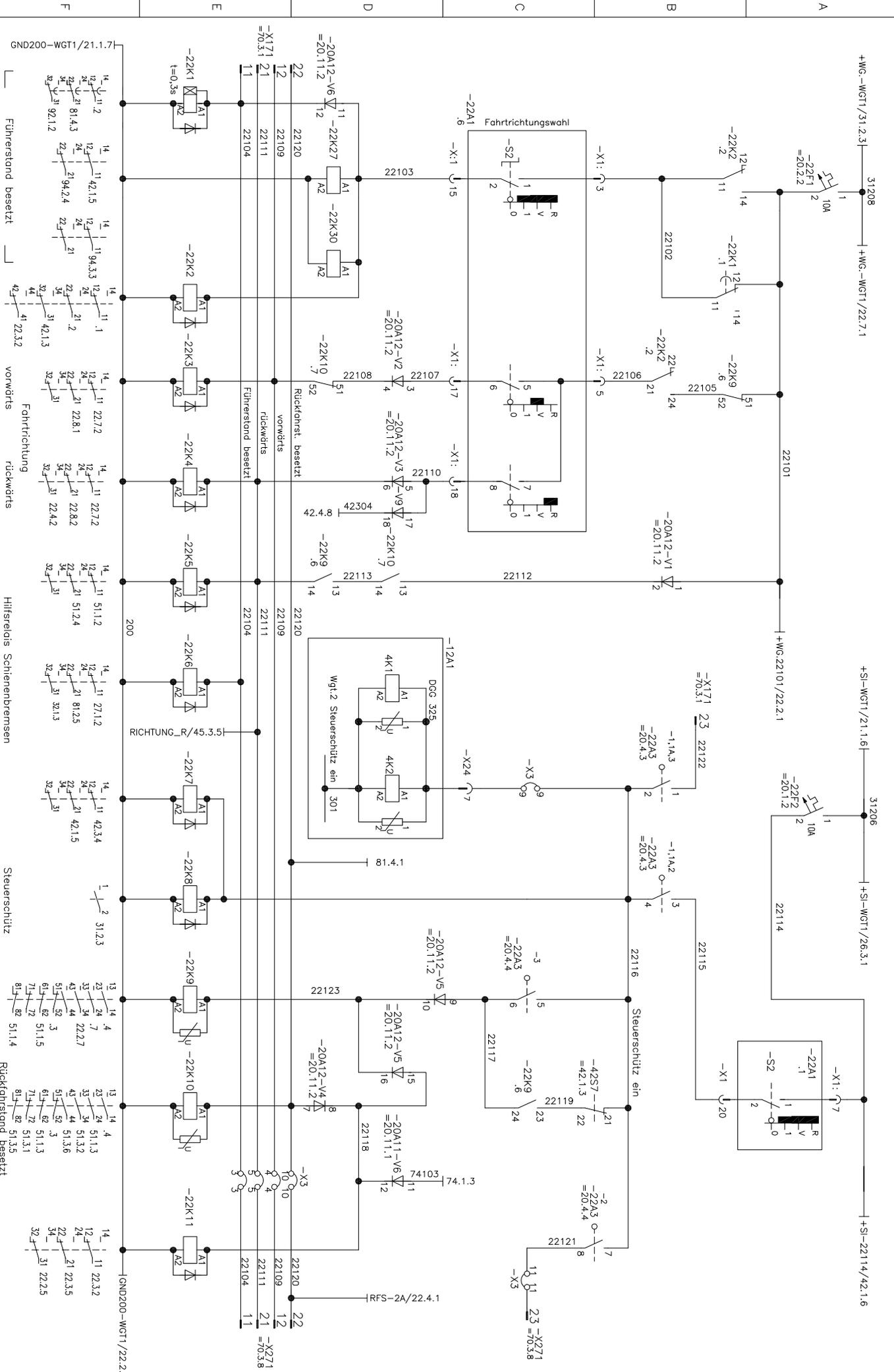
Abb. 5-2-H-9: Zeichenerklärung 012.083-BSP

Originale Schaltpläne:



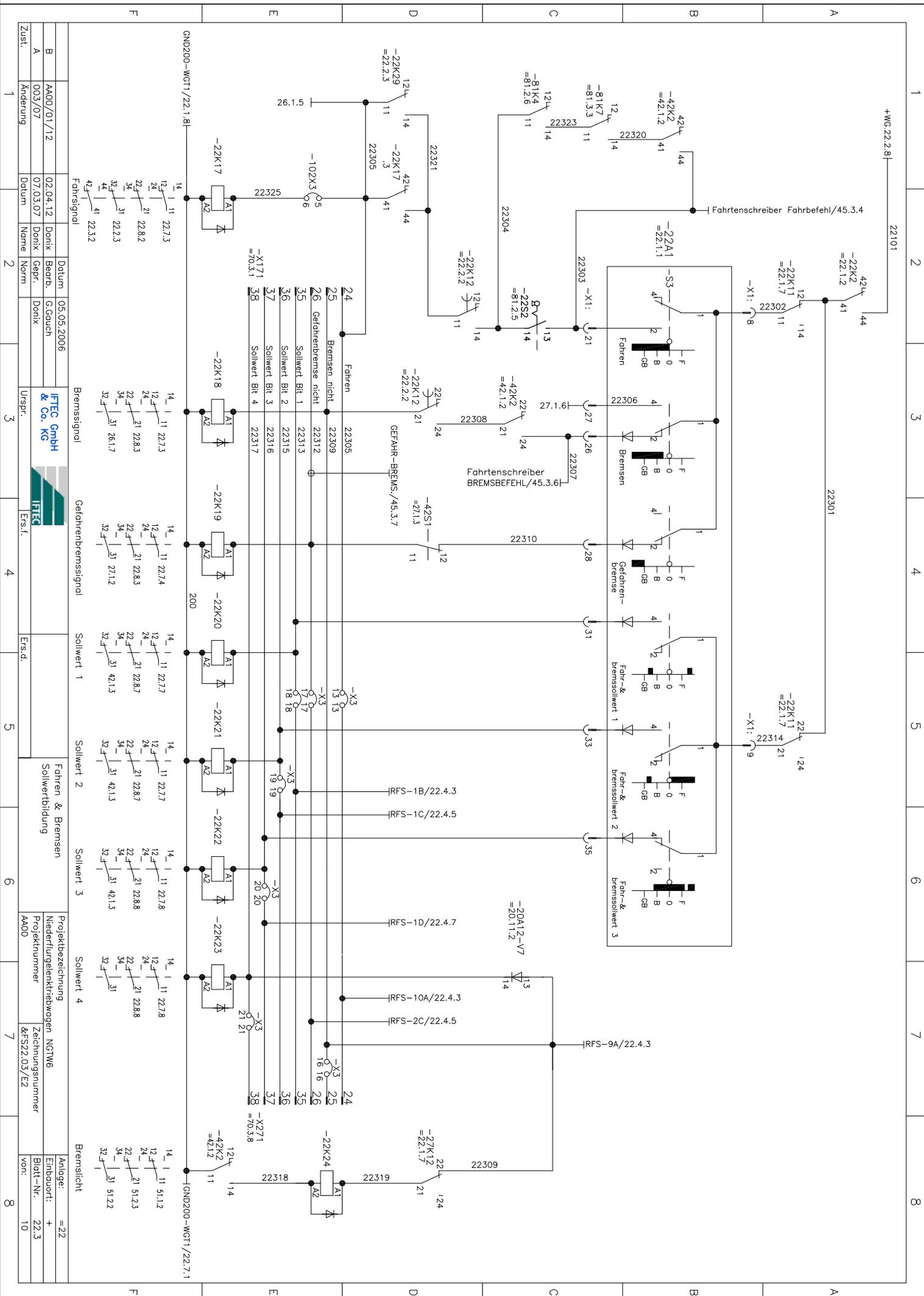
Zust.	Änderung	1	Datum	28.06.07	Heinzel Gepr.	Datum	05.05.2006	Bearb.	G.Gauch	Datum	05.05.2006	Bearb.	G.Gauch	Urspr.	Leipziger Fahrzeug-Bau GmbH	Ers.f.		Ers.d.		Steuerung	Stromabnehmer	Projektbezeichnung	Niederflurgelenktriebswagen NGTW6	Zeichnungsnummer	ℓ01/E1	Anlage:	=21
		2			Norm																	Projektnummer	AA00		Einbaort:	+	
		3																							Blatt-Nr.	21.1	
		4																									
		5																									
		6																									
		7																									
		8																									



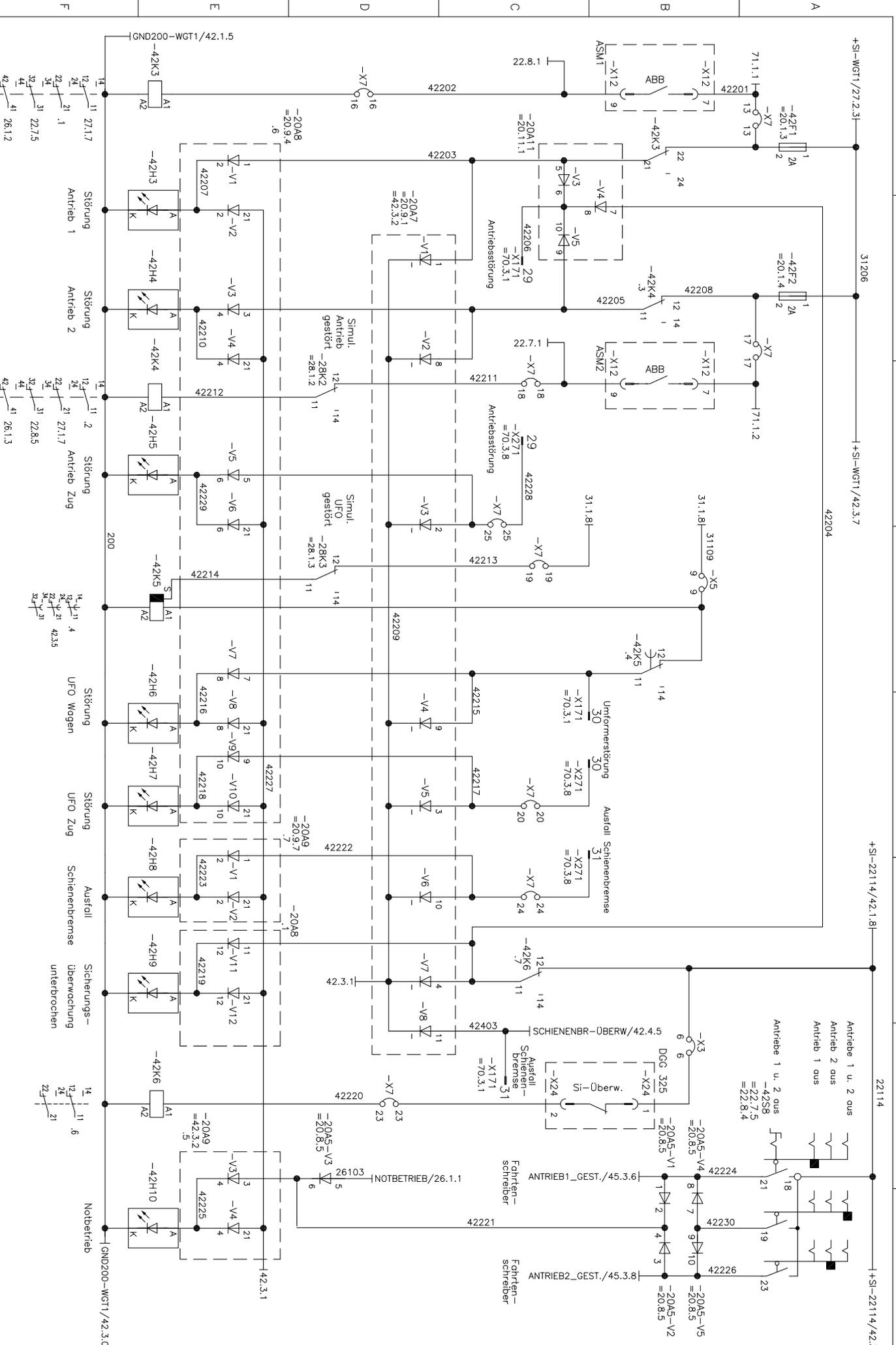


Zust.	1	2	3	4	5	6	7	8
Änderung								
Datum	07.03.07	05.05.2006						
Norm	Donix	Donix						
Urspr.								
Ers.f.								
Ers.d.								
Steuerschütz & Fahrtrichtungswahl								
Steuerschütz								
Projektbezeichnung								
Niederflurgleitktriebwagen NGTW6								
Projektnummer								
&RFS22.01/E1								
Anlage:	=22							
Einbaufort:	22.1							
Blatt-Nr.	10							
Vom:								

