

**Planfeststellungsverfahren
Neubau Gleichrichterunterwerk Hellestraße**

Auftraggeber:



**Magdeburger Verkehrsbetriebe GmbH
& Co.KG**

Otto-von-Guericke-Straße 25
39104 Magdeburg

**Mit Änderungen im
Planfeststellungsverfahren**

Bauvorhaben:

Neubau
Gleichrichterunterwerk Hellestraße

Planung:



Mitteldeutsche Verkehrsconsult GmbH

Herrenkrugstraße 197

39114 Magdeburg

Tel.: 0391 610 6742

Fax.: 0391 610 6749

E-Mail: info@mvc-magdeburg.de

Magdeburg, den 06.09.2021 (**Änderung 29.09.2022**)

Inhaltsverzeichnis (Änderungen im Planfeststellungsverfahren)				
Bauherr		Magdeburger Verkehrsbetriebe GmbH & Co.KG		Blatt Nr.
Baumaßnahme		Neubau Gleichrichterunterwerk Hellestraße		1 von 1
Art	Seiten	Bezeichnung Blatt Nr.	Ausgabestand Datum	Blätter / Pläne
Planfeststellungsverfahren				
Teil A - Vorhabenbeschreibung		Teil B - Planteil		
1- Erläuterungsbericht	23	2- Übersichtslageplan	13.08.2021	1
		3- Lage- und Höhenplan	13.08.2021	1
		9- Landschaftspflegerischer Begleitplan	27.08.2021	30/5
		9- Landschaftspflegerischer Begleitplan (Fortschreibung)	27.08.2021	29/5
		10- Grunderwerb: Gestattungsvertrag LH MD	22.05.2019	5/1
		11- Regelungsverzeichnis	06.07.2021	14
		11- Regelungsverzeichnis	12.09.2022	14
		12- Genehmigungen zum Bauvorhaben nach § 23 StrG LSA und § 45 StVO	25.06.2019 14.08.2019	
		12- Genehmigungen zum Bauvorh. nach § 23 StrG LSA und § 45 StVO	25.06.2019 14.08.2019	
		Teil C - Untersuchungen, weitere Pläne		
		14- Querschnitte, Ansichten G UW	31.03.2020	1
		16- Koordinierter Leitungsplan	01.03.2021	1
		16- Koordinierter Leitungsplan	20.09.2022	1
		17- Schalltechnische Untersuchungen G UW	24.02.2021	15/2
		18- Elektromagnetische Verträglichkeit G UW	19.02.2021	6/2
		19- Umweltfachliche Untersuchung G UW	10.09.2018	5
		20- Wasser- und geotechnische Untersuchungen	28.05.2018	17/9
		21- Statik G UW	31.01.2020	42
		22- Bahnenergieversorgungsanlagen G UW	13.08.2021	6
		23- Freiflächengestaltung Berechnungsplan	23.08.2022	1
Vorstehende Pläne wurden vom Unterschreibenden (Aufsteller) erstellt/zusammengestellt				
MVC GmbH				
Guido Nägele, Projektingenieur		Magdeburg, den 06.09.2021 (29.09.2022)		
Name, Funktion	Ort, Datum		 Unterschrift	

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung.....	5
2	Grundlagen.....	5
2.1	Vorhandene Unterlagen.....	5
2.2	Allgemeines.....	5
2.3	Gleichrichterunterwerk.....	6
2.4	Standort und Grundstück.....	6
2.5	Baugrunduntersuchung.....	7
2.5.1	Standortsituation.....	7
2.5.2	Wasserverhältnisse.....	7
2.5.3	Schlussfolgerungen.....	7
2.6	Grundleitungen und Außenanlage.....	8
3	Baukörper.....	8
4	Technische Ausrüstung.....	10
4.1	Mittelspannungsanlage.....	10
4.2	Transformatoren.....	11
4.2.1	Bahnstrom-Transformatoren.....	11
4.2.2	Eigenbedarfs-Transformator.....	11
4.3	Bahnstromgleichrichter.....	11
4.4	Bahnstromschaltanlage.....	12
4.5	Eigenbedarfsanlage.....	13
4.6	Steuer- und Fernwirkeinrichtung.....	13
4.7	Brandmeldeanlage.....	14
4.8	Schutzkonzept.....	14
4.9	Verriegelungen und Mitnahmen.....	15
4.10	Erdungsanlage.....	16
5	Kabelanlage.....	17

6	Netzkonzept.....	17
6.1	Halberstädter Straße Streckenabschnitt HEL SS01	18
6.1.1	Derzeitiger Zustand	18
6.1.2	Geplante Variante.....	18
6.2	Leipziger Straße Streckenabschnitt HEL SS02	18
6.2.1	Derzeitiger Zustand	18
6.2.2	Geplante Variante.....	18
6.2.3	Besonderheiten	19
6.3	Halberstädter Straße Streckenabschnitt HEL SS03	19
6.3.1	Derzeitiger Zustand	19
6.3.2	Geplante Variante.....	19
6.4	Leipziger Straße Streckenabschnitt HEL SS04	19
6.4.1	Derzeitiger Zustand	19
6.4.2	Geplante Variante.....	19
6.5	Übergangsmaßnahmen	20
7	Netzberechnung	20
7.1	Streckenabschnitt SS01.....	21
7.2	Streckenabschnitt SS02.....	22
7.3	Streckenabschnitt SS03.....	22
7.4	Streckenabschnitt SS04.....	23

1 Veranlassung

Die Magdeburger Verkehrsbetriebe GmbH & Co.KG (MVB) planen den Neubau des Gleichrichterunterwerks Hellestraße (GUW HEL). Grund hierfür ist die Erweiterung des Straßenbahnnetzes im Rahmen der Herstellung der 2. Nord-Süd-Verbindung in den Bauabschnitten 2 bis 7. Die geplanten neuen Linienführungen und die damit verbundene Verdichtung des Straßenbahntakts führen zu einem erhöhten Leistungsbedarf in den entsprechenden Streckenabschnitten.

