

Gleichrichterunterwerk Paunsdorf

Los 2 – Technische Ausrüstung (GUW)

Baubeschreibung

Stand: 16.08.2024

Bauherr:



Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH

Georgiring 3
04103 Leipzig

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeine Beschreibung der Leistung.....	3
1.1 Auszuführende Leistungen.....	3
1.2 Hinweise zum Bestands-Gebäude und zum Neubau-Gebäude.....	4
1.3 Ausgeführte Vorarbeiten	39
2 Angaben zur Baustelle.....	41
2.1 Lage der Baustelle	41
2.2 Vorhandene öffentliche Verkehrswege	41
2.3 Zugänge, Zufahrten.....	41
2.4 Anschlussmöglichkeiten an Ver- und Entsorgungsleitungen	41
2.5 Anlieferung	42
2.6 Baustelleneinrichtung, Lager- und Arbeitsplätze	42
2.7 Baugrundverhältnisse	42
2.8 Schutz-Bereiche und –Objekte.....	42
2.9 Anlagen im Baubereich	43
3 Angaben zur Bauausführung	44
3.1 Besonderheiten der Bauausführung	44
3.2 Bauablauf zum GUW PAU	44
3.3 Wasserhaltung.....	50
3.4 Baustelleneinrichtung.....	50
3.5 Baubehelfe	50
3.6 Stoffe, Bauteile	50
3.7 Abfälle	50
3.8 Beweissicherung.....	51
3.9 Vermessungsleistungen	51
3.10 Sicherheits- und Gesundheitsschutz	51
4 Ausführungsunterlagen.....	52
4.1 Vom AG zur Verfügung gestellte Ausführungsunterlagen	52
4.2 Vom AN zu beschaffende Ausführungsunterlagen.....	52
5 Verzeichnis der Planungsgrundlagen.....	53
6 Abkürzungsverzeichnis.....	55

1 Allgemeine Beschreibung der Leistung

1.1 Auszuführende Leistungen

1.1.1 Aufgabenstellung

Grundlage der Planung ist die von der LVB übergebene Aufgabenstellung zur Umstellung des GUV Paunsdorf auf DC 750 V (/0-1/).

Für die geplante Umstellung der LVB-Stromversorgung auf DC 750 V muss die technische Ausrüstung des Gleichrichterunterwerkes (GUW) Paunsdorf (PAU), bestehend aus Transformatoren, Schaltanlagen, Peripherie, erneuert werden. Die Umrüstung des GUW auf die neue Technik soll mit möglichst geringen Einschränkungen des Straßenbahnverkehrs erfolgen. Ein zeitlich begrenzter Betrieb mit Nennspannung DC 600 V ist zu berücksichtigen. Bei der Dimensionierung der Technischen Ausrüstung ist die Aufgabenstellung der LVB zu berücksichtigen.

Die technische Ausrüstung ist in einem Gebäude in Stahlbeton-Skelettbauweise mit einer Grundfläche von ca. 12 m • 14 m untergebracht. Es erfolgt eine Weiternutzung des vorhandenen Gebäudes. Die Bausubstanz, aus dem Jahr 1991, ist anzupassen und teilweise zu erneuern.

Um den Straßenbahnbetrieb während der Bauzeit aufrecht erhalten zu können, wird in unmittelbarer Nähe des Gleichrichterunterwerkes ein transportables GUW (tGUW) aus den Beständen der Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH eingesetzt.

Das Speisekonzept und die Anordnung der Speiseabschnitte (Trenner, Einspeisepunkte in die Fahrleitung und Rückleiteranschlusspunkte) sollen gegenüber dem jetzigen Zustand nicht verändert werden. Die Speisung der Streckenabschnitte wird auch weiterhin einseitig erfolgen, ein Parallelbetrieb mit benachbarten Unterwerken ist derzeit nicht vorgesehen, darf aber durch die verwendete Technik für die Zukunft nicht ausgeschlossen sein.

Die vorhandene Außenverkabelung sowie die Medienanbindung werden dem Grunde nach weiter genutzt. Eine Anpassung der Kabelwege erfolgt dabei im Baubereich des Unterwerkes.

1.1.2 Art und Umfang

Diese Unterlage beinhaltet die Vergabeunterlage zu den elektrotechnischen Anlagen für den Umbau des Unterwerkes Paunsdorf inklusive temporärem Betrieb eines tGUW.

Die geplante Unterwerkstechnik beinhaltet alle benötigten elektrotechnischen Anlagen und Kabelanlagen innerhalb des Gebäudes. Die Modernisierung der Unterwerkstechnik beinhaltet alle zugehörigen Schaltanlagen und Kabelanlagen innerhalb des Gebäudes sowie die Erneuerung der Außenerdungsanlage. Die vorhandene Außenverkabelung sowie die Medienanbindung außerhalb des Unterwerksgeländes werden weiter genutzt. Es kommt zu Anpassungen in Lage und Anordnung der Medien im Baubereich des Unterwerksgeländes, im Umfeld des tGUW sowie in Bereich der Kabeltrassen.

Zur Sicherstellung des weiteren Straßenbahnbetriebs stellen während der Bauzeit die benachbarten Unterwerke GUW Stünz (SNZ) und GUW Kiebitzmark (KIE) einen Teil der erforderlichen Traktionsenergie bereit. Zudem kommt ein transportables Gleichrichterunterwerk (tGUW) zum Einsatz, welches über eine Transformator-Gleichrichter-Einheit mit zwei Streckenabgängen die Fahrleitungsbereiche der Riesaer Straße mit Betriebshof Paunsdorf und die Heiterblickstraße versorgt.

Nach der Umschaltung auf das benachbarte GUW sowie nach der Inbetriebnahme des tGUW erfolgen der Rückbau der elektrischen Anlagen, die bauliche Ertüchtigung des Gebäudes und der Aufbau der neuen elektrischen Anlagen.

Das Unterwerk erhält eine neue elektrische Ausrüstung, bestehend aus einer Mittelspannungsschaltanlage (MSA, SF6-frei), zwei Gleichrichtertransformatoren, zwei Gleichrichtern (GR) und

einem Rückleiterfeld, einer Gleichspannungsschaltanlage (GSA) sowie der zum Betrieb des GUV erforderlichen Peripherie wie Eigenbedarf (EB), Batterie und Ladegleichrichter, Fernwirkanlage und Gebäudeinstallation. Die Dimensionierung der Traktionsstromanlage erfolgt unter Berücksichtigung der zukünftigen Umstellung auf DC 750 V. Ein zeitlich begrenzter Betrieb mit Nennspannung DC 600 V ist zu berücksichtigen.

Die vorhandene Außenverkabelung sowie die Medienanbindung außerhalb des Unterwerk-Baubereiches werden weiter genutzt. Im Baubereich werden die Kabelanlagen und Medienanbindungen angepasst und neu ins Unterwerk eingebunden. Der Niederspannungsanschluss sowie der Frisch- und Abwasseranschluss innerhalb des Baubereiches sind komplett zu erneuern bzw. zu ertüchtigen.

Für die Schnittstellen zwischen den vorhandenen Bestandsanlagen und den neu zu verlegenden Kabelabschnitten sowie Medienanbindungen werden entsprechende Muffenfelder mit zuführenden Gräben angelegt (siehe Abschnitt 1.2.6).

Mit der schrittweisen Inbetriebsetzung der neuen Schaltanlagen im GUV werden auch die zugehörigen neuen Kabelanlagen vom tGUV an die Bestands-Kabelanlagen umgebunden und in Betrieb genommen (kurzzeitiger Parallelbetrieb GUV - tGUV). Abschließend wird das tGUV außer Betrieb genommen und das modernisierte GUV PAU in den Regelbetrieb überführt.

1.1.3 Allgemeines

Das Vorhaben beinhaltet den Umbau des Gleichrichterunterwerkes. Die Baumaßnahme ist in folgende Leistungen gegliedert:

- Los 1: Gebäude Hoch-/Tief- und Landschaftsbau, Kabeltiefbau
- Los 2: Technische Ausrüstung (Neubau ET-Anlagen, Rückbau ET-Anlagen)
- Los 3: Zusatzleistungen LVB (Montageleistungen TA, tGUV, Kabelanlagen, Entsorgung Öl-Transformatoren)

In dieser Baubeschreibung sind die Leistungen zum Los 2 enthalten.

1.2 Hinweise zum Bestandsgebäude und den Umbaumaßnahmen am Gebäude

1.2.1 Bestandsgebäude - Hochbau

1.2.1.1 Konstruktion

Das Gebäude wurde in Stahlbeton-Skelettbauweise errichtet und auf Streifen- und Köcherfundamenten gegründet.