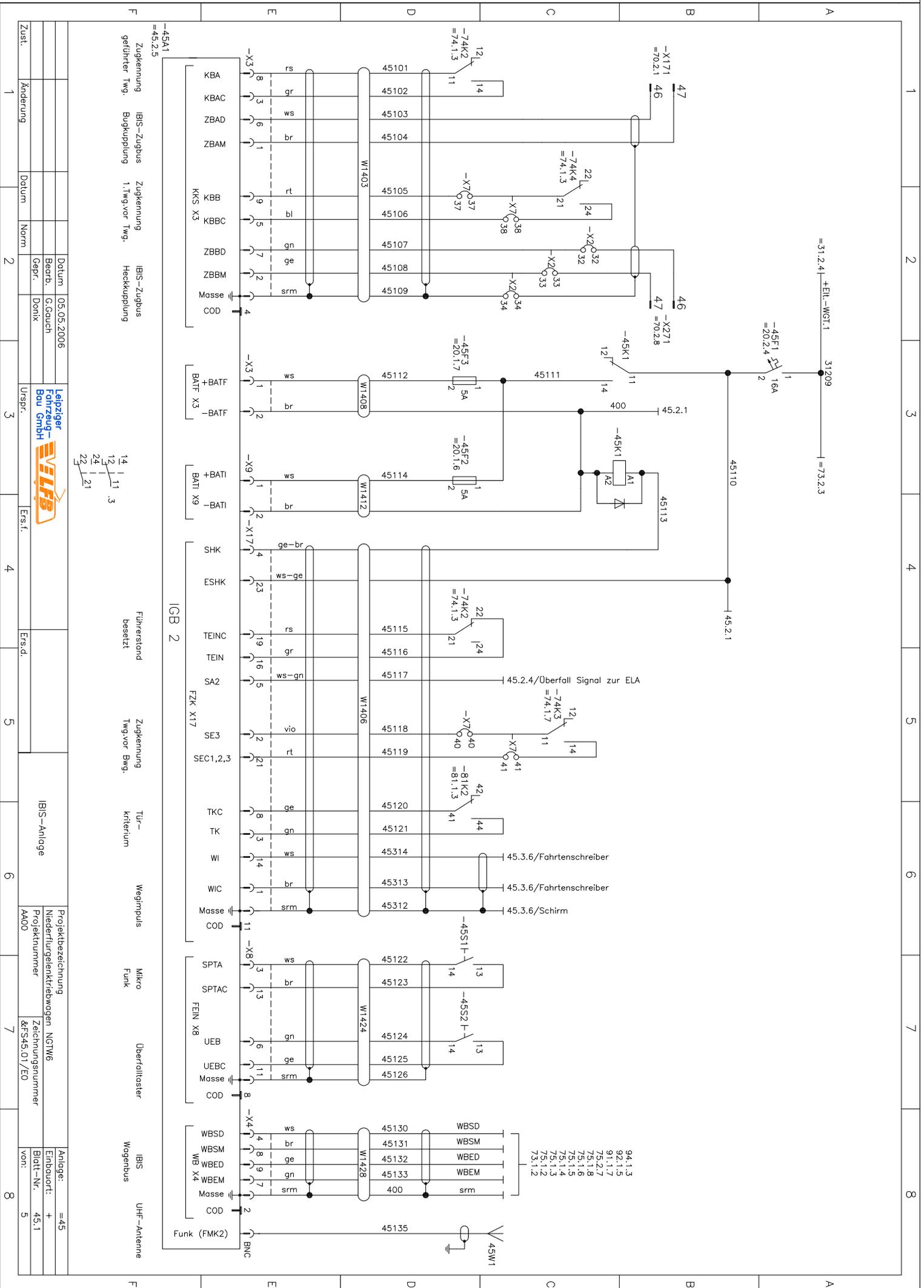
Führerstand besetzt vorwärts rückwärts Hilfsrelais Schienenbremsen Steuerschutz



Zust.	1	2	3	4	5	6	7	8
Känderung								
Datum	02.04.12	07.03.07	05.05.2006					
Bearb.	Donix	Donix	G.Gauch					
Gepr.	Donix	Donix						
Norm								
Urspr.								
Ersf.								
Ersd.								
Fahren & Bremsen Solenoidbildung								
Projektbezeichnung								
Niederflurgelenktriebwagen NGTW6								
Projekt Nummer								
AA00								
Zeichnungsnummer								
&RFS22.05/E2								
Anlage:	=22							
Einbaort:	22.3							
Blatt-Nr.	10							
Vom:								



Zust.	A	011/07	Änderung	1
Datum	15.06.07	Heinzel	Gepr.	2
Datum	05.05.2006	G.Gauch	Donk	3
Urspr.	Leipziger Fahrzeug-Bau GmbH	WETEB		4
Ers.f.				5
Ers.d.	Überwachung & Sicherungseinrichtungen			6
Projektbezeichnung	Niederflurgleitktriebwagen NGTW6			7
Projektnummer	AA00			8
Zeichnungsnummer	&S&42.0Z/E1			
Anlage:	=42			
Einbauf.	+42.2			
Blatt-Nr.	6			
Vorn.				



Zust.	Änderung	Datum	05.05.2006	Datum	05.05.2006	Projektbezeichnung	IBIS-Anlage
		Bearb.	G. Gauch	Gepr.	Domix	Niederflurgleitkriehwagen	NGTW6
						Projektnummer	AA00
						Zeichnungsnummer	&SFS45.01/EO
						Anlage:	=45
						Einbaort:	+
						Blatt-Nr.	45.1
						Vom:	5

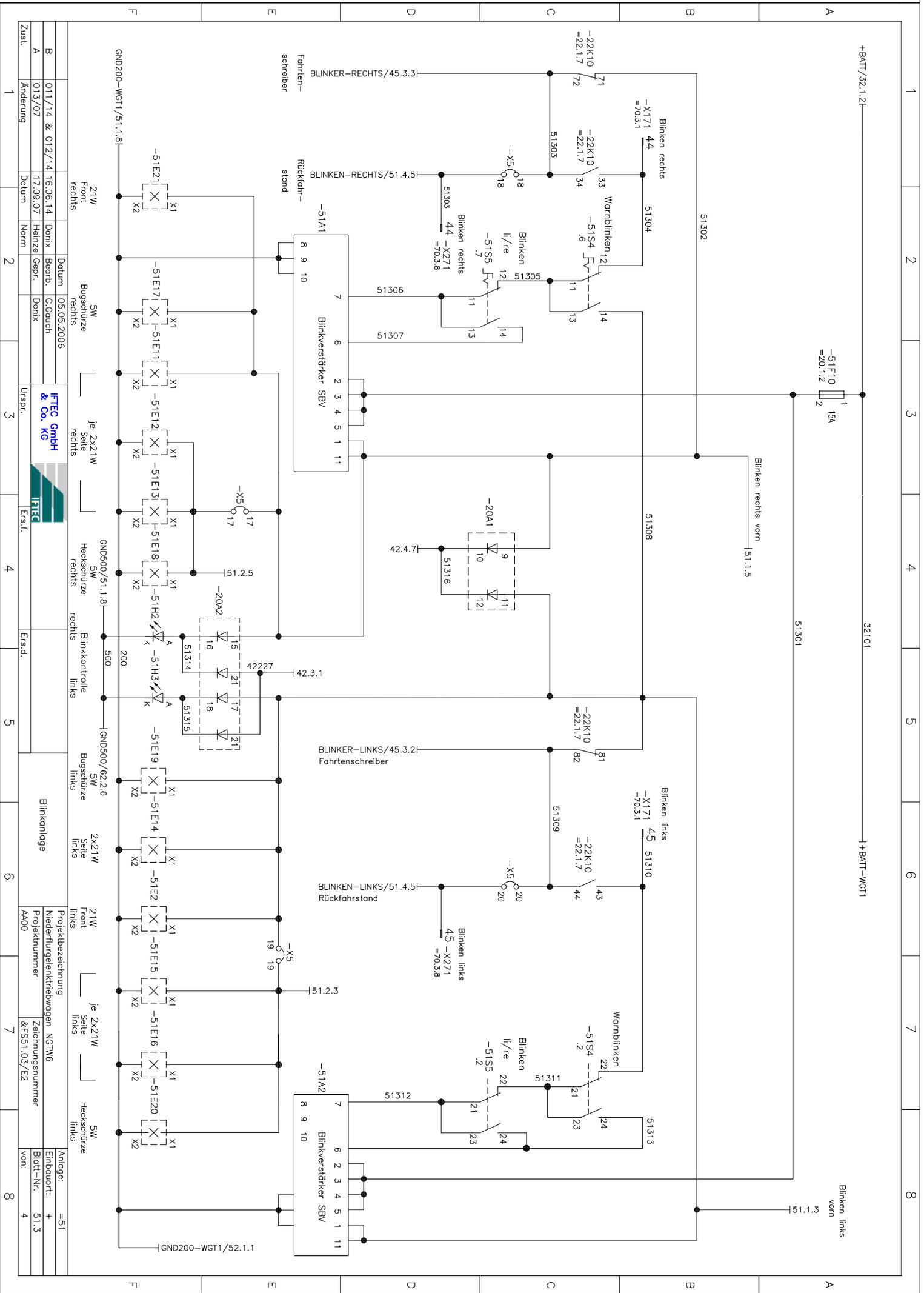
Zugkennung IBIS-Zugbus Zugkennung IBIS-Zugbus
 geführter Twg. Bugkupplung 1. Twg. vor Twg. Heckkupplung

-45A1
 =45.2.5

ICB 2
 FZK X17
 FUNK X8
 WB X4

Führerstand besetzt
 Zugkennung Twg. vor Bwg.
 Tur- kriterium
 Wegimpuls
 Mikro Funk
 Überfallkaster
 IBIS Wagenbus
 UHF-Antenne

45101	rs	8	-X3	8	45101	rs	8	-X3	8
45102	gb	3	-X3	3	45102	gb	3	-X3	3
45103	ws	6	-X3	6	45103	ws	6	-X3	6
45104	br	1	-X3	1	45104	br	1	-X3	1
45105	rt	9	-X3	9	45105	rt	9	-X3	9
45106	br	5	-X3	5	45106	br	5	-X3	5
45107	gb	7	-X3	7	45107	gb	7	-X3	7
45108	ge	2	-X3	2	45108	ge	2	-X3	2
45109	srm	4	-X3	4	45109	srm	4	-X3	4
45112	ws	1	-X3	1	45112	ws	1	-X3	1
45114	br	2	-X3	2	45114	br	2	-X3	2
45115	ws-ge	23	-X9	23	45115	ws-ge	23	-X9	23
45116	rs	19	-X9	19	45116	rs	19	-X9	19
45117	br	16	-X9	16	45117	br	16	-X9	16
45118	ws-gn	5	-X9	5	45118	ws-gn	5	-X9	5
45119	vio	2	-X9	2	45119	vio	2	-X9	2
45120	rt	21	-X9	21	45120	rt	21	-X9	21
45121	ge	8	-X9	8	45121	ge	8	-X9	8
45122	gn	3	-X9	3	45122	gn	3	-X9	3
45123	ws	14	-X9	14	45123	ws	14	-X9	14
45124	br	1	-X9	1	45124	br	1	-X9	1
45125	srm	11	-X9	11	45125	srm	11	-X9	11
45126	400	8	-X9	8	45126	400	8	-X9	8
45130	ws	4	-X4	4	45130	ws	4	-X4	4
45131	br	8	-X4	8	45131	br	8	-X4	8
45132	ge	9	-X4	9	45132	ge	9	-X4	9
45133	gn	7	-X4	7	45133	gn	7	-X4	7
400	srm	7	-X4	7	400	srm	7	-X4	7
45135	400	2	-X4	2	45135	400	2	-X4	2



Zust.	1	2	3	4	5	6	7	8
Änderung								
Datum	01.03/07	16.06.14	17.09.07					
Norm	Heinzl	Donix	Donix					
Urspr.								
Ers.f.								
Ers.d.								
Blinkanlage								
Projektbezeichnung								
Niederflurgelenktriebwagen NGTW6								
Projektnummer								
&SS1.03/E2								
Anlage:								
=51								
Einbaort:								
+ 51.3								
Blatt-Nr.								
vom: 4								