Zur Sicherstellung eines optimalen Versorgungskonzepts und eines attraktiven bevölkerungswirksamen öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) sind der Neubau des GUW Hellestraße und eine Neueinteilung der Speiseabschnitte des vorhandenen Leitungsnetzes der MVB erforderlich. Weiterhin werden mit dem Neubau des GUW Hellestraße und der technischen Anlagenteile die Voraussetzungen zur geplanten Umstellung des Energieversorgungssystems für das Streckennetz der MVB von 600 V auf 750 V geschaffen.

2 Grundlagen

2.1 Vorhandene Unterlagen

Folgende Unterlagen wurden seitens des Auftraggebers übergeben und stellen somit die Planungsgrundlage dar:

- Aufgabenstellung
- Übersichtsplan
- vorhandene Bahnenergieversorgungsanlagen
- mögliche Ansichten eines vergleichbaren Gleichrichterunterwerkes
- vorhandene und geplante Speiseverhältnisse

2.2 Allgemeines

Die bisherige Versorgung des Knotenpunkts Halberstädter Straße / Leipziger Straße erfolgt im regulären Betrieb über das GUW Hasselbachplatz (GUW HAS). Während der Durchführung von Wartungsarbeiten in diesem GUW sowie bei Störungen und Fehlern kann dieser wichtige Knotenpunkt nicht mit Bahnstrom versorgt werden. Daher werden im Bereich Hasselbachplatz die Speiseverhältnisse umfassend geändert und verstärkt. In diesem Zuge werden auch die Speisebereiche des GUW Geißlerstraße (GUW GEI) in einem separaten Projekt angepasst.

2.3 Gleichrichterunterwerk

Das neu zu errichtende Gleichrichterunterwerk wird nach dem aktuellen Stand der Technik auf Grundlage der aktuell geltenden Normen und Richtlinien geplant. Hierzu gehören neben dem Baukörper folgende wesentlichen technischen Bestandteile:

- Mittelspannungsanlage
- Transformatoren
- Bahnstromgleichrichter
- Gleichspannungsschaltanlage
- Steuer- und Fernwirkeinrichtung
- Eigenbedarfsanlage
- Erdungsanlage
- Kabel- und Leitungsanlage
- Ausrüstung

2.4 Standort und Grundstück

Im Vorfeld wurden umfangreiche Untersuchungen für die Stationierung des GUV Hellestraße im Bereich der Leipziger / Halberstädter Straße durchgeführt. Als Ergebnis dieser Untersuchungen wurde in Zusammenarbeit mit den verantwortlichen Ämtern und Behörden unter Berücksichtigung des stadtplanerischen Gesamtbildes die Errichtung eines unterirdischen Bauwerkes im Bereich der Grünfläche am Abzweig Leipziger / Halberstädter Straße festgelegt. Zur Errichtung und zum Betrieb des Gleichrichterunterwerks darf in Abstimmung mit der Landeshauptstadt eine Fläche von ca. 105 m² (14 m x 7,50 m) in Anspruch genommen werden. Eine PKW-Stellfläche ist nicht vorgesehen.

Der geplante Standort bietet weiterhin Vorteile im Hinblick auf den zeitlichen und kostenmäßigen Aufwand bei den voraussichtlichen Umverlegungsarbeiten der vorhandenen Versorgungsleitungen. Zusätzlich sind sehr gute technische Voraussetzungen für eine zuverlässige Versorgung der geplanten Speiseabschnitte gegeben.

Der Eigentümer der benötigten Grundstücksfläche für nachfolgend aufgeführte Grundstücke ist die Landeshauptstadt Magdeburg (siehe Gestattungsvertrag).

- Flurstück 1275/169 Flur 144
- Flurstück 1277/169 Flur 144
- Flurstück 10237 Flur 144
- Flurstück 10239 Flur 144
- Flurstück 10242 Flur 144

2.5 Baugrunduntersuchung

2.5.1 Standortsituation

Der geplante Standort des Gleichrichterunterwerkes liegt im Bereich einer unbefestigten Grünfläche an der Leipziger Straße / Ecke Halberstädter Straße in der Landeshauptstadt Magdeburg. Der Standort ist angrenzend mit Altbaumbestand bewachsen. Die Geländeoberfläche ist relativ eben.

Im Bebauungsareal wurden insgesamt 2 Aufschlussbohrungen bis in 10 m Tiefe unter GOK abgeteuft. Die Bodenschichtung wird durch bindige Mischbodenauffüllungen bestimmt, die Tiefenlagen von 3,5 m unter GOK erreichen. Insbesondere im Bereich BS 2 waren über das Auffüllungsprofil verteilt massive Beton- und Bauschuttreste zu verzeichnen. Lokal wurden Dachpappenreste in den Auffüllungen festgestellt.

2.5.2 Wasserverhältnisse

Im zu untersuchenden Standortbereich wurden Grundwassereinflüsse angetroffen. Das Schichtenwasser tritt insbesondere im Bereich der Lößbodenschichten als Stau- und Haftnässe auf, war zum Erkundungszeitpunkt jedoch schwach ausgeprägt. Wasserhaltungsarbeiten werden nicht erforderlich, wenn die Schachtungstiefen oberhalb von 5,0 m Tiefe unter aktueller GOK liegen werden. Dieses ist bei den geplanten Gründungsarbeiten voraussichtlich zu erwarten.

2.5.3 Schlussfolgerungen

Die dargestellten Boden- und Wasserverhältnisse weisen gute Gründungsbedingungen in der geplanten Gründungstiefe von ca. 4,3 m unter GOK für das zu errichtende Bauwerk auf. Gründungen können auf dem Sanduntergrund vorgenommen werden. Der Standort ist grundsätzlich für die vorgesehene Bebauung geeignet. Sämtliche Gründungsarbeiten sind frostfrei auszuführen. Aufgeweichte oder gefrorene Böden sind nicht zu überbauen bzw. nicht einzubauen.