Als Tragkonstruktion wurde ein Gerüst aus Stahlbetonstützen und Stahlbetonriegeln errichtet. An den Stützen wurden die Außenwand-Fertigteileplatten des Erdgeschosses (EG) montiert und auf die Riegel die VT-Falten-Deckenfertigteile aufgelegt. Die Innenwände wurden aus Mauerwerk errichtet. Die Innenwandflächen erhielten einen Glattputz. Außer an der Gebäudefront mit den Transformatorraumtüren (Nordseite) wurden Belichtungselemente (Fertigteil-Stahlbetonrahmen mit kleingliedrigen quadratischen Ornamentglas-Scheiben) angeordnet, sodass alle Räume mit Ausnahme der Transformatorräume eine natürliche Belichtung besitzen.

In die Außenwände des Schaltraumes wurden zwei durch Thermostate (in den Gleichrichtern) angesteuerte Ventilatoren eingebaut.

Den oberen Abschluss des Gebäudes bildet ein Pultdach aus Spannbeton-VT-Falten-Deckenfertigteilen, auf deren Oberseite eine Wärmedämmung sowie eine Bitumenbahnen-Abdichtung aufgebracht worden sind. Die VT-Falte vom Typ 18 ist ca. 2,40 m breit und ca. 66 cm hoch. Die

Dachentwässerung erfolgt über Einläufe an den Tiefpunkten der VT-Falten, welche wiederum in eine Hängerinne und weiter in ein Fallrohr entwässern. Letzteres mündet in eine Grundleitung.

Das Gebäude weist im Bereich des Schaltanlagenraumes und der drei Gleichrichter-Trafo Räume einen Kabelkeller unterhalb des Erdgeschosses auf, mit einer lichten Höhe von ca. 1,20 m bis 1,40 m. Dieser Kellerbereich dient als Installationsebene für die Kabelverlegung zwischen den einzelnen Anlagenteilen innerhalb des GUW. Der Keller wurde in Ortbetonbauweise errichtet. In die Kellerwände wurden die Köcherfundamente für die Stahlbetonstützen des Gebäudetragwerkes integriert. Der Kellerfußboden wird durch eine Ortbetonbodenplatte gebildet, die im Bereich der drei Gleichrichter-Transformatoren als Ölauffangwanne ausgeführt ist.

Der Schaltanlagenraumfußboden wurde durch eine Stahlprofilträgerkonstruktion mit gekanteten Stahlblech-Kassettenplatten als aufgeständerter Fußboden realisiert. In den Transformatorräumen bilden monolithische Stahlbetonplatten den Fußboden, in welchen je zwei Stahlprofile zur Einbringung und Aufstellung der Transformatoren integriert sind. Zählerraum, Batterieraum, WC, Vorraum und Werkstatt sind nicht unterkellert. Der Fußboden besteht in diesen Räumen aus einer Ortbetonbodenplatte.

Vor den Transformatorräumen des Gebäudes (Nordseite) sowie auf der Südseite am Schaltanlagenraum wurden Luftschächte mit Gitterrostabdeckung für die Luftzufuhr in die Räume errichtet. Die Abluftführung erfolgt über Lüftungsöffnungen in den Türen dieser Räume bzw. durch Ventilatoren. Die Luftschächte auf der Nordseite sind in ein Beton-Podest integriert, dass eine Aufstellung der Trafos vor den Räumen auf dem Höhengniveau der Räume ermöglicht.

Auf der Ostseite des Gebäudes befindet sich ebenfalls ein Zugangspodest mit Treppe aus Stahlbeton. Über dieses Podest ist ein direkter Zugang in den Schaltanlagenraum möglich.

Die Einführung der Kabel erfolgt im Bestand über Kabelformsteine in den Kelleraußenwänden auf der Süd- und Westseite. Die Formsteine wurden in die Kelleraußenwände einbetoniert. Die interne Kabelverlegung erfolgt vorrangig in der Ebene des Kabelkellers.

Als Außentüren wurden Stahlblechtüren eingebaut.

1.2.1.2 Gebäudegliederung

Erdgeschoss

- Zählerraum
- Batterieraum
- WC
- Vorraum
- drei Transformatorräume
- Werkstatt
- Schaltanlagenraum

Kellergeschoss

- Kabelkeller
- drei Transformatorzellenbereiche

1.2.1.3 Elektrotechnische Anlagen

Im Bestand sind im GUW folgende elektrotechnische Anlagen für die Bahnstromversorgung vorhanden:

- 3 GR-Transformatoren mit 1000 kVA und zugeordneten Gleichrichtereinheiten
- Gleichstromschaltanlage bestehend aus:
 - 8 Streckenzellen
 - 1 Schutzzeile (BE-Zelle)
 - 1 Rückleiterschrank (Minuspol)
- 9-feldrige MS-Schaltanlage
- 1 Eigenbedarfsschaltanlage GUV
- 1 Steuer-/Fernwirkanlage
- 1 Eigenbedarfstransformator 63 kVA
- 1 Ortsnetz-Trenntransformator
- 1 Niederspannungsverteilung
- 2 Rückleiterwiderstände

Weiterhin sind die einzelnen Räume mit Installationstechnik und Beleuchtung ausgestattet. Im Kellerbereich sind die Bahnstromkabelanlagen angeordnet.

1.2.2 Umbaumaßnahmen am Gebäude - Hochbau

1.2.2.1 Allgemeines

Der Unterwerksstandort befindet sich auf dem Flurstück Nr. 1077 der Gemarkung Paunsdorf.

Zugang und Zufahrt zum Grundstück sind von der Permoser Straße aus über das Flurstück Nr. 1076 der Netz-Leipzig auf der Nordseite des GUV-Geländes gegeben.

Die Medienschließung des Standortes ist durch die bisherige Nutzung grundsätzlich gegeben. Der TW-Anschluss ist ebenso wie das Ortsnetz im Zuge der Baumaßnahme zu erneuern.

Eine PKW-Stellfläche für das LVB-Personal bei Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen am GUV ist auf dem Grundstück vorhanden.

1.2.2.2 Gebäude

Die Umbaumaßnahmen erfolgen in mehreren Bauphasen „spannungsfrei“ nach dem Rückbau der elektrischen Anlagen. Die Losaufteilung der Maßnahme wird im Abschnitt 1.1.3 genauer beschrieben.

Das Gebäude wird durch die geplanten Umbaumaßnahmen in die folgenden sieben Räume gegliedert:

- WC,
- Werkstatt,
- 2 Gleichrichtertransformatorräume,
- EB-Transformatorraum und
- Schaltanlagenraum.

Unterhalb des Erdgeschosses ist in großen Teilen seiner Grundfläche ein Kriechkeller vorhanden, der als Installationsebene für Kabelanlagen (Kabelkeller) dient.

1.2.2.3 WC

Das neue WC wird durch eine Grundrissumgestaltung aus dem Zählerraum und einem Teil des Batterieraumes gebildet. Dazu müssen die in diesem Bereich vorhandenen Innenwände aus Mauerwerk einschließlich Türen abgebrochen und entsorgt werden. Die vorhandene Sanitäreinrichtung und –installation ist bis zu den Übergabeschächten zurückzubauen. Es ist eine neue Trockenbau-Innenwand zur zukünftigen Werkstatt (Südseite) zu errichten.

1.2.2.4 Werkstatt

Der neue Werkstatttraum wird durch eine Umgestaltung des Gebäudegrundrisses im Nordostbereich aus einem Teil des Batterieraumes, des ehemaligen WCs und des Vorraumes realisiert. Dazu sind die in diesem Bereich vorhandenen Innenwände aus Mauerwerk einschließlich der Türen abzubauen und zu entsorgen. Die Herstellung einer neuen Innenwand ist im Abschnitt WC beschrieben.

Gemäß Brandschutzkonzept /1-5/ bilden WC und Werkstatt einen separaten Brandabschnitt innerhalb des Gebäudes und sind von den angrenzenden Räumen des GUWs feuerbeständig abzutrennen. Alle Leitungsdurchführungen durch diese Abtrennung müssen mit Brandschotts ausgeführt werden.

1.2.2.5 Transformatorraum 1 und 2, EB-Transformatorraum

Die vorhandenen Stahltüren an den drei Räumen sind auszubauen und durch neue zweiflügelige, dreiteilige Aluminiumtüren zu ersetzen. Die Türen sind mit unten in den Türflügeln liegenden Lüftungsöffnungen auszustatten. Oberhalb der Türflügel ist ein für Wartungszwecke (Transformatoreinbau und -ausbau) demontierbares Lüftungselement vorzusehen. Die Gehflügel der Türen an den Transformatorräumen 1 und 2 sind dabei spiegelbildlich an der Unterspannungsseite der Trafos anzuordnen. Die neue Tür am EB- Transformatorraum erhält kleinere Lüftungselemente, die verschließbar sein müssen, da die Abwärmeleistung des EB-Transformators deutlich geringer ist als die der Gleichrichtertransformatoren.

Die Lüftungselemente sind mit Wetterschutzlamellen und Stocher-/Insektenschutz zu versehen und aus Aluminium, EV1, auszuführen.