1	2	3	4	5	6	7	8
					Kupplungskontakte Bugseite		
					-X171		
2	100	Minus 600V DC			1	11122	1
3	100	Minus 600V DC			2		2
4	100	Minus 600V DC			3		3
5	100	Minus 600V DC			4		4
					Kupplungskontakte Heckseite		
					-X271		
					74K3/GR272		
					Plus 600V DC		
					11122		
2	100	Minus 600V DC			1		1
3	100	Minus 600V DC			2		2
4	100	Minus 600V DC			3		3
5	100	Minus 600V DC			4		4
					-X173		
					Reserve		
6					6		6
					-X210		
					Reserve		
7	21102	Stromabnehmer senken			55	21102	7
8	21105	Stromabnehmer heben			56	21105	8
9	21108	Rückmeldung Stromabnehmer unten			57	21117	9
10	21109	Rückmeldung Stromabnehmer oben			58	21118	10
11	22104	Führerstand besetzt			59	22104	11
12	22109	Fahren vorwärts			60	22109	12
13	22709	v max < 30km/h			71	22709	13
14	22714	Waschfahrt			72	22714	14
15		nicht belegt			74	26114	15
16	26304	Federspeicherbremse angelegt			75	26303	16
17	27104	Schienenbremse			76	27104	17
18		nicht belegt			50	45130	18
19		nicht belegt			51	45131	19
20		Reserve			20		20
21	22111	Fahren rückwärts			61	22111	21
22	22120	Rückfahrstand besetzt			62	22120	22
23	22122	Steuerschütz ein			63	22121	23
24	22305	Fahren			64	22305	24
25	22309	Bremsen nicht			65	22309	25
26	22312	Gefahrenbremse nicht			66	22312	26
27	42107	Sicherheitsschleife ein			80	42115	27
28	42508	Sicherheitsschleife halten			79	42110	28
29	42206	Antriebsstörung			83	42228	29
30	42215	Umfahrerstörung			81	42217	30
					-X173		
					Reserve		
					-X210		
					Reserve		
7	21102	Stromabnehmer senken			55	21102	7
8	21105	Stromabnehmer heben			56	21105	8
9	21108	Rückmeldung Stromabnehmer unten			57	21117	9
10	21109	Rückmeldung Stromabnehmer oben			58	21118	10
11	22104	Führerstand besetzt			59	22104	11
12	22109	Fahren vorwärts			60	22109	12
13	22709	v max < 30km/h			71	22709	13
14	22714	Waschfahrt			72	22714	14
15		nicht belegt			74	26114	15
16	26304	Federspeicherbremse angelegt			75	26303	16
17	27104	Schienenbremse			76	27104	17
18		nicht belegt			50	45130	18
19		nicht belegt			51	45131	19
20		Reserve			20		20
21	22111	Fahren rückwärts			61	22111	21
22	22120	Rückfahrstand besetzt			62	22120	22
23	22122	Steuerschütz ein			63	22121	23
24	22305	Fahren			64	22305	24
25	22309	Bremsen nicht			65	22309	25
26	22312	Gefahrenbremse nicht			66	22312	26
27	42107	Sicherheitsschleife ein			80	42115	27
28	42508	Sicherheitsschleife halten			79	42110	28
29	42206	Antriebsstörung			83	42228	29
30	42215	Umfahrerstörung			81	42217	30

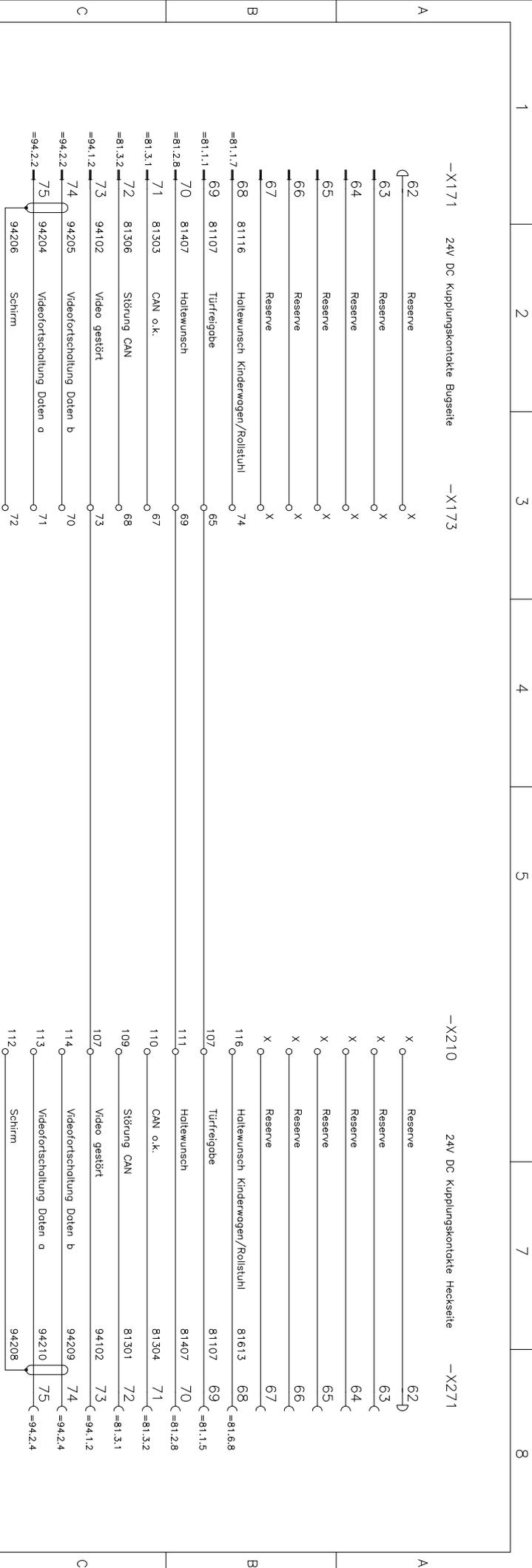
Zust.	Änderung	Datum	Norm	Datum	05.05.2006	Leipziger Fahrzeug-Bau GmbH	Urspr. X	Ers.f. X	Ers.d. X	Übersicht Kupplungsbelegung	Projektbezeichnung	AA00	Zeichnungsnummer	Antlage: =70
											Niederflurgelenktriebwagen NGTW6			Einbaort: +
														Blatt-Nr.: 70,2
														vom: 4



	1	2	3	4	5	6	7	8		
A	-X171	24V DC Kupplungskontakte Bugseite	-X173			-X210	24V DC Kupplungskontakte Heckseite	-X271		
	=42.27	31 42403 Ausfall Schienenbremse	42			82	Ausfall Schienenbremse	31 (=42.2.5)		
		32 nicht belegt	X			52	IBIS-Wagenbus	32 (=40.3.5)		
		33 nicht belegt	X			53	IBIS-Wagenbus	33 (=40.3.5)		
		34 nicht belegt	X			54	Schirm	400		
		35 22313 Soliwert BR1	18			101	KSH	74105 34 (=74.1.8)		
		=22.3.2	36 22315 Soliwert BR2	19		67	Soliwert BR1	22313 35 (=22.3.7)		
		=22.3.2	37 22316 Soliwert BR3	20		68	Soliwert BR2	22315 36 (=22.3.7)		
		=22.3.2	38 22317 Soliwert BR4	21		69	Soliwert BR3	22316 37 (=22.3.7)		
	B		39 nicht belegt	X			70	Soliwert BR4	22317 38 (=22.3.7)	
=32.1.1		40 32103 Batterie ein	31			95	Bremsignal/Bremslicht Beiwagen	51206 39 (=51.2.2)		
		41 nicht belegt	X			77	Batterie ein	32103 40 (=32.1.3)		
		42 27110 Bremslicht Schienenbremse	50			85	Bremsstörung Beiwagen	42422 41 (=42.4.5)		
=27.1.2		43 45221 Einschalten Batterie 2. Triebwagen	51			92	Bremslicht Schienenbremse	27110 42 (=27.1.3)		
=32.1.5		44 51304 Blinken rechts	53			93	Einschalten Batterie 2.Triebwagen	31201 43 (=32.1.6)		
=51.3.1		45 51310 Blinken links	54			96	Blinken rechts	51303 44 (=51.3.2)		
=51.3.6		46 45103 IBIS-Zugbus	44			97	Blinken links	51309 45 (=51.3.6)		
=45.1.1		47 45104 IBIS-Zugbus	45			86	IBIS-Zugbus	45107 46 (=45.1.2)		
=45.1.1		48 45109 Schirm	46			87	IBIS-Zugbus	45108 47 (=45.1.2)		
C		49 Reserve	X			88	Schirm	45109		
	=42.3.6	49 42318 Rangiersignal	41			X	Reserve	48 D		
	=51.1.6	50 51118 Aussenbeleuchtung ein	52			84	Rangiersignal	42318 49 (=42.3.7)		
	=52.1.3	51 52103 Innenbeleuchtung ein	55			94	Aussenbeleuchtung ein	51118 50 (=51.1.7)		
	=63.1.3	52 63104 Wagenheizung ein	57			98	Innenbeleuchtung ein	52103 51 (=52.1.8)		
	=74.1.1	53 74102 Traktion	58			99	Wagenheizung ein	63104 52 (=63.1.4)		
	=74.1.1	54 74103 Traktion	59			102	Traktion	74106 53 (=74.1.8)		
	=74.1.1	55 81205 Türkontrolle	66			100	Traktion	74104 54 (=74.1.8)		
	=81.2.5	56 81102 Türen öffnen	61			108	Türkontrolle	81201 55 (=81.2.2)		
	=81.1.1	57 81103 Türen daueröffnen	62			103	Türen öffnen	81102 56 (=81.1.5)		
D	=81.1.1	58 81104 Türen zwangsschliessen	63			104	Türen daueröffnen	81103 57 (=81.1.5)		
	=81.1.1	59 81105 Türen schliessen	64			105	Türen zwangsschliessen	81104 58 (=81.1.5)		
	=45.2.3	60 45222 NF-Zugbus	48			106	Türen schliessen	81105 59 (=81.1.5)		
	=45.2.3	61 45223 NF-Zugbus	49			90	NF-Zugbus	45222 60 (=45.2.4)		
		45224 Schirm	47			91	NF-Zugbus	45223 61 (=45.2.4)		
	E						89	Schirm	45224	
		F								

Zust.	Änderung	Datum	Norm	Urspr.	Ers.f.	Ers.d.	Übersicht Kupplungsbelegung	Projektbezeichnung	Einbaort:	Anlage:
1								Niederflurgleitktriebwagen NGTW6	70.3	=70
								Projektnummer	Blatt-Nr.	+
								&S70.03/EO	4	

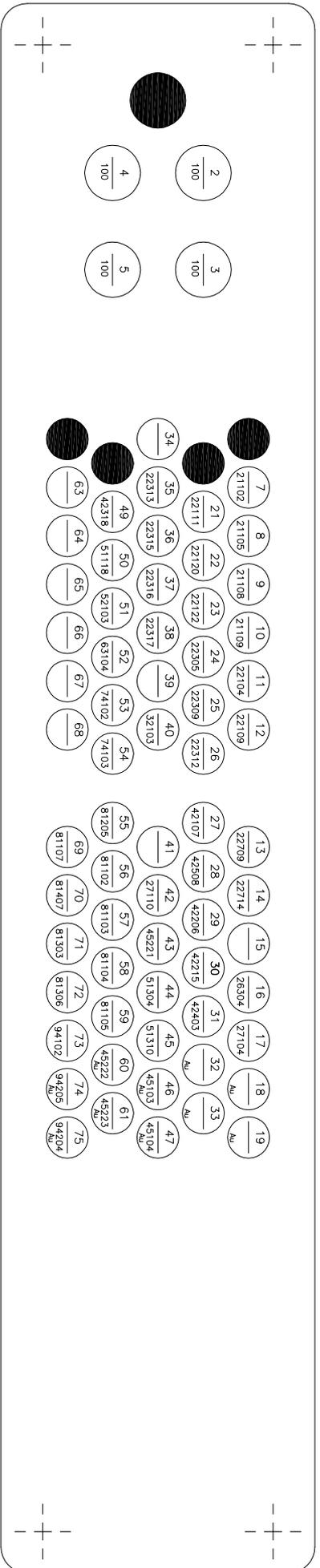




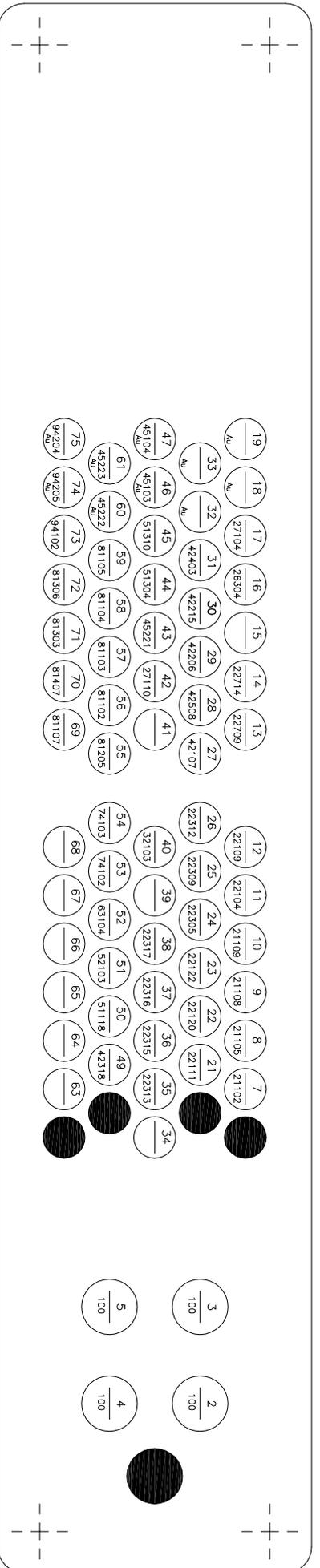
Zust.	Änderung	Datum	Norm	Datum	Bearb.	Gepr.	Urspr.	Ers.f.	Ers.d.	Übersicht	Projektbezeichnung	Niederflur Gelenktriebwagen	Zeichnungsnummer	Blatt-Nr.	Anlage:
1		16.06.14	Donix	05.05.2006	G. Gauch		Leipziger Fahrzeug-Bau GmbH			Kupplungsbelegung	NGTW6	⚥S70.04/E1		70.4	=70
														+	
														4	