Das untersuchte Aushubmaterial des Mischbodens ist insgesamt dem Zuordnungswert Z 2 zuzuordnen. Der Zuordnungswert des aufgefüllten Bodens ergab sich aus der Mischprobe. Mischprobe aus BS 1 0 cm bis 380 cm und BS 2 0 cm bis 350 cm

- Feststoff Z 1 (maßgebender Parameter: -)
- Eluat > Z 2 (maßgebender Parameter: Sulfat)

Bautechnisch bedingte Fugen sind durch entsprechende Maßnahmen druckwasserdicht abzudichten. Gleiches gilt für Kabel- und Rohrdurchführungen. Aufgrund der geplanten Baukonstruktion werden biegesteif bewehrte Plattengründungen favorisiert. Empfohlen wird hier, die Gründung auf dem anstehenden Sanduntergrund vorzunehmen. Es kann auf der Gründungssohle dann eine zulässige Sohlspannung (charakteristisch) von 250 kN/m^2 als gegeben vorausgesetzt werden. Als Bettungsmodul zur Plattenbemessung können 20 MN/m^3 angesetzt werden. Die Gründungsplatte sollte in WU-Bauweise ausgeführt werden.

2.6 Grundleitungen und Außenanlage

Die doppelte Baumreihe auf dem geplanten Grundstück ist zu erhalten und während der Baumaßnahmen ausreichend zu schützen.

Der Fußgängerweg in der Grünanlage zwischen der Leipziger Straße und Halberstädter Straße und dessen seitliche Bepflanzung sind grundsätzlich zu erhalten.

Die Außenanlagen sind zu begrünen und in Abstimmung mit dem Stadtplanungsamt, dem Eigenbetrieb Stadtgärten und Friedhöfe, dem Dachbereich Liegenschaftsservice und dem Umweltamt der Landeshauptstadt Magdeburg zu gestalten.

Die Baugrube für das geplante G UW ist an drei Seiten (nördlich, westlich und östlich) als Verbau und an der südlichen Seite mit Böschung herzustellen.

Für Trink- und Abwasser werden neue Hausanschlüsse installiert. Die Lage der Übergabe- und Wasserzählschächte werden mit den Städtischen Werke Magdeburg GmbH & Co.KG (SWM) abgestimmt.

3 Baukörper

Der Neubau des Baukörpers für das G UW wird auf der Grundlage der geltenden brandschutz- und bautechnischen Gesetzen, Vorschriften, Normen sowie den aus den zu errichtenden Bahnenergieversorgungsanlagen gestellten bautechnischen Anforderungen durchgeführt.

Das zu errichtende Betonfertigteilgebäude hat eine Größe von ca. $L \times B \times H = 14,00 \times 7,50 \times 3,92 \text{ m}$ (zuzüglich Be- und Entlüftungs- sowie Zugangs- und Revisionsschächte) und nimmt die gesamten Bahnenergieversorgungs- und Sanitäreanlagen auf. Hierbei werden die für die

elektrischen Schaltanlagen sowie für die Kabelverlegung notwendigen Mindesthöhen von 2,45 m Raumhöhe und 0,80 m Kellerhöhe gewährleistet. Die Oberkante Fertigdach (OK FD) des Gebäudes wird so gewählt, dass eine fachgerechte Ausführung der darüber befindlichen Grünanlage möglich ist.

Der Stationskörper wird aus mehreren Raumzellen in einteiliger Bauweise als gegossenes Fertigteil errichtet, d.h., der Stationsboden sowie die aufragenden Wände werden in einem Guss hergestellt. Das Gebäude wird aus hochwertigem Stahlbeton mit Leichtzuschlägen Bn 45 (nach DIN 1045) hergestellt. Zur Befestigung u.a. der Trafoschienen, der Konsolen zur Endverschlussbefestigung werden feuerverzinkte Ankerschienen oberflächenbündig eingegossen.

Die Belüftung erfolgt durch Lüfterelemente im Bereich der Einstiegsöffnung (Zuluft) sowie durch über den Transformatoren angeordnete Lüftungsdomen (Abluft). Die Lüftergrößen wurden entsprechend der Verlustleistungen der eingesetzten Transformatoren dimensioniert. Sämtliche Lüftungen sind stochersicher ausgeführt und bieten Schutz vor dem Eindringen von Insekten, Kleintieren, Regen oder Schnee.

Für die Druckentlastung im Störfall ist eine sich selbständig öffnende Druckentlastungskuppel im Dachbereich vorgesehen.

Die Zugangsöffnung wird aus Aluminium gefertigt. Sie schützt das Technikgebäude zuverlässig vor gewaltsamem Eindringen sowie hält sicher größeren Druckbeanspruchungen bei technischen Störfällen (Lichtbogen) stand.

Das Gebäude erhält an den Außenwänden wasser- und gasdicht verschließbare Kabeldurchführungen.

Die Schaltanlagen werden auf einem Doppelboden errichtet. Die Doppelbodenkonstruktion wird bündig mit den Türschwellenoberkanten abgeschlossen und entsprechend der vorgesehenen Schaltanlage aufgebaut. Für die MS- und GS-Schaltanlagen und die Gleichrichter werden entsprechende Rahmenkonstruktionen aufgebaut, auf die die Schaltanlagen isoliert montiert werden können. Die Ortssteuer- /Eigenbedarfsschränke werden ebenfalls auf Rahmen gesetzt. Der Doppelboden wird entsprechend der notwendigen Kabelführung ausgeschnitten.

Die Traforäume erhalten Fahrspurträger aus Stahl mit Gitterrosten als Laufbühnen.

Die Sanitäreanlage besteht aus einem WC und einem Waschbecken. Die Raumgröße wurde optimiert für die Anforderungen der technischen Anlagen ausgelegt.

4 Technische Ausrüstung

Die technischen Anlagen werden entsprechend Anlage 22 Blatt 1 in den Baukörper integriert. Die Ansichten der Mittelspannungs-, Gleichspannungs- und Eigenbedarfsanlage sind in den Anlagen 22 Blatt 2 bis Blatt 4 dargestellt.

4.1 Mittelspannungsanlage

Die Mittelspannungsschaltanlage wird als 10-kV-Schaltanlage in SF6-Isolierung geplant. Lediglich das Meßfeld wird in Luftisolierung ausgeführt. Die Anlage für Wandaufstellung ist mehrfeldrig, anreihbar sowie typgeprüft.