Aufgrund des höheren Gewichtes der neuen GR-Transformatoren sind in den Transformatorräumen 1 und 2 die Aufstellschienen zu verstärken. Dazu sind unter den Auflagerpunkten der Transformatorrollen pro Schiene zwei Stützen aus verzinkten Stahl-Profilträgern einzubauen.

Im EB- Transformatorraum müssen die Transformator-Aufstellschienen nicht umgebaut werden.

1.2.2.6 Schaltanlagenraum und Kabelkeller

Der bestehende Zugang zum Schaltanlagenraum auf der Westseite wird zukünftig nicht mehr benötigt, da der Hauptzugang durch die Werkstatt erfolgt. Die vorhandene Außentür ist auszubauen und zu entsorgen und die Wandöffnung mit Mauerwerk zu verschließen.

Die Zugangstür auf der Ostseite soll erhalten bleiben, muss aber in der Lage versetzt werden, um die geplante Anlagenaufstellung an der südlichen Außenwand realisieren zu können. Zudem ist eine Vergrößerung des Zugangs in der Breite auf 1,60 m und der Höhe auf 2,50 m notwendig, da dieser zukünftig als Hauptzugang ins GUW für den Transport der technischen Ausrüstung genutzt werden soll.

Als neue Außentür ist eine zweiflügelige wärmegeämmte Aluminium-Tür mit Doppelschließsystem einzusetzen. In beiden Türflügeln sind oben und unten Lüftungsgitter mit starren Wetterschutzlamellen und Schiebeverschlüssen einzubauen (inkl. Stocher-/Insektenschutz), um eine Belüftung des Raumes zu ermöglichen. Alle Lüftungselemente sind mit Wetterschutzlamellen und Stocher-/Insektenschutz zu versehen und aus Aluminium, EV1, auszuführen. Die bisherige Türöffnung ist durch Mauerwerk zu schließen und raumseitig zu verputzen.

Der Fußboden (Decke über Kabelkeller) im Schaltanlagenraum ist vollständig zu erneuern. Dies ist notwendig, weil die Schaltschränke der elektrischen Anlagen komplett erneuert werden müssen. Die neuen Schaltschränke weisen andere Abmessungen auf, werden anders im Raum positioniert und benötigen andere Durchbrüche im Fußboden als der Bestand.

Der Kabelkeller ist über zwei Einstiege vom Schaltraum aus zugänglich.

1.2.2.7 Fußböden

An den Fußboden des Schaltraumes werden zur Aufstellung der Schaltanlagen hohe Anforderungen an die Ebenheit (Maßtoleranzen Anlagenrahmen: ± 1 mm/m und ± 2 mm auf gesamte Länge) gestellt.

Der Fußboden (Decke über Kabelkeller) im Schaltanlagenraum ist vollständig zu erneuern. Dies ist notwendig, weil die Schaltschränke der elektrischen Anlagen komplett erneuert werden müssen. Die neuen Schaltschränke weisen andere Abmessungen auf, werden anders im Raum positioniert und benötigen andere Durchbrüche im Fußboden als der Bestand.

Für die Errichtung des neuen Bodens ist der bestehende aufgeständerte Fußboden soweit zurückzubauen, dass nur noch die Haupttragkonstruktion (Stahlprofil-Träger) einschließlich der Stützen bestehen bleibt. Die verbleibende Stahlkonstruktion des Fußbodens ist zu entrostet und mit neuem Korrosionsschutz zu versehen. Nachfolgend sind zur Aufstellung der elektrischen Anlagen sowie für die Kellereinstiege Rahmenkonstruktionen aus Stahlprofilen einzubauen.

Die Fußböden in der Werkstatt und dem WC sind höhenmäßig an den Fußboden des Schaltanlagenraumes anzugleichen.

1.2.2.8 Kelleraußenwände und Bauwerksabdichtung

Die erdberührten Außenwandbereiche sind mit einer Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser in Kombination mit einer Bauwerksdrainage zu versehen.

Die vertikale Abdichtung der Kellerwände ist durch eine kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung PMBC mit einer Schutzschicht zu realisieren. Durchdringungen der Bauwerksabdichtung zum Einführen von Kabeln ins Gebäude sind mittels System-Einfach-Dichtpackungen auszuführen.

1.2.2.9 Beleuchtung

Zur künstlichen Belichtung werden in allen Räumen und im Kabelkeller Lichtbänder aus LED-Lampen angeordnet mit teilweise integrierter Notbeleuchtung.

Die Befestigung der Lampen erfolgt im Decken- oder Wandbereich.

1.2.2.10 Heizung

Als Grundheizung und zur Gewährleistung der Frostfreiheit sind elektrische Plattenheizkörper in Schaltanlagenraum, Werkstatt und WC anzubringen. Die vorhandenen mobilen Elektro-Heizlüfter werden je nach Zustand weiterhin für die kurzzeitige Erwärmung des Schaltanlagenraums bei Wartungs- und Reparaturarbeiten verwendet.

1.2.2.11 Berstschutz/Druckentlastung

In der Mittelspannungsschaltanlage (MSA) kann bei einem Fehlerfall ein Störlichtbogen entstehen, der einen Überdruck in der Anlage verursacht. Die Entlastung dieses Überdrucks erfolgt über ein in der Schaltanlage integriertes Entlastungs- und Ableitsystem. Dabei wird der Druck durch Rohrleitungen nach außen abgeführt. Auswirkungen auf das Gebäude entstehen dabei nicht.

Für die Rohre des Ableitsystem ist über dem Tor des Eigenbedarfstransformatorraumes (nördliche Außenwand) eine Öffnung herzustellen, damit diese bis zur Außenkante des Gebäudes geführt werden können. Den äußeren Abschluss der Rohre bildet eine systemzugehörige Klappe, die in der Wandöffnung zu befestigen ist.

1.2.3 Elektrotechnische Ausrüstung des Gleichrichterunterwerkes (Neubau-GUW)

1.2.3.1 Hinweise zur Auslegung und Dimensionierung der ET-Anlagen des GUW

Nach der VDI-Richtlinie 2058 Blatt 1 „Beurteilung von Lärm in der Nachbarschaft“ (Stand 09-1985) und der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm (Stand 08-1998) sind in Deutschland zumutbare Lärmpegel für verschiedene Orte und Tageszeiten definiert. Aufgrund des GUW-Standorts sind die Immissionsrichtwerte für ein allgemeines Mischgebiet anzusetzen, siehe Abschnitt 2.8.2. Die Einhaltung der Geräuschpegel ist im Zuge der Inbetriebsetzung nachzuweisen.

Das GUW muss die sich aus der 26. BImSchV (Stand 08-2013) ergebenden Forderungen hinsichtlich elektromagnetischer Felder erfüllen. Die Realisierung erfolgt durch die Schaffung optimierter Kabelwege der maßgebenden Niederspannungskabel und deren Anordnung im Inneren des Gebäudes (siehe Abschnitt 1.2.9). Eine Messung zum Nachweis der magnetischen Flussdichte um das GUW ist vor der Abnahme des Unterwerkes durchzuführen. Für diese Messung ist ein Zeitabschnitt mit erhöhter Belastung im Straßenbahnfahrplan auszuwählen. Die Anzahl der Messpunkte und der allgemeine Versuchsablauf sind vom Auftragnehmer darzulegen und mit dem Auftraggeber abzustimmen. Die Messung dient der Kontrolle der Einhaltung der gesetzlich geforderten Grenzwerte.

Im aktuellen Bestand wurden drei Gleichrichtertransformatoren mit einer Nennleistung von jeweils 1000 kVA installiert, welche insgesamt drei Gleichrichter mit jeweils 1000 A versorgen. Die elektrischen Anforderungen an die Gleichrichterunterwerke haben sich in den letzten Jahren grundlegend geändert. Um möglichen zukünftigen Belastungen im Straßenbahnnetz Rechnung zu tragen, werden im modernisierten Unterwerk zwei Gießharz-Gleichrichtertransformatoren mit einer Bemessungsleistung von jeweils 1860 kVA eingebaut, welche zwei Gleichrichter mit je 3000 A Basisstrom versorgen. Die Hauptsammelschiene der Gleichspannungsschaltanlage ist für einen Bemessungsstrom von 7500 A (Umgehungssammelschiene mit 3000 A) ausgelegt. Diese Werte gelten für den Betrieb mit DC 750 V, da zu einem späteren Zeitpunkt für alle Gleichrichterunterwerke der LVB eine Anhebung der Fahrleitungsspannung von DC 600 V auf DC 750 V erfolgen soll.

1.2.3.2 Elektrotechnische Hauptkomponenten

Die elektrischen Traktionsstromversorgungsanlagen des modernisierten GUW Paunsdorf bestehen aus folgenden zu installierenden elektrischen Hauptkomponenten:

- 8-feldrige Mittelspannungsschaltanlage
- 2x Gleichrichtertransformatoren
- 1x Eigenbedarfstransformator
- 2x Gleichrichter und 1x Rückleiter
- 10-feldrige Gleichspannungsschaltanlage (1x Streckenersatz/Umgehungsfeld, 1x Einspeisung, 8x Streckenabgang)
- Ortsnetztrenntransformator
- Eigenbedarfsanlage
- Batterieanlage
- Leit- und Fernwirktechnik

Die elektrotechnischen Anlagen sind gemäß dem Grundrissplan (siehe Unterlage 03_02_02) in den Räumen des G UW aufzustellen.