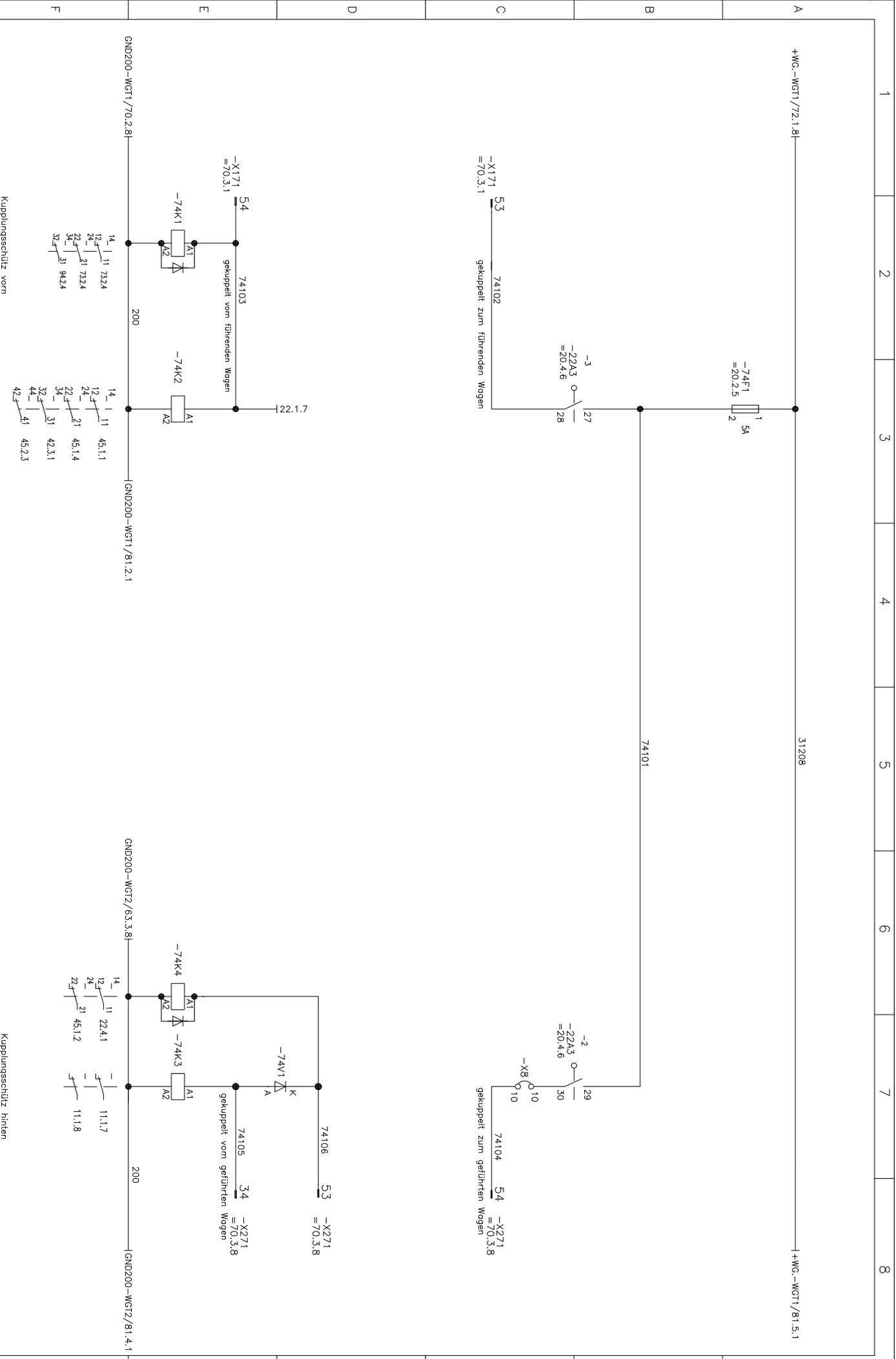
Bugkupplung Kontaktseite



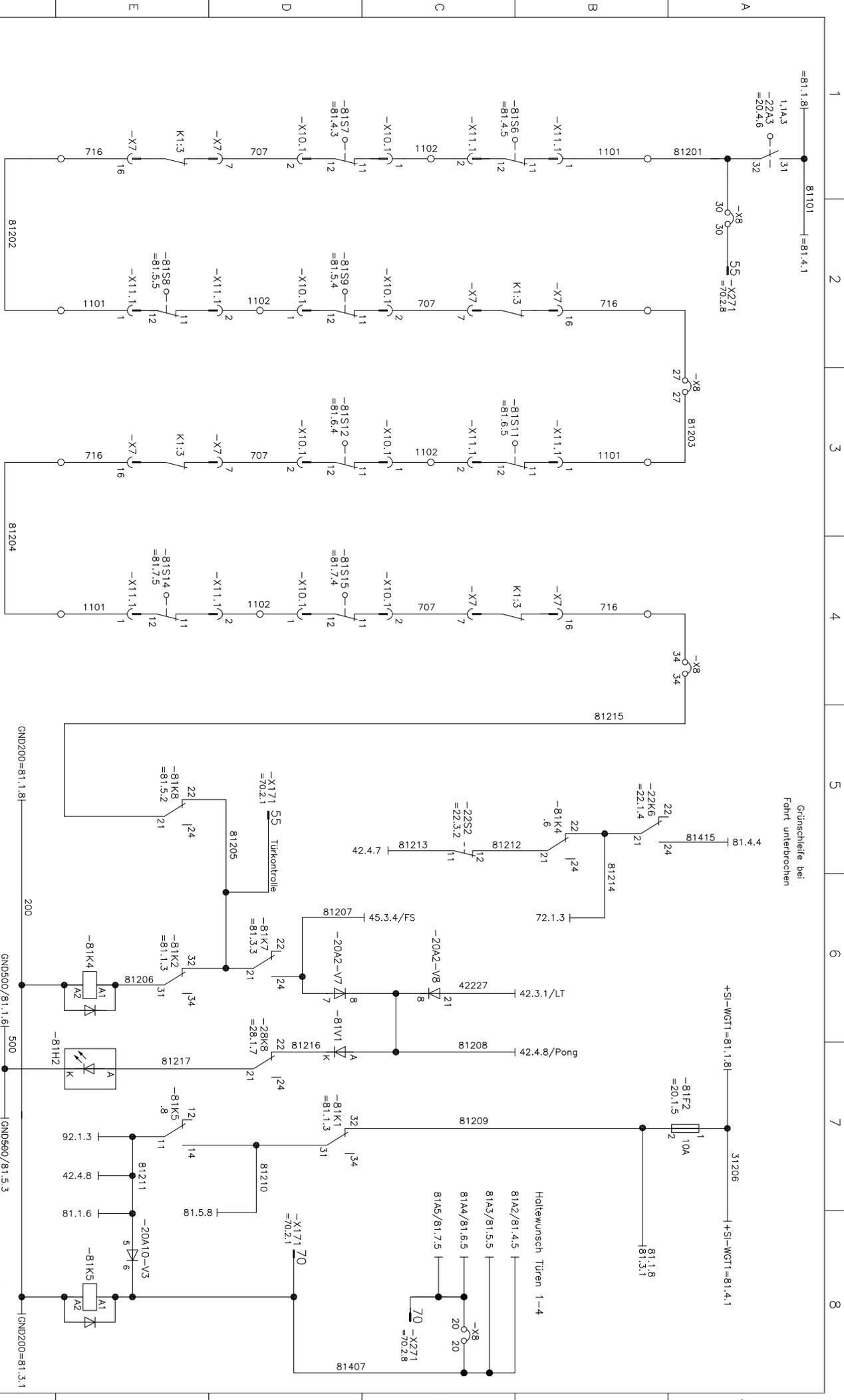
Bugkupplung Anschlussseite



Zust.	1	2	3	4	5	6	7	8
Änderung								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum			05.05.2006					
Bearb.			Gauch					
Gepr.			Donix					
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								
Bearb.								
Gepr.								
Datum								



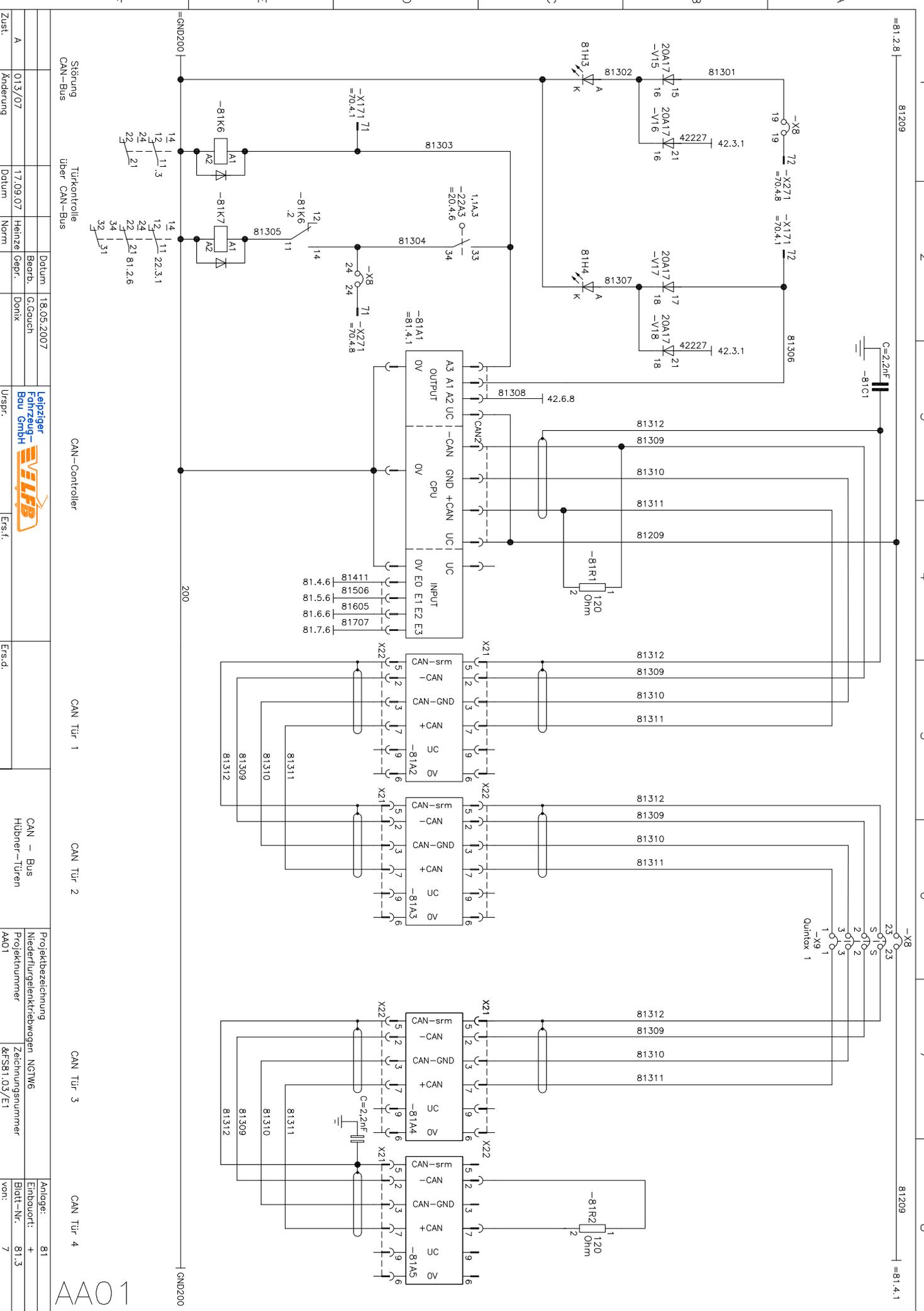
Zust.	Änderung	Datum	Norm	Ers.f.		Ers.d.	Anlage:	
1							=74	
							Einbaort: +	
							Blatt-Nr. 74.1	
							vom: 1	
				Datum	05.05.2005			
				Bearb.	G. Gauch			
				Gepr.	Donix			
						Urspr.		
				Steuerung		Kuppungsschütze		
				Projektbezeichnung	NGTW6			
				Niederflurgelenktriebwagen	AA00			
				Projektnummer	&FS74.01/EO			