Die Schaltanlage wird mit folgenden technischen Parametern geplant:

- Nennspannung: 10 kV
- Isolationspegel nach Liste 2
- Nenn-Stehblitzstoßspannung: 75 kV
- Nenn-Stehwechselspannung: 28 kV
- Frequenz: 50 Hz
- Nenn-Stoßstrom: 40 kA
- Nenn-Kurzzeitstrom 3s: 16 kA
- Nennstrom Sammelschiene: 630 A
- Hilfsspannung: 60 V DC

Die Schaltanlage besteht aus folgenden Schaltfeldern:

- 2 Ringkabelfelder mit Lasttrennschalter und Erdungsschalter zur Kabelerdung für die Einspeisung des Versorgungsnetzbetreibers in die Mittelspannungsschaltanlage
- 1 Übergabeschaltfeld mit Leistungsschalter und Erdungsschalter
- 1 Messfeld mit Strom- und Spannungswandlern zur Verrechnungsmessung
- 2 Trafo-Abgangsfelder für Bahnstromtransformatoren mit Leistungsschaltern und Erdungsschaltern
- 1 Trafo-Abgangsfeld für die Eigenbedarfsanlage des GUW

4.2 Transformatoren

4.2.1 Bahnstrom-Transformatoren

Die Bahnstrom-Transformatoren werden als Trocken-Transformatoren für Innenraumaufstellung geplant. Die Transformatoren sind geeignet zum Anschluss von 6-Puls-Gleichrichtern. Sie besitzen eine zweite Anzapfung für die geplante 750-V-Umstellung. Die Transformatoren werden in jeweils eigener Trafозelle auf Laufschiene mit folgenden technischen Parametern installiert:

- Leistung: 1250/1500 kVA
- Bemessungsspannung: 10 kV / 480 V / 605 V
- Frequenz: 50 Hz
- Schaltgruppe: Dyn5 und Yyn0
- Kühlungsart: AN
- Kurzschlussspannung: 6 / 6,5%
- 12kV-Isolationpegel:
 - 50 kV-Bemessungs-Steh-Wechselspannung
 - 125 kV-Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung

4.2.2 Eigenbedarfs-Transformator

Zur Versorgung des Gleichrichterunterwerkes mit Niederspannung wird ein Eigenbedarfstransformator mit folgenden technischen Parametern vorgesehen:

- Leistung: 100 kVA
- Bemessungsspannung: 10 kV / 400 V
- Frequenz: 50 Hz
- Schaltgruppe: Dyn5
- Kühlungsart: AN
- Kurzschlussspannung: 4%
- 12kV-Isolationpegel:
 - 50 kV-Bemessungs-Steh-Wechselspannung
 - 125 kV-Bemessungs-Steh-Blitzstoßspannung

4.3 Bahnstromgleichrichter

Als Bahnstromgleichrichter kommen selbstgekühlte ungesteuerte 6-Puls-Gleichrichter mit Siliziumdioden zum Einsatz. Sie gewährleisten bei den unterschiedlich vorgesehenen Transformatorenschaltgruppen einen Pseudo-12-Puls-Betrieb an der Gleichstrom-Sammelschiene.

Die Bahnstromgleichrichter besitzen folgende technische Parameter:

- Eingang:
 - 6-pulsige Drehstrombrücke
 - 750 V AC-Bemessungsspannung
 - 50 Hz-Nennfrequenz
- Ausgang:
 - 1000 V DC (für Rückspeise/Bremsspannung bemessen)
 - 890 V DC - Maximale Leerlaufspannung
 - 2350 A DC
- Belastungsklasse V nach EN 60146-1-1

4.4 Bahnstromschaltanlage

Die Bahnstromschaltanlage wird als mehrfeldrige fabrikfertige 1-kV-Schaltanlage für Innenraumaufstellung ausgebildet. Die stahlblechgekapselte Schaltanlage wird mit einer verzinkten Rahmenkonstruktion ausgeführt. Sie wird isoliert auf einem im Doppelboden eingelassenen Grundrahmen aufgebaut. Die Aufstellung der Schaltanlage erfolgt nach den Angaben im Raumaufstellplan.

Die Anlage wird mit folgenden technischen Parametern geplant:

- Bemessungsspannung: 1000 V DC
- Max. Lichtbogenspannung: 1500 V DC
- Prüfspannung: 5000 V
- Nennstrom: 5000 A
- Kurzzeitstrom 2 h: 7500 A
- Kurzzeitstrom 1 min: 10000 A
- Hilfsspannung: 60 V DC

Die Bahnstromschaltanlage wird aus nachfolgenden Schaltfeldern aufgebaut:

- 1 Einspeisefeld zur Einspeisung der Gleichrichter auf die Plus-Sammelschiene der Bahnstromschaltanlage
- 1 Rückleiterfeld zum Auflegen und Messen der von der Fahrschiene kommenden Rückleiterkabel
- 4 Streckenschaltfelder mit GS-Leistungsschalter und Umgehungstrenner zur Versorgung der Speisebereiche
- 1 Umgehungsschaltfeld mit GS-Leistungsschalter zur Versorgung der Speisebereiche nach Ausfall eines Streckenschaltfeldes

4.5 Eigenbedarfsanlage

Die Eigenbedarfsanlage wird über einen entsprechenden Eigenbedarfstransformator versorgt. Des Weiteren kann die Eigenbedarfsanlage über einen zusätzlichen 0,4 kV-Hausanschluss eingespeist werden.

Hierüber werden folgende Verbraucher versorgt:

- Normalbeleuchtung
- Heizung und Frostschutzeinrichtung
- Steckdosenstromkreise 16A/230V, 32A/400V, 64A/400V
- Einspeisung für die 60-V-GS-Hilfsspannungs-Erzeugung

Als Steuer- und Meldespannung wird für das Gleichrichterunterwerk einschließlich der Niederspannungshauptverteilung eine batteriegepufferte 60-V-Gleichspannung verwendet (100Ah, 10-stündig). Die Batterie wird mit zugehörigem Ladegerät in einem geschlossenen Schrankgehäuse montiert.

Des Weiteren werden über die 60-V-Ebene die Notbeleuchtung, die Brandmeldeanlage sowie eine Gaswarnanlage versorgt.

Zusätzlich zur 60-V-Ebene wird eine 24-V-Gleichspannungs-Ebene zur Versorgung von speicherprogrammierbaren Steuerungen sowie einiger Antriebe gebildet. Die 24-V-Gleichspannungsebene wird durch die 60-V-Gleichspannung gepuffert, so dass bei Ausfall der Mittelspannung und des 400-V-Ortsnetzes weiterhin Schalthandlungen möglich sind.