Die Abmessungen der elektrotechnischen Anlagen sind so gewählt, dass unabhängig des Herstellers alle erforderlichen Schaltanlagen im Schaltraum des Unterwerks aufgestellt werden können. Als Planungsgrundlage wurden die Schaltanlagen der Firma Siemens herangezogen, da Siemens aktuell die größten Abmaße der Schaltanlagenschränke für eine standardmäßige Gleichstromschaltanlage aufweist.

Alle im G UW einzubauenden Anlagenteile sind mit einem Schutzgrad IP 20 (entsprechend DIN EN 60529) zu errichten. Soweit möglich sind übliche Komponenten der Bahnenergieversorgungstechnik unter Berücksichtigung des aktuellen Standes der Technik einzusetzen. Es sind hier grundsätzlich SF₆-gasfreie Schaltmittel einzusetzen (ohne fluoridierte Treibhausgase (F-Gase), siehe auch /3-4/). Für die einzelnen Geräte und Komponenten sind die zugehörigen EU-Richtlinien einzuhalten und die Nachweise dem AG zu übergeben (Einarbeitung in Dokumentation).

1.2.3.3 Anbindung der Medien ans G UW

Der Standort des G UWs ist aufgrund der bisherigen Nutzung durch die vorhandenen Medien hinreichend erschlossen. An der derzeitigen Ver- und Entsorgungssituation des Grundstücks soll im Umfeld des Unterwerkes keine grundlegende Veränderung vorgenommen werden. Die innerhalb des Baubereiches vorhandenen Medien werden erneuert und an den angrenzenden vorhandenen Medienbestand angebunden.

Die Anbindung des modernisierten G UW PAU an das Mittelspannungsnetz der Leipziger Verkehrsbetriebe erfolgt über zwei Mittelspannungskabelsysteme, die im Bereich der Kabelkellerebene an der Westseite in das Gebäude eingeführt werden. Die Netzspannung im Mittelspannungsnetz beträgt 10 kV. Mit der Modernisierung des Unterwerkes sind ab der Muffengrube neue Mittelspannungskabel vom Typ NA2XS(F)2Y 3x 1x240mm² 6/10kV systemweise einzusetzen und ins Unterwerk zu führen. Die Einspeisung des Mittelspannungsnetzes der LVB erfolgt über die Netz Leipzig GmbH.

Die Anbindung des G UW an das Fahrleitungsnetz der Straßenbahn erfolgt über die Streckenschalter mit Schnellschalter und Gleichspannungskabel. Die Anbindung an die Rückleitung (Gleisanlage) erfolgt mit Gleichspannungskabel über das Rückleiterfeld. Für die Anbindung der im Bestand vorhandenen Rückleiterpunkte RP212 und RP213 sowie für den neu aufzubauenden Rückleiterpunkt RP219 kommen mit der Modernisierung neue Rückleiterwiderstände zum Einsatz.

Als Gleichspannungskabel (Speisung, Rückleitung) sind Kabel vom Typ NA2XS(F)2Y 1x500 mm² mit konzentrischem, längswasserdichtem Schirm entsprechend VDV-Schrift 515 einzusetzen. Die Kabelschirme der zur Speisung genutzten Gleichspannungskabel sind auf einen Schluss Schirm-Erde, Schirm-Leiter und Schirmunterbrechung zu überwachen.

Im Bestand ist ein Ortsnetzanschluss für das G UW PAU vorhanden, der aber von der Anschlussleistung für das modernisierte Unterwerk nicht ausreichend ist. Zum Start der Baumaßnahme soll ein neuer Ortsnetzanschluss hergestellt werden. Dazu wird am Zaun der westlichen Grundstückseite südlich vom Tor eine neue Zähleranschluss säule (ZAS) errichtet. Während der Baumaßnahme wird der Ortsnetzanschluss als Baustromanschluss sowie für die Niederspannungsversorgung des tG UW genutzt. Der neue Ortsnetzanschluss ist während der Bauzeit zu schützen.

Im G UW PAU ist ein Anschluss an das Netz der Telekom vorhanden. Während der Umbauphase und Außerbetriebnahme des Unterwerkes verbleibt der Telekomanschluss in Betrieb. Das Anschlusskabel wird nach außen verlegt und bis zum tG UW verlängert. Der Anschlusspunkt wird in das tG UW versetzt und dient für die bauzeitliche kommunikationstechnische Anbindung des tG UW (siehe Abschnitt 1.2.6.5.).

Im Zuge der Inbetriebnahme der Schaltanlagen im neuen G UW PAU hat zwischen dem Auftragnehmer der Montage der elektrotechnischen Anlagen (Los 3) eine Koordinierung und Abstimmung mit dem Auftraggeber und dem Auftragnehmer des Loses 2 (Lieferung der Anlagen) zu erfolgen.

Weiterhin muss eine Abstimmung des Auftragnehmers des Loses 3 in Bezug auf die notwendigen Kabeltiefbaumaßnahmen und den Kabelzug bis in G UW erfolgen.

Die Abstimmung zwischen den Auftragnehmern untereinander und dem Auftraggeber beinhaltet die Termine und Ausführungen zu den Kabelverlegungen vom Außenbereich bis ins Unterwerk zu den Schaltanlagen, die Kabelanbindungen an den Schaltanlagen sowie die Inbetriebnahme der Anlagen und Kabel.

Alle von außen neu in das Unterwerksgebäude führenden Kabelanlagen sind im Bereich des Kabelkellers möglichst parallel nebeneinander in das Gebäude einzuführen. Die Erreichbarkeit der Kabelanschlüsse zur Montage in den Anlagen sowie eine fachgerechte Verlegung aller Kabel sind durch entsprechende Anordnung von Kabelführungen und Kabelwegen zu gewährleisten.

Im G UW wird eine Datenkopplung eingerichtet. Die Verbindung RTU - ZSPS soll als Datenverbindung nach IEC 60870-5-104 hergestellt werden. Die Anbindung des G UW an die Leitstelle erfolgt nach IEC 60870-5-104. Die Übertragung erfolgt über eine Kommunikationsverbindung über das Kabelnetz der Netz Leipzig. Die Schnittstelle ist ein Wandschrank der Netz Leipzig, über den die Anbindung an die RTU erfolgt. Die Trennung der LVB-Datenverbindung vom Internet muss gewährleistet sein.

Derzeit ist ein Betrieb des G UW ohne Mitnahmeschutz vorgesehen. Die Ausführung der Anlagen hat jedoch so zu erfolgen, dass ein Nachrüsten der Bausteine des Mitnahmeschutzes, inklusive Befehlsverarbeitung und Leitungsanbindung, nachträglich möglich ist.

Die Integration des G UW in die Energieleitstelle erfolgt gesondert durch den Auftraggeber bzw. in dessen Auftrag.

1.2.3.4 Technische Daten der Gesamtanlage

Umweltbedingungen:

Das G UW wird unter folgenden Bedingungen (EN 50125-2, EN 50125-3) eingesetzt:

Höhe über dem Meeresspiegel Klasse A1

Klimaklasse T1

Technische Grunddaten:

Nennspannung (AC) 10 kV, Versorgung über Netz Leipzig

Nennspannung (DC) DC 600 V und 750 V, umklemmbar

Betriebsspannung nach EN 50163 geeignet für beide Nennspannungen

Isolationsspannung nach EN 50124

Schutzgrad IP20 (DIN EN 60529)

Belastung Belastungsklasse VI, nach EN 60146-1-1, EN 50328

1.2.3.5 Mittelspannungsschaltanlage

Die Mittelspannungsschaltanlage (MSA) übernimmt den Anschluss des Unterwerks an das LVB-eigene 10-kV-Mittelspannungsnetz, welches von der Netz Leipzig (NL) über die versorgereigene Schaltstelle Sst. 3500 und bedarfsweise über das Umspannwerk Lz Ost eingespeist wird. Die MSA des G UW Paunsdorf ist über den Mittelspannungsring mit den LVB-Unterwerk G UW Kiebitzmark (KIE) und G UW Stünz (SNZ) verbunden.

Als Mittelspannungsschaltanlage kommt eine Schaltanlage mit SF6-freien Isoliermedium zum Einsatz, unter Verwendung eines Druckausleitsystems. Gemäß Abstimmung mit der LVB soll bei der

Planung im GUV PAU eine Mittelspannungsschaltanlage der Firma Siemens vom Typ 8DJH 24 – blue GIS für sekundäre Verteilungsnetze bis 24 kV herangezogen werden.