Grünschleife bei Fahrt unterbrochen

Tür 1		Tür 2		Tür 3		Tür 4	
C	011/14	16.06.14	Donix	Datum	18.05.2007	Leipziger Fahrzeug-Bau GmbH	
B	013/07	17.09.07	Heinzel	Bepr.	Gauch	Urspr.	
A	012/07	28.06.07	Gauch	Gepr.	Donix	Ers.f.	
Zust.	Änderung	Datum	Norm	Ers.d.			
1		2		3		4	
Grünschleife, Türkontrolle, Haltewunsch		Anfahrsperr		Türkontrolle		Wagen h/ht	
Hilfener-Türen		Projektzeichnung		Türkontrolle		Haltewunsch	
		Niederflurgleitkribebogen NGTW6					
		Zeichnungsnummer		AA01		Anlage: 81	
		&SS81.0Z/E3				Einbaufort: +	
						Blatt-Nr.: 81.2	
						vom: 7	

AA01



Zust.	A	01.3/07	Änderung	Datum	17.09.07	Heinzel	Gepr.	Domix	Urspr.	Ers.f.	Ers.d.	Projektbezeichnung Niederflurgelenktriebwagen NGTW6	AA01	AA01	Anlage:	81
												Zeichnungsnummer	ↅ.05/E1		Einbaort:	81.3
															Blatt-Nr.:	7
															Vom:	

AA01

Leipziger Fahrzeugbau GmbH

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

Störung über CAN-Bus

Türkontrolle über CAN-Bus

CAN-Controller

CAN-Tür 1

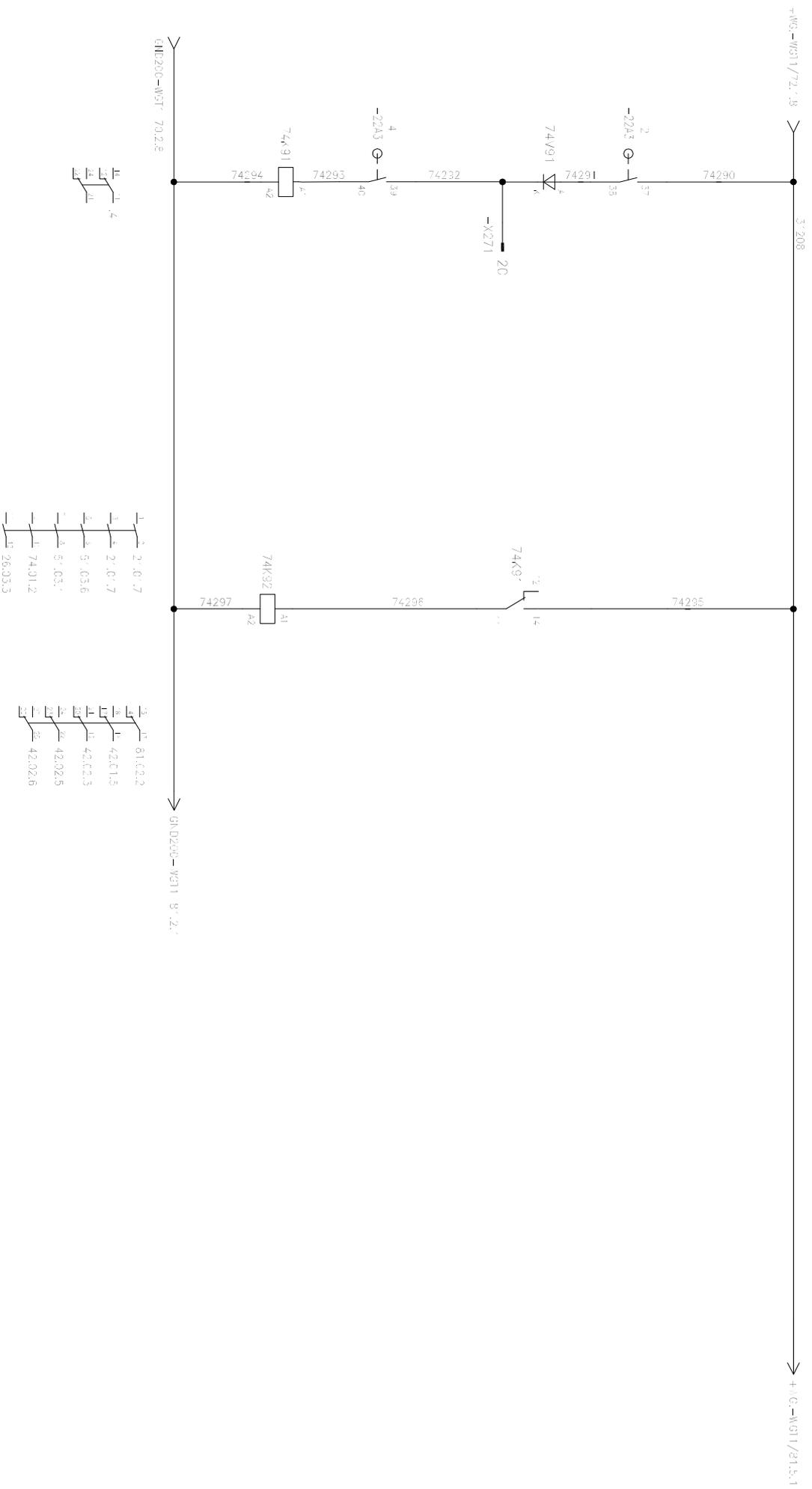
CAN-Tür 2

CAN-Tür 3

CAN-Tür 4

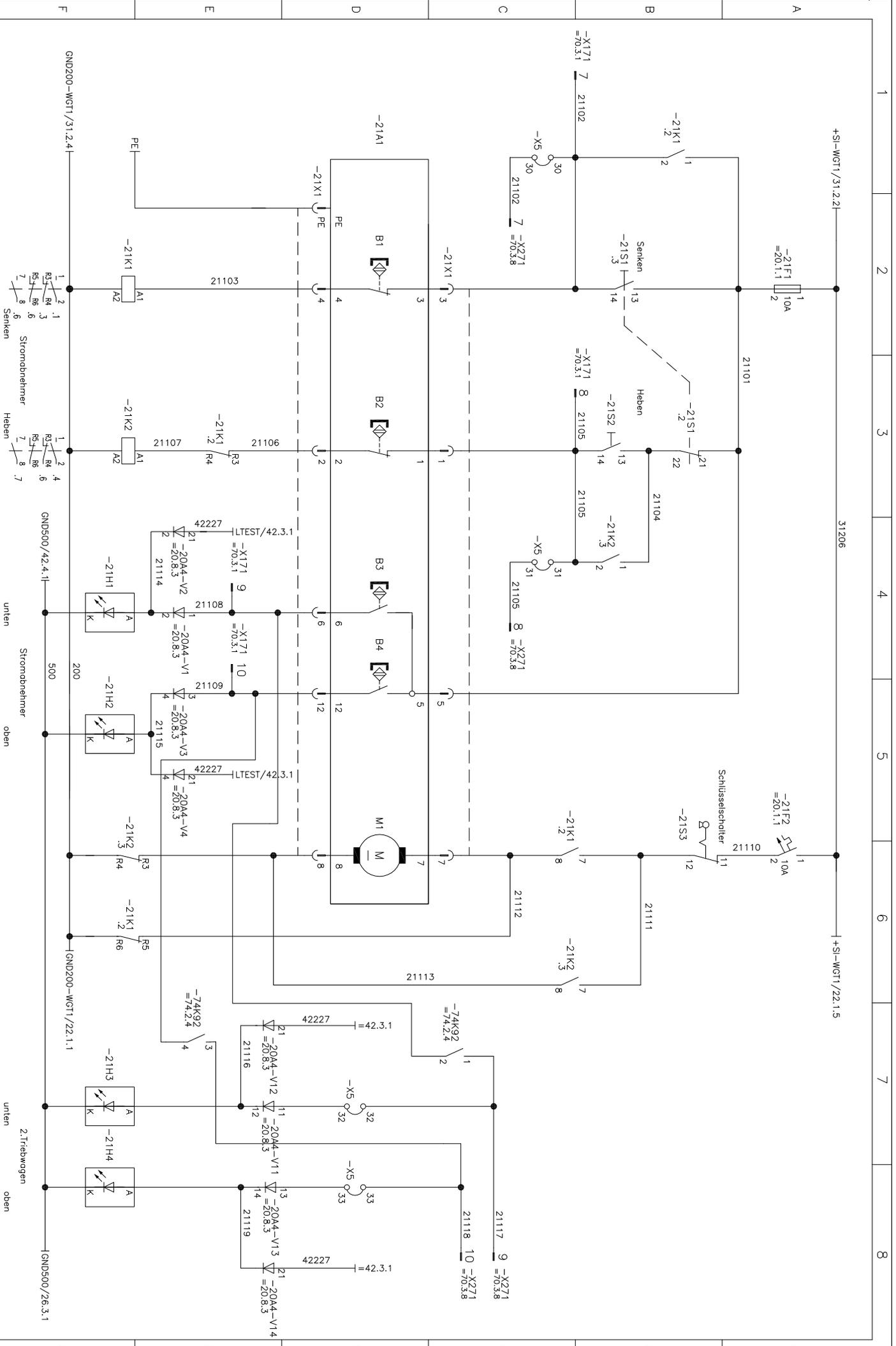
Selbst erstellte bzw. veränderte Schaltpläne:

Diese Zeichnung ist Urheberrechtlich geschützt. Weitergabe sowie jede Vervielfältigung dieser Unterlagen, Speicherung und Mitteilung ihres Inhaltes sind nicht ausdrücklich zugelassen. Änderungen sind nicht ausdrücklich zugelassen. Zu Änderungen verpflichten zum Schadensersatz.