4.6 Steuer- und Fernwirkeinrichtung

Aus dem Gleichrichterunterwerk werden alle für den Betrieb der Schaltanlagen erforderlichen Befehle, Meldungen und Messwerte über eine örtliche Steuerung (ZSPS) und eine nachgeschaltete Fernwirk-SPS an die Schaltwarte übertragen. Hierin eingeschlossen sind die Mittelspannungs-Schaltfelder, die Transformatoren, die Gleichrichter, die Bahnstromschaltanlage sowie die Außenanlagen (Speise- und Kuppelschalter, Potenzialschutzüberwachungen).

Die Übertragung von Meldungen, Steuerbefehlen und Messgrößen aus den GS-Streckenfeldern erfolgt über BUS-Technik in die zentrale SPS. Zwischen diesen Anlagen erfolgt die Datenübertragung über LWL.

Die Warn- und Störmeldungen aus dem Gleichrichterunterwerk und den Außenanlagen werden sowohl fernübertragen als auch vor Ort angezeigt und gespeichert.

4.7 Brandmeldeanlage

Zur Schadensbegrenzung im Brandfall wird eine Brandmeldeanlage vorgesehen. Mittels OT-Brandmeldern (optisch-thermisch) werden hiermit der Schaltanlagenraum, der Kabelkeller sowie die Trafoboxen überwacht. Die Brandmeldeanlage wird drahtbruchsicher und hardwaremäßig mit der Master-SPS der Gesamtanlage verbunden, wobei die SPS nur die Aufgabe der Meldung übernimmt. Die Anlage entspricht den aktuellen DIN-Vorschriften und VdS-Richtlinien. Jedes Bauteil ist hierbei vom VdS anerkannt.

Die Brandmeldeanlage liefert folgende Meldungen an die Leitstelle:

- Störung Brandmeldeanlage
- Warnung (bei 1 Rauchmelder)

4.8 Schutzkonzept

Die 10-kV-Leistungsschalter in den Trafo-Abgangsfeldern sind unmittelbar in das Schutz- und Steuerkonzept des Gleichrichterunterwerkes eingebunden. Die Verriegelungen der Bahnstromschaltanlage, der Trafoschutz sowie der Gerüstschlusschutz wirken direkt auf diese Schalter.

Die Transformatoren werden zum Schutz gegen innere Fehler bzw. gegen Überlastung mit einer Temperaturüberwachung versehen (Warnung und Auslösung). Der Überlast- und Kurzschlusschutz wird über ein Bimetall- und ein Überstromrelais (verzögert und unverzögert) im Abgangsfeld der Mittelspannungsschaltanlage realisiert. Die Einstellung des Bimetalls wird durch Kalibrierung auf einen in der Kennlinie des Herstellers enthaltenen Betriebspunkt vorgenommen.

Die Dioden der Gleichrichter werden über Sicherungen geschützt. Bei Ausfall einer Diode wird eine Warnmeldung abgesetzt, bei Ausfall einer weiteren Diode erfolgt eine Auslösung des vorgelagerten MS-Leistungsschalters.

Die Gleichstromschnellschalter in den Streckenfeldern sind mit einem statischen Auslöser ausgerüstet, der bei Überschreitung des eingestellten Stromwertes den Schalter auslöst. Weiterhin können über das in jedem Streckenfeld eingebaute digitale Bahnschutzgerät folgende Situationen bzw. Anlagenteile überwacht werden:

- Stromanstieg (di/dt)
- Fahrleitungstemperatur (über hinterlegte, der Fahrleitungsbauart zugeordnete Erwärmungskurven entsprechend der aktuellen Strombelastung)
- Kabelüberwachung beider paralleler Speisekabel auf Isolationsdefekte

Die digitalen Bahnschutzgeräte verfügen weiterhin über eine Streckenprüf- und Wiedereinschaltautomatik. Diese Vorrichtung prüft vor dem Zuschalten des Streckenschalters die Kurzschlussfreiheit des Streckenabschnittes und verhindert weiterhin das Wiedereinschalten bei einem bestehenden Fehler nach Auslösung des Streckenschalters. Die Streckenprüf- und Wiedereinschaltvorrichtung ist so eingerichtet, dass nach dem Auslösen eines Streckenschalters maximal fünfmal zum Zweck des selbsttätigen Wiedereinschaltens der Streckenwiderstand geprüft wird. Nach fünfmaligem erfolglosen Aufprüfen erfolgt die Meldung „Streckenkurzschluss“, der Schalter wird blockiert und kann nur noch vor Ort oder durch den Schaltwärter eingeschaltet werden. Die genaue Einstellung der Schutzeinrichtungen wird nach den jeweiligen Betriebsbedingungen und Streckendaten vorgenommen.

Der Kabelschutz wird wie folgt realisiert:

- Schirmüberwachung zur Prüfung der Isolationsstrecken Leiter-Schirm und Schirm-Erde sowie Prüfung auf Schirmunterbrechung

4.9 Verriegelungen und Mitnahmen

Folgende Verriegelungs- und Mitnahmebedingungen werden realisiert:

Mittelspannungsschaltanlage SF6-isoliert:

- Der Dreistellungsschalter in den Leistungsschalterfeldern kann nur bei ausgeschaltetem MS-Leistungsschalter betätigt werden.

Gleichspannungsschaltanlage:

- Der GS-Schnellschalter kann nur bei einer definierten Stellung des GS-Schaltwagens geschaltet werden.
- Bei eingeschaltetem GS-Schnellschalter kann der Schaltwagen nicht verfahren werden.
- Die Entnahme des Schaltwagens kann nur bei abgezogenem Steuerstecker erfolgen.
- Der Plus-Trenner kann nur bei geschlossenem zugehörigem Minustrenner geschlossen werden.