Die Mittelspannungsschaltanlage besteht aus den folgenden Schaltschränken:

- 2 x Einspeisung
- 1 x Kupplung
- 1 x Messung (luftisoliert, beidseitig mit Kabelanschlüssen)
- 1 x Kabelanschlussfeld
- 2 x Transformatorabgang Gleichrichtertransformator
- 1 x Transformatorabgang Eigenbedarfstransformator

Die Schalthöhe der gesamten Mittelspannungsanlage liegt bei der LVB.

Die Leistungsschaltfelder der Einspeisungen und der Kupplung sowie die Leistungsschaltfelder der Gleichrichtertransformatorabgänge und des Transformatorabzweigfeldes des Eigenbedarfstransformators (mit Sicherungen) sind jeweils über ein Sammelschienensystem miteinander verbunden. Das Messfeld muss (aufgrund der aktuell bei Siemens verfügbaren Schaltschrankkonfigurationen) beidseitig mit Kabelanschlüssen in den Schaltschrankverbund integriert werden. Aus diesem Grund ist nach dem Messfeld ein separates Kabelaufführungsfeld notwendig, um die Anbindung zum Sammelschienensystem der nachfolgenden Felder herzustellen.

Alle Schaltfelder sind entsprechend der TAB der Netz Leipzig GmbH (siehe /2-1/, aktuelle Fassung) und entsprechend der Technischen Anschlussregeln Mittelspannung der VDE (/2-3/) auszuführen. Die Schaltanlage ist in RAL 1015 (hellelfenbein) zu lackieren und ist mit lackierten Seitenwänden zu liefern.

Die beiden Einspeisefelder sind mit Dreistellungstrennschalter und Leistungsschalter für den Ringbetrieb auszurüsten. Weiterhin werden in den Einspeisefeldern Schutzgeräte mit gerichtetem Überstromschutz (UMZ) vorgesehen (siehe Netzschutzkonzept der LVB (/2-10/)).

Die Ankupplung des Gleichrichterunterwerks an das Mittelspannungsnetz erfolgt über die Kuppelzelle, welche mit Leistungsschalter und digitalem Schutzgerät auszustatten ist. Zusätzlich erfolgt in dieser Zelle über einen Spannungswandler die Messung der Sammelschienenspannung (Einspeisung).

In der nachfolgenden Messzelle erfolgt die Strom- und Spannungsmessung über vom Netzbetreiber beigestellte Wandler (Verrechnungsmessung). In der Messzelle sind zur Erdung der spannungsführenden Schienen und in Richtung Kupplung Erdungsfestpunkte vorzusehen. Gleichfalls sind Erdungsfestpunkte im Kabelaufführungsfeld zur Erdung der Mittelspannungssammelschiene in Richtung der Transformatorabgangsfelder einzubauen. Die Messzelle ist beidseitig mit Kabeln im Anlagenverbund eingebunden.

Die Bestellung der Wandler bei der Netz Leipzig GmbH hat durch den AN selbsttätig zu erfolgen. Dafür ist ein Vorlauf von mindestens sechs Wochen zum geplanten Einbautermin einzuhalten. Der Einbau und Anschluss der Wandler in die Messzelle erfolgen vorzugsweise im Werk vor der Anlagelieferung.

Im weiteren Verbund der Mittelspannungsschaltanlage stehen die zwei Transformatorabgangszellen für die beiden Gleichrichtertransformatoren und eine Transformatorabgangszelle für den Eigenbedarfstransformator des GUV. Die zwei Zellen für die Gleichrichtertransformatoren werden mit Leistungsschaltern und digitalem Schutzgerät ausgerüstet. Die Abgangszelle für den Eigenbedarfstransformator wird als Lasttrennschalterfeld mit Sicherungen ausgeführt.

Die Mittelspannungsschaltanlage wird wegen des geringeren Platzbedarfs und des sehr geringen Wartungsaufwands als gasisolierte (SF6-frei) Schaltanlage ausgeführt (außer Messzelle (Wandlerraum ist luftisoliert)). Um die Montage der gesamten Anlage und auch einen Austausch ohne

Gasarbeiten vor Ort durchführen zu können, sollen alle Felder als eigener Gasraum ausgeführt werden. Die Gasräume der einzelnen Felder sind zu überwachen und als Sammelmeldung über die Fernwirkanlage der LVB zu übertragen. Die Wartungsanforderungen an Mittelspannungsstationen der Netz Leipzig sind gemäß /2-4/ zu beachten.

Es muss die Möglichkeit bestehen, die Kabelmäntel der Mittelspannungskabel in den beiden Einspeisezellen mit in die Erdung der Mittelspannungsschaltanlage einzubeziehen. Die Kabelmäntel sind dabei pro Einspeisezelle im Kabelanschlussraum auf eine isoliert aufgebaute Schiene zu klemmen. Über Kabelverbindung zur HES (mit einer Trennstelle) können dann die beiden isolierten Schienen (und damit die Kabelmäntel) in die Erdung einbezogen werden.

Die Mittelspannungsschaltanlage wird mit einem Druckausleitsystem ausgestattet. Das Druckausleitsystem besteht aus einem Sockel unterhalb der Schaltanlage und einem daran angeschlossenen Rohrsystem an der Rückseite der Anlage. Die Druckausleitung erfolgt über den EB-Transformatorraum mittels einer Ausleitklappe in der nördlichen Gebäudeaußenwand direkt ins Freie, an der das Rohrsystem angeschlossen ist. Die Ausleitöffnung wird so in der Höhe angeordnet, dass keine Gefahren für Personen/Passanten entstehen (Berücksichtigung Gefahrenbereich). Das Druckausleitsystem ist in RAL 1015 (hellelfenbein) zu lackieren.

Folgende maximale Abmessungen der einzelnen Felder (B x T x H) sind zulässig:

- Einspeisefeld: ca. 0,55 m x 0,80 m x 2,20 m
- Kuppelfeld: ca. 0,55 m x 0,80 m x 2,20 m
- Messung: ca. 0,85 m x 0,80 m x 2,20 m
- Kabelauführung ca. 0,35 m x 0,80 m x 2,20 m
- Abgang GL-Transformator: ca. 0,55 m x 0,80 m x 2,20 m
- Abgang EB- Transformator: ca. 0,55 m x 0,80 m x 2,20 m

Die Aufstellung der einzelnen Schaltfelder der Mittelspannungsschaltanlage hat unter Beachtung der im Kabelkeller im Bestand vorhandenen Trägern des Schaltraumfußbodens zu erfolgen. Es muss gewährleistet werden, dass die Kabelzuführungen zu den Mittelspannungsschaltfeldern ohne Zwangsstellen erfolgt. Entsprechend der Breiten der Schaltfelder und der Abstände der Bestands-träger können die beiden Einspeisefelder, die Kupplung und das Messfeld als eine Schaltschrankeinheit aufgestellt werden. Die zweite Schaltschrankeinheit beinhaltet das Kabelauf-führungsfeld sowie die drei Transformatorabgangsfelder. Zwischen beiden Schrankeinheiten ist ein Spalt von ca. 10 cm gegeben, so dass vorn am Spalt ein herausnehmbares Abschlussblech vorzu-sehen ist, in Abstimmung mit dem Anlagenhersteller. Das Abschlussblech ist in RAL 1015 (hellelfenbein) zu lackieren.

Für das Füllgas Clean Air der Firma Siemens bestehen, anders als bei SF6-Gas, keine Kenn-zeichnungs- oder Meldepflicht.

1.2.3.6 Hinweise zu den Schutzgeräten (Mittelspannungsschaltanlage)

Für den Betrieb der Schutzgeräte sind Parametersätze für den gerichteten Überstromzeitschutz (UMZ) zu berücksichtigen:

Die Schutzgeräte sind mit entsprechenden Softwarepaketen vorkonfektioniert zu liefern und einzu-bauen. Die Software der Schutzgeräte muss so gestaltet sein, dass ein Anpassen und Eintragen von Werten und Daten zum Netzschutz durch den AG zu jedem Zeitpunkt möglich sind.

Im Zuge der Werksplanungen hat die Abstimmung und Berechnung zu den notwendigen Kabelum-bauwandlern sowie zu den Einstellwerten und Daten für die Schutzgeräte zu erfolgen. Entsprechend sind über den AN die dafür notwendigen Netzdaten (Mittelspannungsnetz) mit dem AG und der Netz Leipzig zu klären.

Die Inbetriebnahme der Schutztechnik hat in Abstimmung mit dem AG und der Netz Leipzig zu erfolgen.

1.2.3.7 Hinweise zu SF6-Anlage

Entsprechend der Verordnung (EU) 2024/573 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 7. Februar 2024 über fluorierte Treibhausgase dürfen ab dem 1.01.2026 keine SF6-Gase mehr in Schaltmitteln (10 kV/20 kV) eingesetzt werden. Aus diesem Grund wird die Mittelspannungsschaltanlage des G UW PAU mit SF6-freien Isoliermedium ausgerüstet (/3-4/).