AZ	Änderung	Datum	Name	Norm	Datum	Name	Bemerkung	Ers.f.	Ers.d.	Verwendbar für:	Ausgabe	Blatt-Nr.
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												

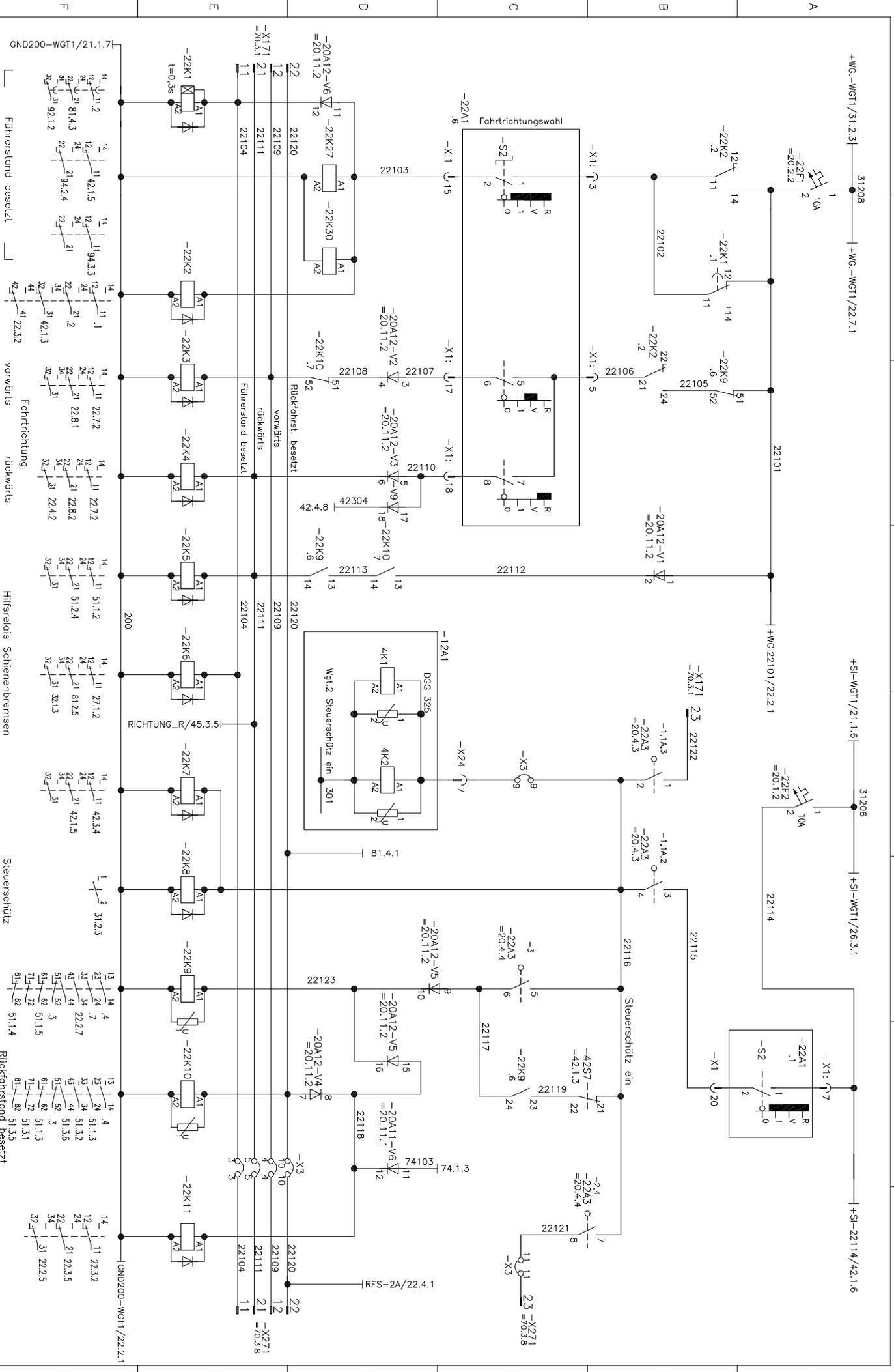
Benennung		Stromversorgung	
Heck an Heck Traktion			
FPK		HEC	
A4		AA05&FS74.02/E0	
Z-Nr.		AA05&FS74.02/E0	
von		3 Blatt	



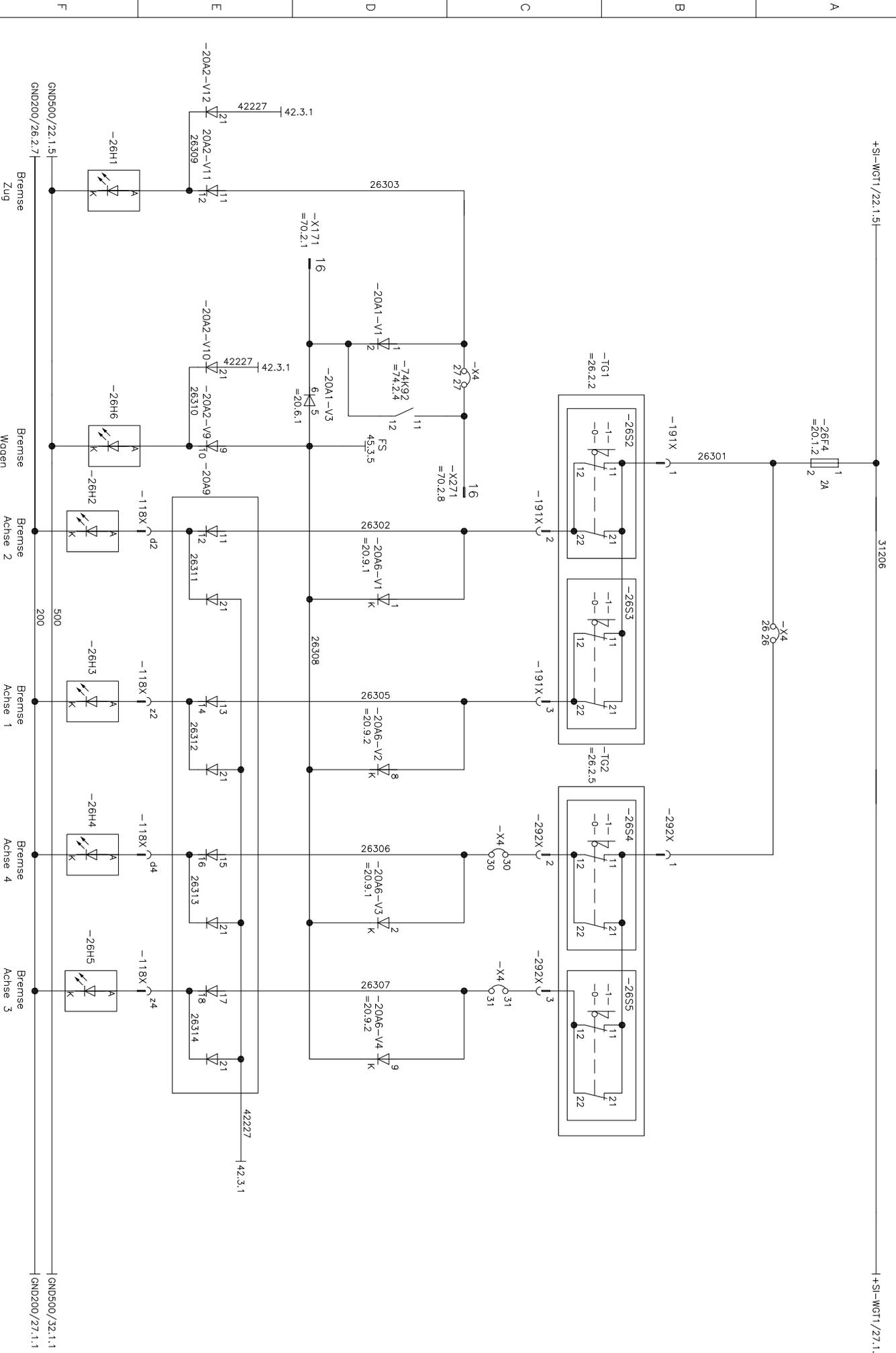
Zust.	1	2	3	4	5	6	7	8
Änderung								
Datum	28.06.07	05.05.2006						
Bepr.	Heinzel	G.Gauch						
Gepr.	Donik							
Norm								
Urspr.								
Ers.f.								
Ers.d.								
Steuerung	Stromabnehmer							
Projektabzeichnung	Niederflurgleitkriechwagen		NGTW6					
Projektnummer	AA05							
Zeichnungsnummer	&S21.01A/EO							
Anlage:	=21							
Einbaort:	+							
Blatt-Nr.	21.1							
Von:	1							