- Der Minus-Trenner kann nur bei geöffnetem zugehörigem Plustrenner geöffnet werden.
- Im Streckenabgangsfeld besteht zwischen den Kabeltrennern und dem vorgeordneten Gleichstromschnellschalter eine Verriegelung. Die Kabeltrenner sind zum GS-Schnellschalter voreilend verriegelt.
- Die Umgehungstrenner können nur bei ausgeschaltetem Strecken-Schnellschalter und Umgehungs-Schnellschalter betätigt werden.
- Bei eingeschaltetem Umgehungstrenner und eingefahrenem Schaltwagen kann der Strecken-Schnellschalter nicht eingeschaltet werden.
- Bei händischer Betätigung des Umgehungstrenners erfolgt eine Auslösung des Umgehungs-Schnellschalters und des Strecken-Schnellschalters.
- Nach Einschaltung eines Umgehungstrenners können keine weiteren Umgehungstrenner zugeschaltet werden.

Anlagenübergreifend:

- Die Plus- und Minustrenner können nur bei ausgeschaltetem MS-Leistungsschalter geschaltet werden. Eine Handbetätigung dieser Schalter ist bei eingeschaltetem MS-Leistungsschalter über Sperrmagnete verriegelt.
- Bei EVU-seitigem Ausfall der Mittelspannung werden alle eingeschalteten Streckenschalter ausgeschaltet.
- Der AUS-Befehl vor Ort muss auch bei Schalterstellung „Fernsteuerung“ möglich sein, bei Schalterstellung „Ortssteuerung“ ist jedoch von der Schaltwarte keinerlei Schalthandlung möglich.
- Die Schalthandlung GEFAHR-AUS bewirkt ein Ausschalten der Bahnstromtrafos und sämtlicher Streckenschalter.

4.10 Erdungsanlage

Alle zur Mittelspannungsschaltanlage gehörenden Anlagenteile, Schalt- und Steuerschränke, die nicht zur Bahnstromschaltanlage gehören, sowie zum Baukörper gehörende elektrisch leitfähige Teile, werden über eine Potenzialausgleichschiene geerdet (über Tiefenerder und Fundamenterder). Die Stationserdung (Tiefenerder, Fundamenterder) des Gleichrichterunterwerkes wird als Schutzerder ausgeführt. Ein Erdungswiderstand von 2 Ohm ist gemäß VDV 525/550 erforderlich.

Die Gleichrichter und die Bahnstromschaltanlage werden isoliert aufgestellt und über ein Gerüstschlusschutzrelais (G-Schutz Strom) an den Potenzialausgleich angeschlossen.

Die Potenzialüberwachung zwischen Rückleitung und Gebäudeerde (G-Schutz Spannung) bewirkt eine Warnmeldung (Stufe 1) sowie eine Auslösung des MS-Leistungsschalters (Stufe 2).

5 Kabelanlage

Es ist geplant, die Anschlussverkabelung (Bahnstrom) für das neu zu errichtende G UW Hellestraße über die Südseite des Gebäudes einzuführen. Das Einschleifen der 10 kV-Kabel der Städtischen Werke Magdeburg GmbH & Co.KG (SWM) in das G UW soll über die Ostseite erfolgen.

Die Speisung der einzelnen Streckenabschnitte erfolgt einseitig. Die Speiseabschnitte werden entsprechend der Anlage 22 Blatt 5 ausgeführt. Für die Einspeisung HEL SS03 werden die vorhandenen GS-Kabel auf der Ostseite der Leipziger Straße genutzt. Die Querung wird in geschlossener Bauweise durchgeführt. Für die Einspeisungen HEL SS04 und SS02 wird eine neue Kabeltrasse auf der Westseite der Leipziger Straße und für HEL SS01 auf der Südseite der Halberstädter Straße hergestellt. Für die Rückleiteranschlüsse im Bereich Leipziger Straße / Hellestraße auf der Westseite und Halberstädter Straße Höhe Sudenburger Wuhne auf der Südseite werden jeweils halbseitige Straßen- und Gleisquerung durchgeführt.

Die Verlegung der Steuerkabel für die Ansteuerung der Schalterfernantriebe der Kuppel- und Trennschalter ist in Kabelschutzrohrtrassen vorgesehen. Freie Kapazitäten der vorhandenen Kabelschutzrohranlagen der MVB werden vorab geprüft. Ggf. ist die Schutzrohrtrasse entsprechend zu erweitern.

6 Netzkonzept

Die bestehende Netzdimensionierung wurde auf Grundlage des vorgesehenen Neubaus des G UW Hellestraße untersucht. Grundlage hierfür ist der geplante Streckenplan Anlage 22 Blatt 5. Die sich hieraus ergebenden Speisebereiche sind in Anlage 22 Blatt 6 dargestellt.

Nach Besichtigung der Streckenabschnitte vor Ort mit den derzeitigen baulichen Verhältnissen sind in Bezug auf die geplanten neuen Speisebereiche folgende Umbauten erforderlich:

6.1 Halberstädter Straße Streckenabschnitt HEL SS01

6.1.1 Derzeitiger Zustand

Die Versorgung des Streckenabschnittes Halberstädter Straße bis Höhe Barmer, stadtauswärts, erfolgt über das G UW Geißlerstraße (Einspeisung GEI SS01 in der Leipziger Straße stadteinwärts, Höhe Haltestelle Leipziger/Halberstädter Str.). Der Kuppelschalter zur Trennung der Strecken GEI SS01 und CON SS02 befindet sich in der Halberstädter Str. Höhe Sudenburger Wuhne.

6.1.2 Geplante Variante

Die Versorgung des Streckenabschnittes SS01 Halberstädter Straße erfolgt über das G UW Hellestraße (Einspeisung HEL SS01 Halberstädter Str. Höhe Sudenburger Wuhne). Der bestehende Kuppelschalter KS 12 Halberstädter Str., Höhe Sudenburger Wuhne wird zur Trennung der Strecken HEL SS02 und HEL SS01 genutzt. Die Strecke HEL SS01 speist den Bereich Halberstädter Straße bis zum Kuppelschalter KOB KS81 Halberstädter Str. Höhe Autohaus Dürkop. Die Standorte der bestehenden Kuppelschalter zur Trennung der benachbarten Streckenabschnitte werden weiter genutzt und die entsprechenden Bauteile im Bestand erneuert.