Mit dieser Festlegung wird garantiert, dass das modernisierte Gleichrichterunterwerk optional auch nach dem 01. Januar 2026 in den endgültigen Betrieb überführt werden kann. Der Bauablauf zur Modernisierung ist eng an den Liefertermin und die Inbetriebsetzung des neu zu liefernden tG UW 4 gekoppelt. Falls es zu Verzögerungen beim tG UW 4 kommt, kann dies auch zur Verschiebung der kompletten Inbetriebnahme des G UW PAU über den 01.01.2026 führen.

1.2.3.8 Gleichrichtertransformatoren

Als Gleichrichtertransformatoren werden zwei Gießharztransformatoren eingesetzt. Die Nennleistung der Transformatoren beträgt jeweils 1860 kVA bei einer Nennspannung von DC 750 V und 1600 kVA bei DC 600 V. Die Transformatoren müssen entsprechend der Belastungsklasse VI (siehe Belastungsklasse zum Gleichrichter) überlastbar sein. Als Bezugswert ist dabei der bei den vorgegebenen Bemessungsleistungen des Gleichrichtertransformators fließende Gleichstrom heranzuziehen (abweichend vom Basisstrom der Gleichrichter).

Die primärseitige Nennspannung der Transformatoren beträgt 10,2 kV. Um unterschiedliche Spannungen im Mittelspannungsnetz ausgleichen zu können, sind überspannungsseitig mehrere Anzapfungen vorzusehen (5 mal $\pm 2,0\%$).

Für einen übergangsweisen Betrieb der Straßenbahn mit einer Nennspannung von DC 600 V sind niederspannungsseitig entsprechende Anzapfungen vorzusehen. Das Umklemmen der Kabel an den Sekundärseiten der Transformatoren muss ohne Kabelverlängerungen möglich sein.

Die Transformatoren sind in unterschiedlichen Schaltgruppen auszuführen, so dass sich beim Parallelbetrieb der Transformatoren ein 12-Puls-Betrieb der Gleichrichter ergibt: Transformator 1 ist in Schaltgruppe Yy0 auszuführen, Transformator 2 mit Schaltgruppe Dy5. Die Transformatoren 1 und 2 sind so aufzustellen, dass ihre Unterspannungsseiten einander zugewandt sind. Dadurch wird die Ausstrahlung magnetischer Felder nach außen reduziert. Gleichzeitig wird in Verbindung mit der Aufstellung der Gleichrichter der Kabelweg optimiert.

Es sind Gießharztransformatoren für den Stromrichterbetrieb mit verminderten Leerlaufverlusten und geringen Geräuschen einzusetzen. Jeder Transformator ist mit einem Transformator-Vollschutz mit drei Kaltleitern je Schenkel (Warnung, Auslösung und Kerntemperatur) und Auslösegerät für getrennten An- oder Einbau auszurüsten.

Der Rollenmittenabstand für die Transportrollen der Transformatoren beträgt 820 mm. Die einzelnen Rollen müssen für Längs- und Querfahrt umsteckbar sein. Die Transformatoren sind auf Transformatorlagern für die Aufstellung der Transformatoren zur Reduzierung von Schwingungen, Geräuschen und Vibrationen aufzustellen.

Für den Einbau der Gleichrichtertransformatoren sind in den Transformatorräumen an der Rückwand Einzugsösen dauerhaft zu installieren.

Die überspannungsseitigen Kabel von der Mittelspannungsschaltanlage werden ebenso wie die unterspannungsseitigen Kabel zum Gleichrichter durch den Kellerbereich zum Schaltraum verlegt. Die Kabel werden über Sammelschienen an die Anschlussfahnen des Transformators angeschlossen. Zum Ausgleich von Schwingungen sind geeignete Zwischenstücke einzubauen.

Alle Anschlussfahnen der Transformatoren befinden sich jeweils oben am Transformator.

An den ober- und unterspannungsseitigen Sammelschienen sind ausreichend dimensionierte Erdungsfestpunkte (\varnothing 25 mm) vorzusehen. Wenn es wegen der Erreichbarkeit erforderlich ist, sind gekröpfte Erdungsfestpunkte zu verwenden. Im Transformatorraum sind links und rechts der Tür Potentialausgleichsschienen (PAS) zum ober- und unterspannungsseitigen Erden des Transformators vorzusehen, welche ebenfalls mit je einem Erdungsfestpunkt (\varnothing 25 mm) ausgerüstet werden.

In den Transformatorräumen ist gegen zufälliges Berühren unter Spannung stehender Teile hinter jeder Tür eine herausnehmbare Schutzstange, mit gelb-schwarzer Farbgebung, anzubringen. Weiterhin wird an den Transformatoren eine zusätzliche Schutzabsperrung mittels einer durchsichtigen Kunststoffplatte angebracht. Dieser an der Vorderseite angebrachte Berührungsschutz darf mit seinen Abmessungen das Erreichen der Erdungsfestpunkte an den Transformatoren nicht behindern. Außerdem ist durch einen Bodenabstand von ca. 0,5 m die Frischluftzufuhr zum Transformator zu gewährleisten.

In den Transformatorräumen ist an der Wand auf der Oberspannungsseite des Gleichrichtertransformators ein dreipoliger Innenraum-Erdungsschalter für 12 kV (nach EN 62271-1, EN 62271-102, Klassen M1, E1) mit Motorantrieb vorzusehen. Es ist eine Verriegelung des Motorantriebes des Erdungsschalters im Transformatorraum zum dreipoligen Erdungsschalter im zugehörigen Transformatorabgangsfeld der Mittelspannungsschaltanlage sicherzustellen, bevorzugt mittels Sperrmagneten am Antrieb. Der Antrieb ist am Innenraum-Erdungsschalter in Richtung Tür hin anzuordnen. Dies ist bei der Werkplanung bezüglich Aufstellung des Transformators zu berücksichtigen. Die Bedienung des Not-Handantriebes erfolgt mittels Handkurbel und muss aus Richtung Tür möglich sein. Die elektrische Bedieneinheit des Antriebes im Transformatorraum ist vor der Absperrstange anzuordnen und mit einer Sicherung vor zufälliger Schaltung zu schützen.

Tabelle 1: Technische Daten der dreipoligen Erdungsschalter

Technische Daten Erdungsschalter	Nenngröße
Bemessungs-Spannung	AC 12 kV
Bemessungs-Kurzzeitstrom	20 kA
Bemessungs-Stoßstrom	50 kA
Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom	50 kA
Antrieb	DC 110 V
Antriebsseite	rechts oder links
Hilfsschalter am Erdungsschalter	2 Schließer, 2 Öffner
Möglichkeit zur Verriegelung des Antriebes	mechanisch

Die Türen der Transformatorräume sind jeweils in einen Geh- und Standflügel unterteilt, wobei der Gehflügel der Unterspannungsseite des Gleichrichtertransformators zugeordnet ist. Die Nutzer sollen mit an beiden Gleichrichtertransformatorräumen unterschiedlich angebrachten Stand- und Gehflügeln der Türen auf die ungleiche Aufstellung der Transformatoren aufmerksam gemacht werden, um so die Gefahr von Fehlbedienungen zu verringern (Zuordnung Primär- und Sekundärseite des Transformators).

1.2.3.9 Eigenbedarfstransformator

Für die Eigenbedarfsversorgung des GUW (Steuerung, Niederspannungsversorgung) ist ein Transformator vorgesehen, welcher an der MSA angeschlossen wird. Weitere Details zur

Eigenbedarfsanlage sind dem Abschnitt 1.2.3.12 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu entnehmen.

Allgemeine Technische Daten EB-Transformator:

Leistung	63 kVA
Primärspannung	AC 10,2 kV ($\pm 4,0$ % umklemmbar)
Sekundärspannung	AC 230/400 V
Schaltgruppe	Dyn5

Der Eigenbedarfstransformator wird in einem eigenen Transformatorraum aufgestellt (siehe Unterlage 03_02_02). Für den Einbau des Eigenbedarfstransformators wird im Transformatorraum an der Rückwand eine Einzugsöse dauerhaft installiert.

1.2.3.10 Gleichspannungsschaltanlage

Allgemeine Technische Daten

Die komplette Gleichspannungsschaltanlage besteht aus zwei Gleichrichtern, einem Rückleisterschrank, einem Einspeisefeld, acht Leistungsschalterfeldern (Streckenabgangsfelder) und einem Streckenersatzfeld.

Die beiden Gleichrichter sowie das mittig dazwischenstehende Rückleiterfeld werden im Verbund aufgestellt und über Sammelschienenverbindungen (L-) verbunden. Die Streckenabgangsfelder, das Streckenersatzfeld und das Einspeisefeld stehen nebeneinander als zweiter Anlagenverbund, mit durchgehender Sammelschiene sowie einer durchgehenden Umgehungssammelschiene.

Das Einspeisefeld wird zwischen den Streckenabgangsfeldern 3 und 4 angeordnet. Im Anschluss an das Streckenfeld 8 wird das Streckenersatzfeld angeordnet. Die Anbindung der Gleichrichter an das Einspeisefeld erfolgt mittels Kabel.