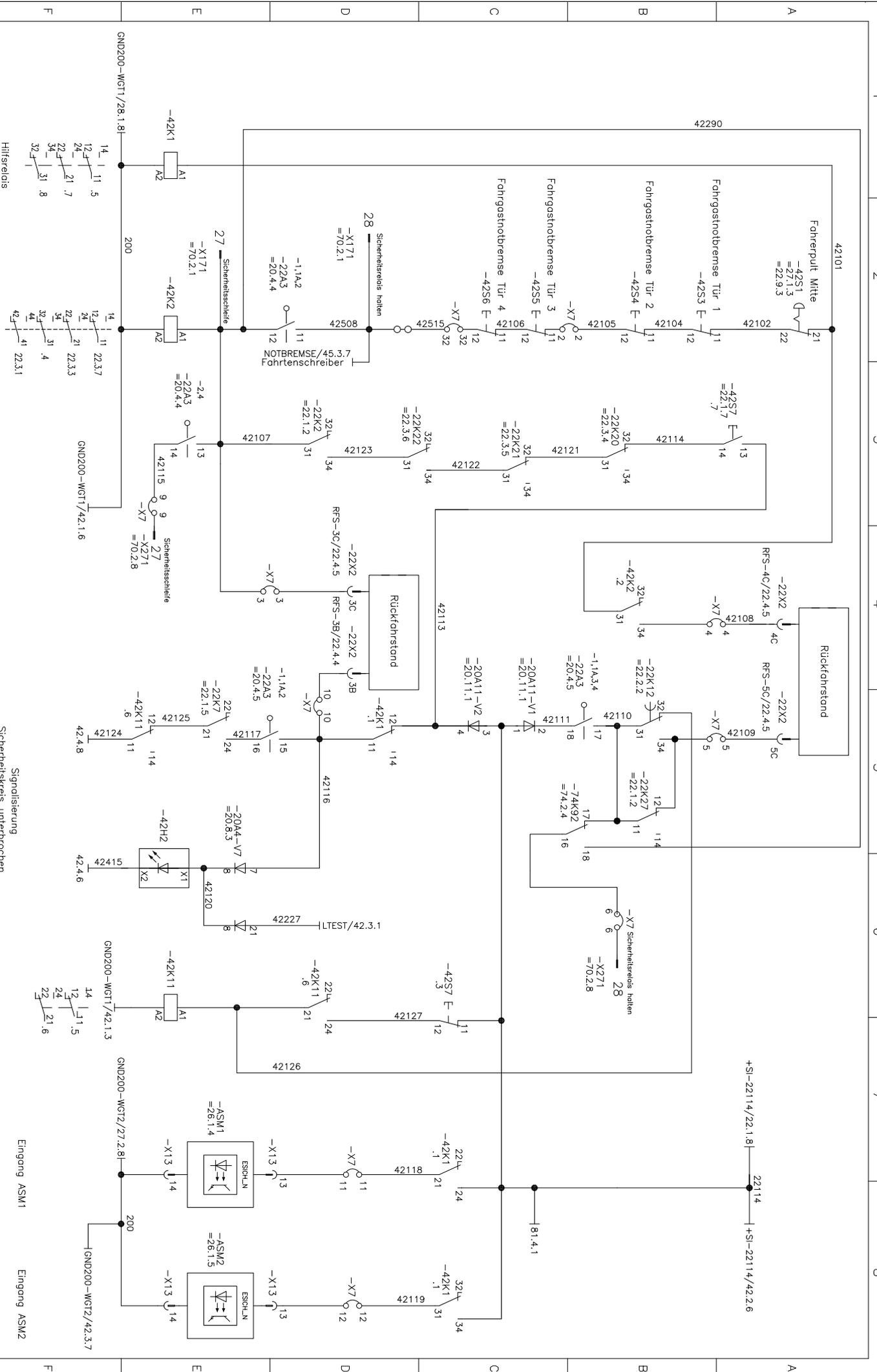
Leipziger Fahrzeugbau GmbH



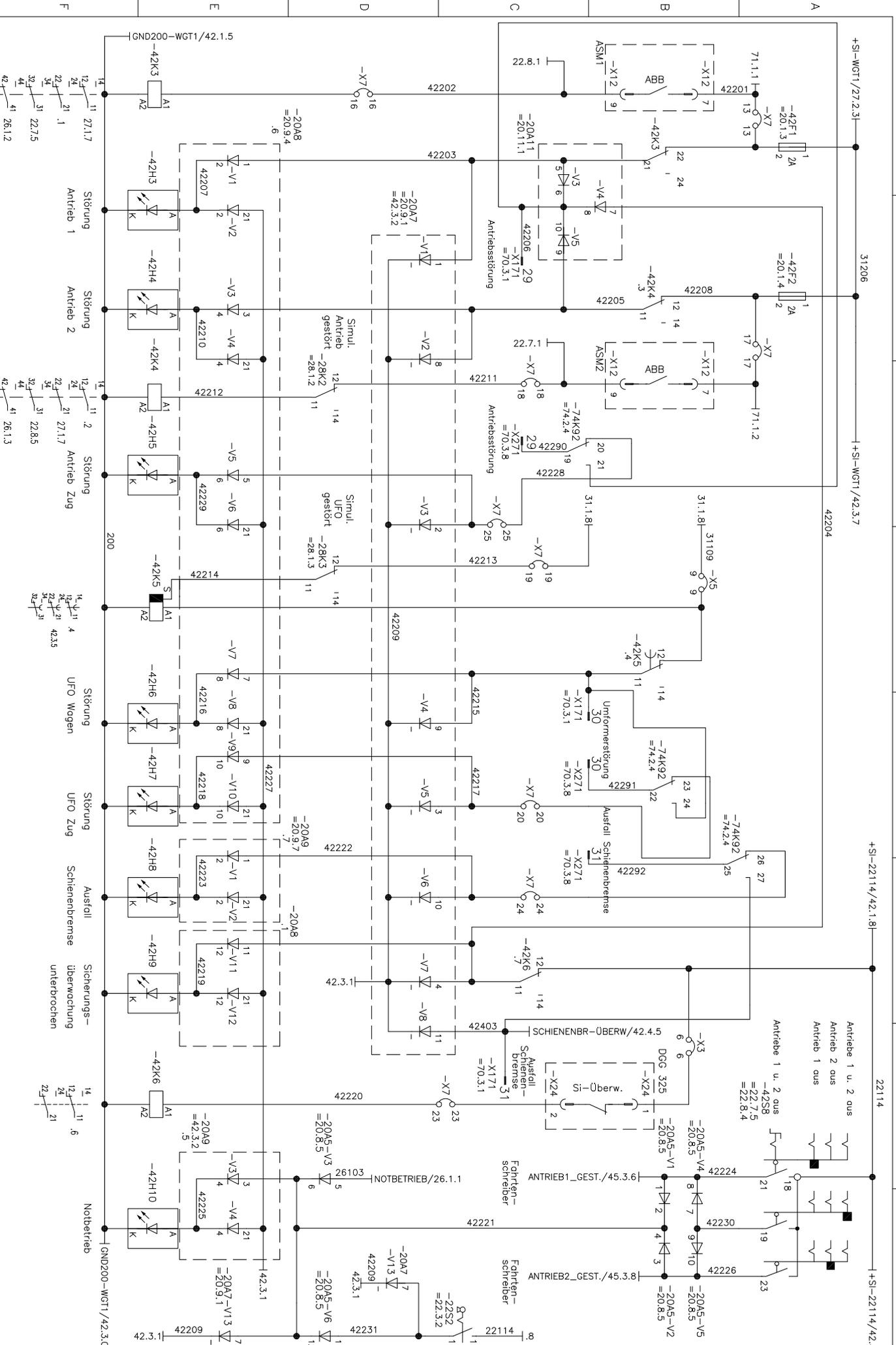
Zust.	A	Änderung	1	Datum	07.03.07	Gepr.	Donix	Norm	Donix	Urspr.	Ers.f.	4	Ers.d.	5	6	7	8
<p>Führerstand besetzt</p> <p>Fahrtrichtung</p> <p>Hilfsrelais Schienenbremsen</p> <p>Steuerschütz</p> <p>Steuerschütz & Fahrtrichtungswahl</p> <p>Projektabzeichnung</p> <p>Niederflurgelenktriebwagen NGTW6</p> <p>Projektnummer</p> <p>&#x26;S22.01A/EO</p> <p>Anlage: =22</p> <p>Einbaort: +</p> <p>Blatt-Nr.: 22.1</p> <p>Von: 10</p>																	



Zust:	1	2	3	4	5	6	7	8
Anderung								
Datum	07.03.07	05.05.2006						
Heinzel Bepr.	Donix	Donix						
Gepr.	Donix							
Norm								
Urspr.								
Ers.f.								
Ers.d.								
Bremsanlage	Fahrzeug- Bau GmbH		LEIBER		Anzeige		Projektbezeichnung	
Niederflurgelenktriebwagen	NGTW6		Federstreifenbremse		Niederflurgelenktriebwagen		NGTW6	
Projektnummer	AA05		Zeichnungsnummer		&S26.03A/EO		Anlage: =26	
Blatt-Nr.	26.3		vom:		3		Einbaort: +	
							GND500/32.1.1	
							GND200/27.1.1	

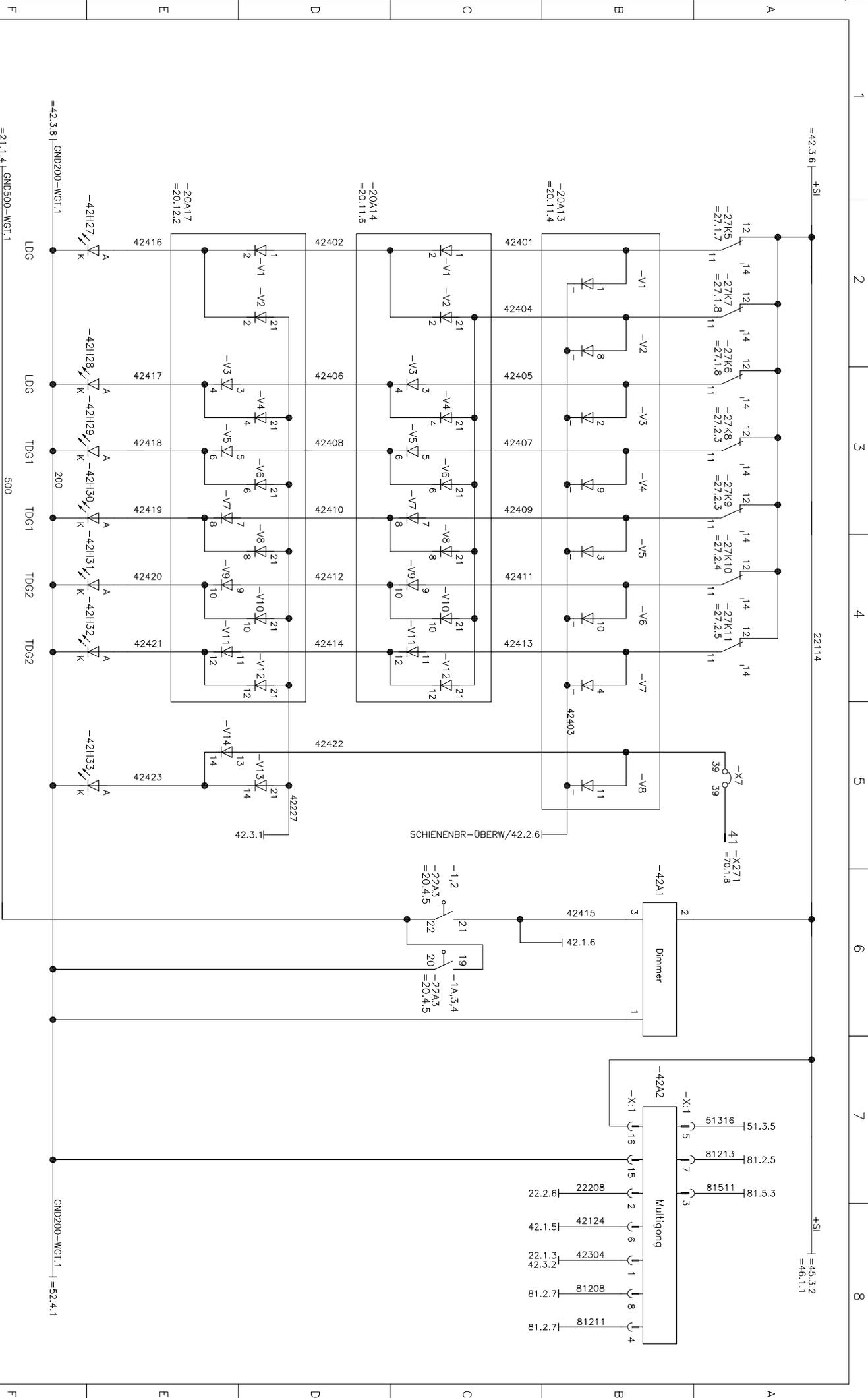


Hilfsrelais		Sicherheitsrelais		Nullstellungszwang		akustisch		Signalisierung	
Sicherheitskreis		Sicherheitskreis		Sicherheitskreis		Sicherheitskreis unterbrochen		optisch	
Sicherheitskreis		Sicherheitskreis		Sicherheitskreis		Sicherheitskreis		Sicherheitskreis	
Zust.	Änderung	Datum	Norm	Urspr.	Ers.f.	Ers.d.	Sicherheitskreis		Projektbezeichnung
1		17.09.07	Heinzel	Bau GmbH			Sicherheitskreis		Niederflur Gelenktriebwagen NGTW6
2		28.06.07	Heinzel	Donix			Sicherheitskreis		Projektnummer
3		05.05.2006	G.Gauch	LEIFER			Sicherheitskreis		&SFS42.01A/EO
4							Sicherheitskreis		Zeichnungsnummer
5							Sicherheitskreis		AA05
6							Sicherheitskreis		Anlage: =42
7							Sicherheitskreis		Einbaort: +
8							Sicherheitskreis		Blatt-Nr.: 42.1
							Sicherheitskreis		Von: 6



Zust.	1	2	3	4	5	6	7	8
Känderung								
Datum	05/16	02.06.16	11/07	05.05.2006				
Beorr.	Denix	Denix	G.Gauch					
Heinzl	Gepr.	Denix						
Urspr.								
Ers.f.								
Ers.d.								
Sicherheits-einrichtungen								
Projektbezeichnung								
Niederflurgleitkriehwagen NGTW6								
Projektnummer								
AA05								
Zeichnungsnummer								
&S&42.02A/EO								
Anlage:	=42							
Einbaut:	+42.2							
Blatt-Nr.	6							
Von:								

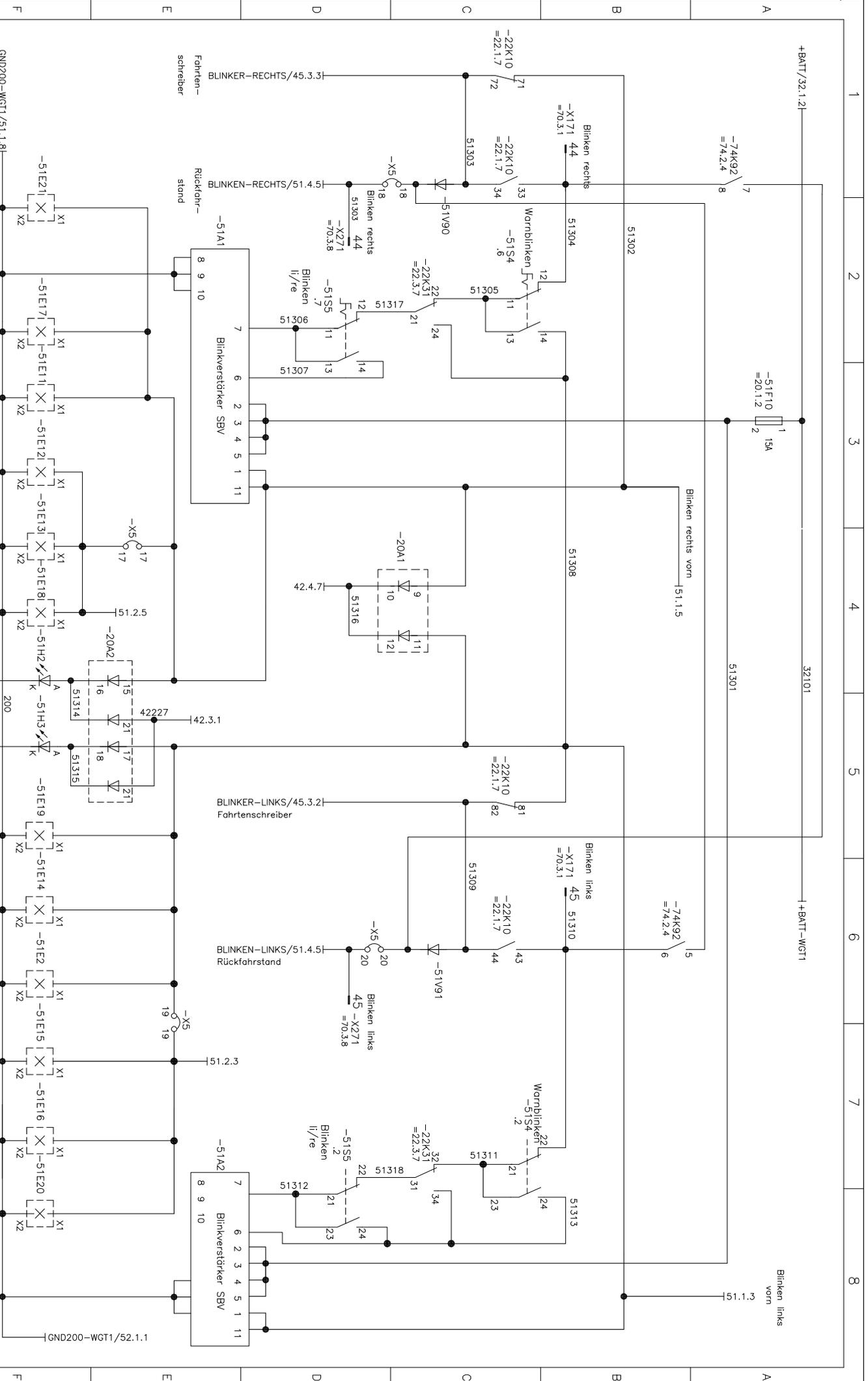
Störung Antrieb 1
Störung Antrieb 2
Störung Antrieb Zug
Störung UFO Wegen
Störung UFO Zug
Ausfall Schienenbremse
Sicherungs-überwachung unterbrochen
Notbetrieb