6.2 Leipziger Straße Streckenabschnitt HEL SS02

6.2.1 Derzeitiger Zustand

Die Versorgung des Streckenabschnittes erfolgt über das G UW Hasselbachplatz (Einspeisung HAS SS01 in der Leipziger Straße stadteinwärts, Höhe Haltestelle Leipziger/Halberstädter Str.). Am gleichen Mastpaar befindet sich der Streckentrenner zur Trennung zum benachbarten Streckenabschnitt, der vom G UW Wiener Straße WIE SS03 gespeist wird.

6.2.2 Geplante Variante

Die Versorgung des Knotenpunkts Leipziger/Halberstädter Straße erfolgt über das neu zu errichtende G UW Hellestraße (Einspeisung HEL SS02 in der Leipziger Straße stadteinwärts, Höhe Haltestelle Leipziger/Halberstädter Str.). Der bisherige Kuppelschalter wird weiterhin genutzt zur Trennung des Streckenabschnittes HEL SS02 Knotenpunktes Leipziger / Halberstädter Straße und des Streckenabschnitts HEL SS04, Leipziger Str. bis Höhe Leipziger Str./Klinkebrücke. Weitere Trennungen zu den Nachbarstrecken Halberstädter Straße und Hallische Straße erfolgen durch die Kuppelschalter HEL KS12 bzw. HEL KS23. Die Ansteuerung der aufgeführten Kuppelschalter wird dem G UW Hellestraße zugeordnet.

In unmittelbarer Nähe werden die oberirdischen Kabelverteilerschränke (OKV) für die Einspeisung positioniert.

6.2.3 Besonderheiten

Für Errichtung der Einspeisung HEL SS04 auf der Verspannung der Einspeisung HEL SS02 wird nach Prüfung der Statik ein neues Mastpaar inkl. Querverspannung errichtet. Die vorhandenen Kuppelschalter müssen erneuert werden.

6.3 Halberstädter Straße Streckenabschnitt HEL SS03

6.3.1 Derzeitiger Zustand

Die Versorgung des Streckenabschnittes Hallische Straße erfolgt über das GUV Hasselbachplatz Einspeisung SS2.1 und SS2.2. Die OKVs der beiden Einspeisepunkte sind mit Kuppelkabeln verbunden, sodass eine zweiseitige Speisung des Streckenabschnitts erfolgt. Der Kuppelschalter zur Trennung der Strecken HAS SS01/SS02 und HAS SS05/SS02 befinden sich in der Hallischen Straße /Höhe Carl-Miller Straße und in der Hallischen Straße Höhe Bahnhofstraße.

6.3.2 Geplante Variante

Die Versorgung des Streckenabschnittes Hallische Straße erfolgt über das GUV Hellestraße (Einspeisung HEL SS03 Höhe Platz des 17. Juni). Die Standorte der bestehenden Kuppelschalter zur Trennung der benachbarten Streckenabschnitte werden weiter genutzt und die entsprechenden Bauteile im Bestand erneuert.

6.4 Leipziger Straße Streckenabschnitt HEL SS04

6.4.1 Derzeitiger Zustand

Die Versorgung des Streckenabschnittes erfolgt über das GUV WIE SS03. Der Streckenabschnitt endet in der Leipziger Straße stadteinwärts, Höhe Haltestelle Leipziger/Halberstädter Str.

6.4.2 Geplante Variante

Die Versorgung des Streckenabschnittes Haltestelle Leipziger/Halberstädter Str. bis zum Mastpaar vor der Klinkebrücke stadtauswärts erfolgt durch das GUV Hellestraße (Einspeisung HELSS04 an der Leipziger Str. stadteinwärts, Höhe Haltestelle Leipziger/Halberstädter Str.). In unmittelbarer Nähe des vorhandenen oberirdischen Kabelverteilerschranks (OKV) für die Einspeisung HEL SS02 ist ein weiterer OKV für die

HEL SS04 zu errichten. Der Kuppelschalter WIE43 trennt die Strecken HEL SS04 und WIE SS03 und wird an der Leipziger Straße Nähe Klinkebrücke an einer vorhandenen Querverspannung der Fahrleitungsanlage neu aufgebaut. In unmittelbarer Nähe ist ein oberirdischer Kabelverteilerschrank (OKV) für die Rückleiter zu positionieren.

6.5 Übergangsmaßnahmen

Für den Zeitraum des Neubaus des G UW Hellestraße wird die Einspeisung der Streckenabschnitte wie gegenwärtig durch die benachbarten Gleichrichterunterwerke vorgesehen.

Das G UW Hellestraße wird ohne Unterbrechung der Stromversorgung errichtet. Nach Inbetriebsetzung der neuen Schaltanlagen werden die einzelnen Streckenabschnitte wie zuvor beschrieben auf das G UW Hellestraße umgeschaltet.

7 Netzberechnung

Der geplante Neubau des G UW Hellestraße wurde hinsichtlich der Spannungshaltung und Kurzschlussverhältnisse in den gespeisten Streckenabschnitten überprüft.

Als Berechnungsgrundlage wurden folgende Parameter verwendet:

Elektrische Daten:

- min. Fahrleitungsspannung: 450 V
- Sammelschienenspannung im G UW : 680 V

Streckendaten:

- festgelegte Versorgungsbereiche der Strecken HEL SS01 bis SS04
- Fahrschiene S49 bzw. Ri60 mit 15% Abnutzung, 45°C Schienentemperatur und Verwendung aller parallelen Schienen als wirksamer Rückleiter
- Fahrdraht AC-100 CuAg0,1 (RiS 100) mit 20% Abnutzung und 50°C Leitertemperatur
- Tragseil 120mm² Cu (Es wird davon ausgegangen, dass bis zur Inbetriebnahme des G UW HEL die betreffenden Speisebereiche mit einer Hochkettenfahrleitung ausgerüstet worden sind.)
- Elektrische Verbindung von parallelen Kettenwerken

- Speisekabel 2 x 400 mm² Cu (GUW -> OKV) pro Speisepunkt mit 20°C Leitertemperatur
- Speisekabel 2 x 300 mm² Cu (OKV -> Mast) pro Speisepunkt mit 20°C Leitertemperatur
- Speisekabel 4 x 120 mm² Cu (Mast -> Kettenwerk) pro Speisepunkt mit 20°C Leitertemperatur
- Rückleiterkabel 2 x 400 mm² Cu (GUW -> OKV) pro Rückleiteranschlusspunkt mit 20°C Leitertemperatur
- Rückleiterkabel 8 x 150 mm² Cu (OKV -> Fahrschiene) pro Rückleiteranschlusspunkt mit 20°C Leitertemperatur