Die Gleichspannungsschaltanlage, einschließlich der Gleichrichterschränke, ist isoliert aufzustellen und mit einer Gerüstschlussschutzeinrichtung (Gerüstschlusstromrelais) zu versehen, welche im Rückleisterschrank angeordnet wird. Diese Einrichtung überwacht über ein Stromrelais den Strom zwischen den Feldgerüsten der GSA (auf Mittelpunkt Masse) und der Bauwerkserde (BWE). Im Rückleitungsfeld ist außerdem eine Fehlerspannungsüberwachungseinrichtung zwischen der Rückleitersammelschiene und der Haupterdungsschiene (HES) mit zwei hinterlegten Werten für Warnung und Auslösung vorzusehen.

Die maximalen Abmessungen der Felder (B x T x H) dürfen folgende Werte nicht überschreiten:

- Gleichrichterschrank max. 0,80 m x 1,40 m x 2,20 m
- Rückleisterschrank max. 1,00 m x 1,40 m x 2,20 m
- Einspeisefeld: max. 0,80 m x 1,40 m x 2,20 m
- Streckenersatzfeld: max. 0,60 m x 1,40 m x 2,20 m
- Streckenabgangsfeld: max. 0,90 m x 1,40 m x 2,20 m

Die Gleichspannungsschaltanlage muss für die Wandaufstellung geeignet sein, hinsichtlich Montage- und Wartungsfreundlichkeit. Montage- und Wartungsarbeiten müssen über die Vorderseite der Anlage möglich sein, Arbeiten an der Rückseite sind unzulässig.

Alle Leistungsteile der GSA müssen in ihrer Überlastbarkeit der Belastungsklasse VI nach EN 60146-1-1 entsprechen. Weiterhin müssen alle Leistungsteile der GSA für die möglichen auftretenden Spannungen bei DC 750 V ausgelegt sein (gemäß DIN EN 50163 (VDE 0115 Teil 102), VDE Schrift 521).

Gleichrichter

Das Gleichrichterunterwerk ist mit zwei Gleichrichtern auszurüsten, die je einen Basisstrom von mindestens 3000 A erzielen und entsprechend der Belastungsklasse VI gemäß IEC 60146 ausgeführt sind. Die Gleichrichter weisen somit eine Leistungsreserve gegenüber den Gleichrichtertransformatoren auf (Festlegung LVB).

Beide Gleichrichter sind jeweils als B6-Brücke aufzubauen. Im Zusammenspiel mit den Transformatoren unterschiedlicher Schaltgruppen ergibt sich damit beim Parallelbetrieb beider Gleichrichter ein 12-Puls-Betrieb.

Die Gleichrichter müssen für einen gleichstromseitigen Kurzschluss bis zum Abschalten der Mittelspannungsschaltanlage ausgelegt sein, auch unter Beachtung der maximal möglichen Kurzschlussströme der vorgeschalteten Gleichrichtertransformatoren (Beachtung im Zuge der Werkplanung).

Die beiden Gleichrichter stehen im Sammelschienenverbund mit der zwischen ihnen aufgestellten Rückleiterzelle. Der Anschluss der Wechselstromkabel von den Transformatoren erfolgt ebenso wie der Anschluss der Gleichstromkabel zur Einspeisezelle der Gleichstromschaltanlage nach unten durch den Kabelkeller.

Die Öffnung zum Kabelkeller darf nur die für die Kabeldurchführung erforderliche Größe haben, so dass zu Wartungs- und Instandhaltungszwecken der Schaltschrank betreten werden kann.

Die natürliche Lüftung/Kühlung der Gleichrichter erfolgt durch Zuluft aus dem Kabelkeller (über die Öffnungen der Kabelzuführungen) bzw. aus dem Schaltraum, wozu die Gleichrichterschränke über Kühlluftöffnungen in der erforderlichen Größe verfügen müssen. Die Ablüftung erfolgt nach oben in den Schaltraum.

Je Gleichrichter sind der Gleichrichterstrom sowie die Spannung der Gleichrichter zu messen und für die Übertragung an die Fernwirkanlage bereitzustellen. Die Anzeige der beiden Gleichrichterströme erfolgt mit am Rückleitterschrank, die Anzeige der Spannung pro Gleichrichter erfolgt mit an der Einspeisezelle.

Rückleiterfeld

Der Rückleitterschrank wird im Sammelschienenverbund mit den beiden Gleichrichtern zwischen den Gleichrichterschränken aufgestellt. Hier erfolgt der Anschluss der zu den Gleisen verlaufenden Rückleiterkabel, getrennt nach einzelnen Rückleiterpunkten. Es sind sechs Rückleiteranschlusslaschen zu berücksichtigen. Der Schaltschrank muss begehbar sein und hat nur eine Öffnung im Bereich der Kabelzuführungen.

Der Anschluss der Gleichrichter erfolgt über Sammelschiene mit eingebauten handbetätigten Trennschaltern, die mittels Sperrmagneten gegenüber den Trennschaltern in der Einspeisezelle verriegelt sind, so dass sie sich nur bei geöffneten Einspeisetrennern (und damit bei ausgeschalteten Gleichrichtern) öffnen und schließen lassen.

Fünf der sechs vorgesehenen Rückleiteranschlüsse (inklusive 1x Reserve) erhalten eine Anschlusslasche mit der Anschlussmöglichkeit für jeweils zwei Rückleiterkabel mit je 500 mm² Al (jeweils ein Kabelanschluss vorn und hinten an der Anschlusslasche). Eine der sechs Anschlusslaschen ist für den Anschluss von vier Kabeln je 240 mm² Cu auszuführen. Eine mit Werkzeug bedienbare Trennlasche stellt die Verbindung zur Rückleitungssammelschiene her.

Zusätzlich wird ein schaltstangenbetätigter Trenner mit Kabel und Erdungsklemme zum Überbrücken der Trennlaschen eingebaut. Damit soll zur Erhöhung der Personensicherheit, im Falle des erforderlichen Öffnens einer Trennlasche, das eigentliche Öffnen des Stromkreises mit Hilfe dieses Trenners realisiert werden. Zum Anschluss des Kabels mit der Erdungsklemme sind die einzelnen Anschlusslaschen der Rückleiterpunkte im Schrank mit Kugelfestpunkten (ø 25 mm) auszurüsten.

Im Rückleitterschrank werden beide Gleichrichterströme, der Unterwerkssummenstrom sowie die Ströme der einzelnen Rückleiteranschlüsse gemessen, angezeigt und für die Übertragung an die Fernwirkanlage bereitgestellt. Die Strom-Anzeiger sind in der Tür des Rückleitterschranks anzuordnen.

Weiterhin werden im Rückleitterschrank die Gerüstschlussschutzeinrichtung sowie die Potentialüberwachung (Spannung zwischen Rückleitung und Bauwerkserde) eingebaut. Es erfolgt die Messung und Anzeige der Spannung zwischen Rückleitersammelschiene und der Haupterdungsschiene (HES) inklusive der Übertragung der Daten an die Fernwirkanlage.

Als Rückleiterkabel werden zwischen dem Unterwerk und den Rückleiterkabelverteilerschränken (RV) jeweils Kabel vom Typ NA2XS(F)2Y 1x500 mm² verwendet. Für die Anbindung des neuen unterwerksnahen Rückleitungspunktes RP219 (westlich vom Unterwerksgebäude) kommen vier Kabel vom Typ H07RN-F 1x240 mm² Cu zum Einsatz.

Die Anschlusslaschen sind so im Schrank anzuordnen, dass ein Montieren und Demontieren der Rückleiterkabel zu jeder Zeit möglich ist und die einzelnen Kabel gut zugänglich sind.

Die vier im Bestandsunterwerk Paunsdorf eingesetzten Rückleiterwiderstände werden zurückgebaut und der IFTEC übergeben. Für die Anbindung der im Bestand vorhandenen Rückleiterpunkte RP212 und RP213 kommen mit der Modernisierung zwei neue Rückleiterwiderstände zum Einsatz. Gleichfalls kommen für den neu zu errichtenden Rückleiterpunkt RP219 zwei neue Rückleiterwiderstände zum Einsatz. Die vier Rückleiterwiderstände werden im Kabelkeller des Unterwerks angeordnet.

Im Zuge der Werksplanung ist der benötigte Widerstandswert der vier neuen Widerstände durch den AN zu ermitteln. Durch die LVB werden dafür aktuelle Netzdaten (Schienen, Kabel, Längen, usw.) aus dem Speisebereich des GUW PAU zur Verfügung gestellt.