Überwachung Schienenbremsen

Störung Bremse
Beiwagen

Zust.		Datum		Erstf.		Erst.d.		Projektbezeichnung		Anlage:	
A		01.3/07		Heinzl Gepr.		Donix		Fahrzeug- Bau GmbH		=42	
Änderung		Datum		Urspr.		Erst.d.		Niederflurgelenktriebwagen NGTW6		Einbaort: +	
1		17.09.07		3		4		Projektnummer AA05		Blatt-Nr. 42.4	
2		17.09.07		3		4		Zeichnungsnummer &S&2.04A/EO		von: 6	
3		17.09.07		3		4		Zeichnungsnummer &S&2.04A/EO		von: 6	
4		17.09.07		3		4		Zeichnungsnummer &S&2.04A/EO		von: 6	
5		17.09.07		3		4		Zeichnungsnummer &S&2.04A/EO		von: 6	
6		17.09.07		3		4		Zeichnungsnummer &S&2.04A/EO		von: 6	
7		17.09.07		3		4		Zeichnungsnummer &S&2.04A/EO		von: 6	
8		17.09.07		3		4		Zeichnungsnummer &S&2.04A/EO		von: 6	



Zust.	Änderung	Datum	Norm	Urspr.	Ers.f.	Ers.d.	Blinkenloge	Projektbezeichnung	Niederflurgelenktriebwagen NGTW6	Projektnummer	&RFS51.03A/EO	Anlage:	=51
		13/07	Heinzel	Donix								Einbaort:	+
		11/14 & 12/14	Donix	Bepr.	G.Gauch							Blatt-Nr.	51.3
		04/16	Donix	23.05.16	05.05.2006							vorn:	4

1 2 3 4 5 6 7 8

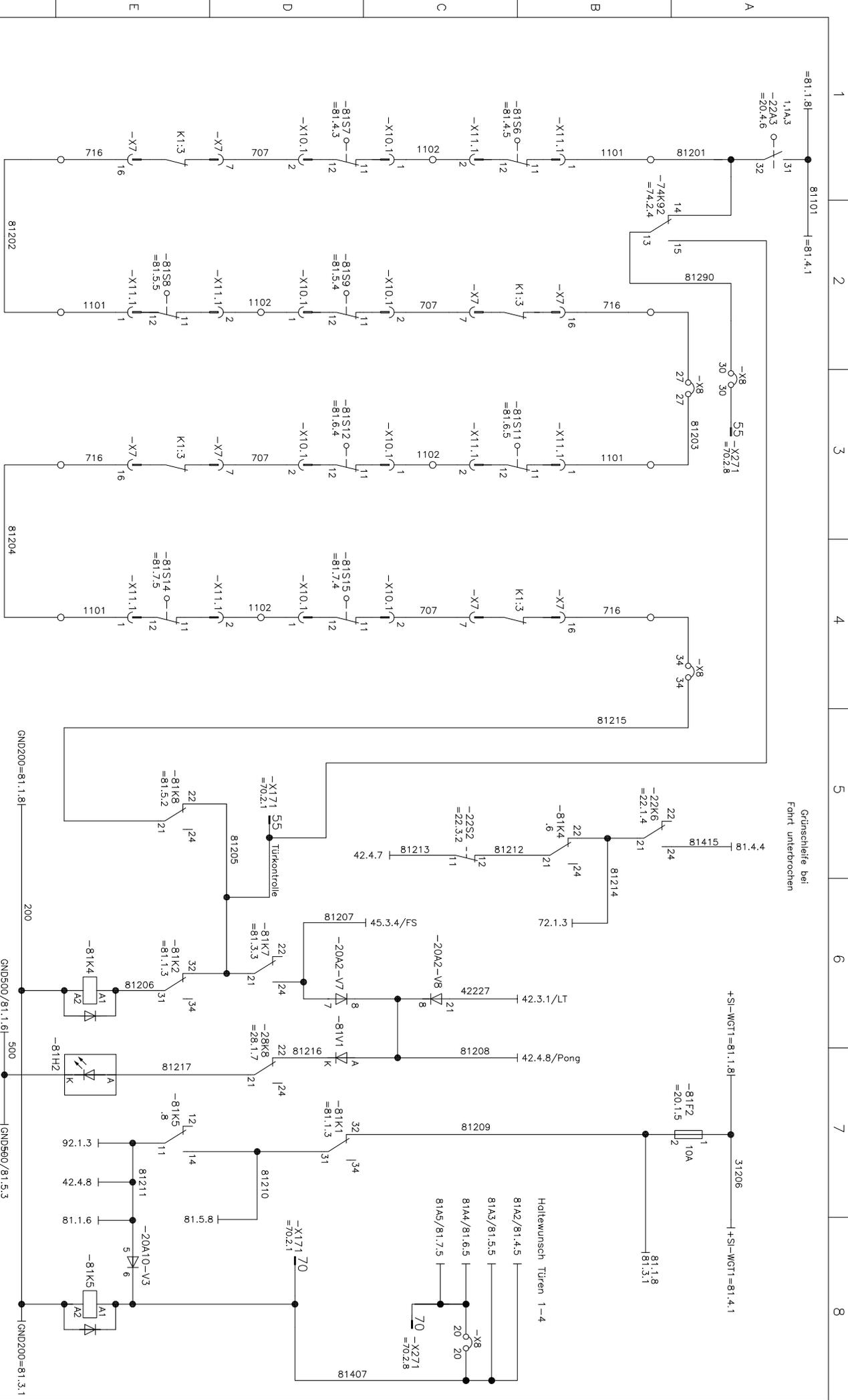
A B C D E F

Front rechts 21W
Bugschütze rechts 5W
Heckschütze rechts 5W
Blinkkontrolle links 500
Bugschütze links 5W
2x21W Seite links
21W Front links
je 2x21W Seite links
5W Heckschütze links

21W Front rechts
Bugschütze rechts 5W
Heckschütze rechts 5W
Blinkkontrolle links 500
Bugschütze links 5W
2x21W Seite links
21W Front links
je 2x21W Seite links
5W Heckschütze links

Projektnummer &RFS51.03A/EO

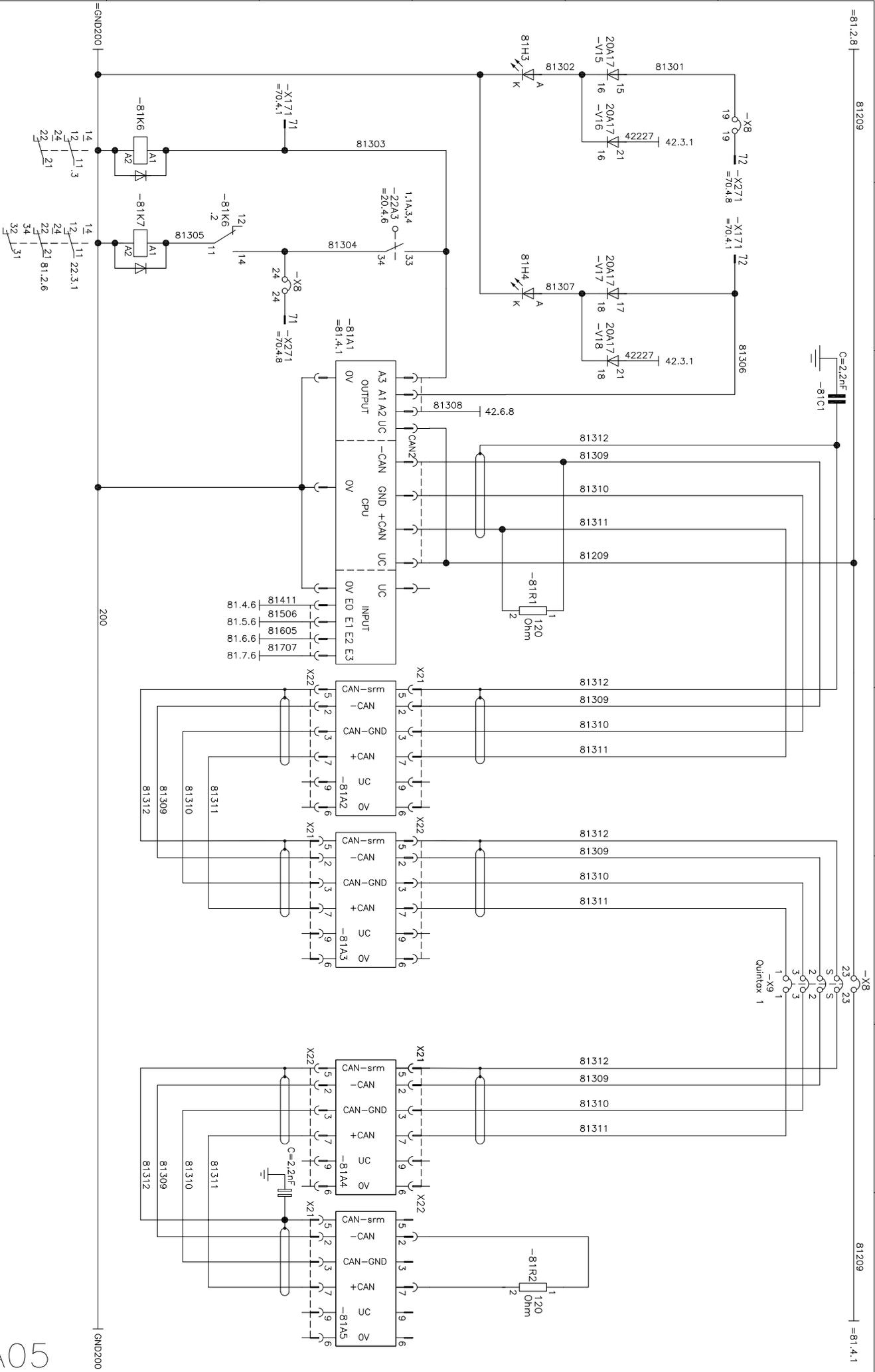
Anlage: =51
Einbaort: +
Blatt-Nr. 51.3
vorn: 4



Grünschiefe bei Fahrt unterbrochen

Tür 1		Tür 2		Tür 3		Tür 4	
C	011/14	16.06.14	Donix	Datum	18.05.2007	Leipziger Fahrzeugbau GmbH	
B	013/07	17.09.07	Heinzel Beogr.	Gauch		Erspr.	
A	012/07	28.06.07	Gauch	Gepr.	Donix	Ers.f.	
Zust.	Änderung	Datum	Norm	Ers.d.			
1				5	6	7	8
Grünschiefe, Türkontrolle, Anfahrsperr				Türkontrolle			
Haltewunsch				Wagen halt			
Projektzeichnung				Projektzeichnung			
Niederflurgleitkriehwagen NGTW6				Niederflurgleitkriehwagen NGTW6			
Zeichnungsnummer				Zeichnungsnummer			
&S81.02A/EO				&S81.02A/EO			
Anlage: 81				Anlage: 81			
Einbaort: +				Einbaort: +			
Blatt-Nr. 81.2				Blatt-Nr. 81.2			
vorn:				vorn:			

AA01



Störung CAN-Bus		Türkontrolle über CAN-Bus		CAN-Controller				CAN Tür 1		CAN Tür 2		CAN Tür 3		CAN Tür 4	
013/07		17.09.07		18.05.2007		Leipziger Fahrzeug-Bau GmbH		CAN - Bus		Hühner-Türen		Projektbezeichnung Niederflurgelenktriebwagen NGTW6		Anlage: 81	
Änderung		Datum		Datum		Gepr. G.Gauch		Ers.f.		AA05		Projektnummer ⅚S81.03A/EO		Einbaort: +	
1		2		3		4		5		6		7		8	
Zust. A		Datum		Urspr.		Ers.f.		Ers.d.		AA05		Zeichnungsnummer ⅚S81.03A/EO		Blatt-Nr. 7	

AA05