Fahrzeugdaten:

- max. Anfahrstrom (incl. Nebenbetriebe) je Fahrzeug: 966 A
- durchschnittliche Fahrzeuggeschwindigkeit: 25 km/h

Betriebsdaten:

- voraussichtliche Inbetriebnahme des GUW's Anfang 2025, einschließlich des ab diesem Zeitpunkt geltenden Fahrplans (Linienzahl, Taktzeiten)

Für die Ermittlung der elektrischen Daten und der entsprechenden Grenzwerte wird von einem Netz ausgegangen, das sich auf die Richtlinien des VDV sowie die gültigen VDE-Normen bezieht.

Die Streckendaten sind den von den MVB bereitgestellten Daten entnommen.

7.1 Streckenabschnitt SS01

Die Versorgung des Streckenabschnittes SS01 mit einer Länge von 320m, erfolgt über die Einspeisung ES01 in der Halberstädter Straße Höhe Sudenburger Wuhne. Die Entfernung der Einspeisung vom GUW beträgt ca. 175m. Die benachbarten Streckenabschnitte werden durch die Kuppelschalter KS81 und KS12 getrennt. Der Streckenabschnitt wird von einer Linie im 10-Minutentakt befahren.

Im Normalbetrieb können sich bis zu zwei Fahrzeuge gleichzeitig in dem Streckenabschnitt befinden. Für diesen Fall ist die Netzdimensionierung im Hinblick auf das Verhältnis von Betriebs- und Kurzschlussströmen sowie der Mindestspannung am Stromabnehmer so ausgelegt, dass ein sicherer Fahrbetrieb gewährleistet ist.

Es sind weiterhin genügend Reserven vorhanden, dass auch ein Betrieb bei Sonder- und Umleitungsverkehr mit erhöhtem Verkehrsaufkommen von acht Fahrzeugen (Berechnungsende) im Streckenabschnitt möglich ist. Das empfohlene Verhältnis von Betriebs- zu Kurzschlussströmen wird bei acht Fahrzeugen im Streckenabschnitt eingehalten.

7.2 Streckenabschnitt SS02

An diesem Knotenpunkt werden aus zwei unterschiedlichen Stadtteilen mehrere Linien auf einer gemeinsamen Fahrstrecke in die Innenstadt geführt. Die Entfernung der Einspeisung der Strecke HEL SS02 vom GUW beträgt ca. 70m. Die benachbarten Streckenabschnitte werden durch die Kuppelschalter KS12, KS23 und KS24 getrennt. Der Streckenabschnitt wird von drei Linien jeweils im 10-Minutentakt befahren.

Im Normalbetrieb können sich bis zu vier Fahrzeuge gleichzeitig in dem Streckenabschnitt befinden. Für diesen Fall ist die Netzdimensionierung im Hinblick auf das Verhältnis von Betriebs- und Kurzschlussströmen sowie der Mindestspannung am Stromabnehmer so ausgelegt, dass ein sicherer Fahrbetrieb gewährleistet ist.

Es sind weiterhin genügend Reserven vorhanden, dass auch ein Betrieb bei Sonder- und Umleitungsverkehr mit erhöhtem Verkehrsaufkommen von acht Fahrzeugen (Berechnungsende) im Streckenabschnitt möglich ist. Das empfohlene Verhältnis von Betriebs- zu Kurzschlussströmen wird bei acht Fahrzeugen im Streckenabschnitt eingehalten.

7.3 Streckenabschnitt SS03

Die Einspeisung des Streckenabschnitts befindet sich ca. 200m vom GUW entfernt an der Halberstädter Straße/ Platz des 17.Juni. Die benachbarten Streckenabschnitte werden durch die Kuppelschalter KS 23 und KS 31 getrennt. Der Streckenabschnitt wird von drei Linien jeweils im 10-Minutentakt befahren.

Im Normalbetrieb können sich bis zu zwei Fahrzeuge gleichzeitig in dem Streckenabschnitt befinden. Für diesen Fall ist die Netzdimensionierung im Hinblick auf das Verhältnis von Betriebs- und Kurzschlussströmen sowie der Mindestspannung am Stromabnehmer so ausgelegt, dass ein sicherer Fahrbetrieb gewährleistet ist.

Es sind weiterhin genügend Reserven vorhanden, dass auch ein Betrieb bei Sonder- und Umleitungsverkehr mit erhöhtem Verkehrsaufkommen von bis zu sieben Fahrzeugen im Streckenabschnitt möglich ist. Ab acht Fahrzeugen im Streckenabschnitt wird die Spannung am Stromabnehmer die geforderten 450 V unterschreiten. Das empfohlene Verhältnis von Betriebs- zu Kurzschlussströmen wird in allen Fällen eingehalten.

7.4 Streckenabschnitt SS04

Der Streckenabschnitt SS04 wird vom GUW HEL in einer Entfernung von ca. 70m an der Leipziger Straße gespeist. Die benachbarten Streckenabschnitte werden durch die Trenner KS24 und KS43 getrennt. Der Streckenabschnitt wird von zwei Linien jeweils im 10-Minutentakt befahren.

Im Normalbetrieb können sich bis zu zwei Fahrzeuge gleichzeitig in dem Streckenabschnitt befinden. Für diesen Fall ist die Netzdimensionierung im Hinblick auf das Verhältnis von Betriebs- und Kurzschlussströmen sowie der Mindestspannung am Stromabnehmer so ausgelegt, dass ein sicherer Fahrbetrieb gewährleistet ist.

Es sind weiterhin genügend Reserven vorhanden, dass auch ein Betrieb bei Sonder- und Umleitungsverkehr mit erhöhtem Verkehrsaufkommen von acht Fahrzeugen (Berechnungsende) im Streckenabschnitt möglich ist. Das empfohlene Verhältnis von Betriebs- zu Kurzschlussströmen wird in allen Fällen eingehalten.