Einspeisefeld

Die beiden Gleichrichter sind mittels Kabel (durch den Keller) mit dem Einspeisefeld verbunden, das zwischen Streckenabgangsfeld 3 und 4 der Gleichspannungsschaltanlage angeordnet ist. Die Kabel sind im Einspeisefeld an den handbedienbaren Trennschaltern angeschlossen, welche die Ankopplung zur Sammelschiene der GS-Schaltanlage herstellen. Die Trennschalter dienen gleichzeitig zum Freischalten der Gleichrichter der Schaltanlage. Die Trennschalter sind mittels Sperrmagneten mit den Transformatorabgängen der MS-Schaltanlage zu verknüpfen, so dass sie sich nur bei ausgeschaltetem Transformatorabgang öffnen und schließen lassen.

Weiterhin muss eine Verriegelung (mittels Sperrmagnet) der Trennschalter im Einspeisefeld mit den Trennschaltern im Rückleitterschrank gegeben sein. Hier sind folgende Schaltreihenfolgen einzuhalten:

- Zuerst Trennschalter im Einspeisefeld öffnen, danach die Trennschalter im Rückleitterschrank öffnen,
- Zuerst die Trennschalter im Rückleitterschrank schließen, danach die Trennschalter im Einspeisefeld schließen.

In der Einspeisezelle werden die DC-Spannungen beider Gleichrichter sowie die Spannung der Gleichstromsammelschiene der Schaltanlage gemessen, angezeigt und für die Übertragung an die Fernwirkanlage bereitgestellt. Die Spannungs-Anzeiger sind in der Tür des Einspeisefeldes anzuordnen.

Streckenabgang und Streckenersatzfeld

Die Streckenabgangsfelder sowie das Streckenersatzfeld werden mit Gleichstromschnellschaltern mit einem Bemessungsstrom von mindestens 2600 A ausgerüstet. Die Streckenabgangsfelder erhalten zusätzlich jeweils einen Umgehungstrenner mit einem Nennstrom von 2600 A sowie zwei Kabelabgangstrenner mit einem Nennstrom von 1250 A.

Die Felder sind so aufzubauen, dass sich die beiden Kabelabgangstrenner in einer gut zugänglichen Nische (rechts vom Schaltwagen) befinden. An die Kabelabgangstrenner müssen sich jeweils bis zu vier Speisekabel 500 mm² Al anschließen lassen. Die Anschlusslaschen sind entsprechend zu gestalten und anzuordnen.

Die Schnellschalter befinden sich auf ausfahrbaren Schaltwagen. Die Zelle muss bei ausgefahrenem Schaltwagen zu Wartungszwecken zugänglich und begehbar sein. Durchbrüche zum Kabelkeller für die Gleichspannungskabel sind nur unterhalb der Kabelabgangstrenner in der minimal erforderlichen Größe vorzusehen. Die Trennwand zwischen Kabelabgangsnische und Schaltwagenraum muss für Kabelanschlussarbeiten demontierbar sein. Oberhalb des Schaltwagens befindet sich die gesondert zu öffnende Niederspannungsnische.

Alle Schnellschalter und Trenner müssen sich auch ohne Steuerspannung von Hand schalten lassen. Als Primärschutz fungiert der am Schnellschalter vorhandene statische Überstromauslöser, als Sekundärschutz ist ein digitales Schutzgerät (di/dt, digitaler Überlastschutz) vorzusehen. Neben der Überstromauslösung soll dieses Schutzgerät auch Stromsprung, Stromanstieg und Strom-Zeit-Verlauf überwachen und ggf. den Schnellschalter auslösen. Am Schutzgerät/auf dem Display ist anzuzeigen, welcher Schutz zur Auslösung des Schalters geführt hat (Schutzgerät oder statischer Auslöser).

Je Streckenabgangsfeld übernimmt ein Kabelüberwachungsgerät (KÜ) für die abgehenden Speisekabel gemeinsam die Isolationsüberwachung für Leiter-Schirm sowie Schirm-Erde. Die Kabelschirme sind jeweils über eine 20-A-Sicherung an das Kabelüberwachungsgerät anzuschließen. Es sind insgesamt vier Sicherungen für den Anschluss von Kabelschirmen einzubauen. Die eigentliche Absicherung des Kabelschutzgerätes erfolgt dabei nach Vorgabe des Herstellers.

Zur Steuerung der Funktionen der Streckenabgangsfelder soll je Feld ein kombiniertes Steuer- und Schutzgerät zum Einsatz kommen. Wenn das verwendete Schutzgerät die Zellensteuerung nicht ermöglicht, ist eine zusätzliche SPS zur Steuerung einzubauen. Die Feldsteuerungen sollen über einen Datenbus mit der Master SPS im zentralen Melde-/Bedienfeld verbunden werden. Die Bus-Anbindung ist redundant auszuführen, so dass bei Ausfall oder Abschaltung einzelner Steuerungen (SPS) eine sichere Bus-Anbindung und damit ein sicherer Betrieb der weiterhin funktionsbereiten Steuerungen in den Strecken geben sind.

1.2.3.11 Schutztechnik und Schutzbedingungen

Allgemeines

Grundsätzlich wird hinsichtlich des Schutzzieles zwischen Personen- und Anlagenschutz unterschieden, wobei immer beide Schutzziele erreicht werden sollen. Die Schutzeinrichtungen müssen somit gleichzeitig dem Personen- und Anlagenschutz dienen. Die einzelnen Schutzeinrichtungen überwachen verschiedene Anlagenteile des Gleichrichterunterwerks. Im Ergebnis bewirken die Schutzeinrichtungen bei ihrem Ansprechen ein Abschalten des speisenden Schaltgerätes oder verhindern ein Zuschalten des Schaltgerätes.

So soll z.B. bei einem Gerüstfehler primär eine thermische Zerstörung von Anlagenteilen verhindert werden (Anlagenschutz). Eine solche thermische Zerstörung würde allerdings auch Personen gefährden, damit dient deren Verhinderung auch dem Personenschutz. Diese Bedingungen werden nachfolgend als Auslösebedingungen benannt und sind in der Zusammenfassung dargestellt.

Zur Gewährleistung des Anlagen- und Personenschutzes dienen verschiedene Verriegelungsbedingungen, die in den folgenden Abschnitten zusammengefasst sind.

Statischer Überstromschutz/Kurzschlusschutz (Primärschutz):

Für den sicheren Betrieb ist die Erkennung von maximalen Stromwerten bei Kurzschlüssen und Betriebsfällen (z. Bsp. Gleichzeitige Anfahrt von mehreren Fahrzeugen im Speiseabschnitt) erforderlich. Der Schutz soll in diesen Fällen durch den statischen Überstromauslöser der einzelnen Gleichstromschnellschalter gewährleistet werden (Primärschutz). Die Überstromauslöser müssen so eingestellt werden, dass ein Kurzschluss bis zum Ende des Speiseabschnittes erkannt wird.

Da keine Änderungen der Dimensionierung an Kabel-, Fahrleitungs- und Gleisanlagen vorgenommen werden, sollen die Einstellwerte der Bestandsanlage übernommen und im Rahmen der Inbetriebnahme durch Kurzschlussversuche überprüft werden.

Stromsprungschutz (ΔI , di/dt) als Sekundärschutz:

Der Stromsprungschutz (di/dt -Schutz, auch ΔI -Schutz) arbeitet als Ergänzungsschutz zum schnelleren Abschalten bei unterwerksnahen Kurzschlüssen (Sekundärschutz). Die Auslösung erfolgt über das Schutzgerät des Streckenabgangsfeldes. Der eigentliche Kurzschlussschutz erfolgt primär über die Überstromauslöser der Gleichstromschnellschalter.

Die Auslösung (unterwerksnah und unterwerksfern) ist intern mit zwei Zählern getrennt zu zählen.

Unabhängiger Maximalstromzeitschutz (UMZ):

Der Maximalstromzeitschutz (gerichtet) registriert länger andauernde Stromflüsse, die untypisch für den planmäßigen Betriebsfall sind. Auch hier erfolgt die Auslösung über das Schutzgerät des Streckenabgangsfeldes.

Gerüstschlussschutz und Potentialüberwachung:

Die komplette Gleichspannungsschaltanlage wird isoliert aufgestellt, wobei eine definierte Verbindung zwischen Gerüst und BWE hergestellt wird. In diese Verbindung wird ein Stromrelais eingebaut, welches den bei einem Gerüstfehler fließenden Strom registriert. Tritt ein Gerüstschluss auf, so muss das GUV bis auf die beiden Leistungsschalter in den Mittelspannungseinspeisezellen frei geschaltet werden.

Die Rückleitung der Gleichstrombahn und die BWE sind elektrisch voneinander getrennt. Durch die Potentialüberwachung ist die Spannung zwischen Rückleitung (Rückleitersammelschiene) und BWE (Haupterdungsschiene) zu überwachen. Überschreitet die gemessene Spannung zwischen Bahnerde und BWE einen Wert von 60 V wird eine Meldung an die Zentrale ausgelöst (ohne Schalthandlung). Bei einer Überschreitung des Wertes von 90 V muss das gesamte Unterwerk ausschließlich der beiden Leistungsschalter in den Mittelspannungseinspeisezellen ausgeschaltet werden. Dies muss durch die SPS realisiert werden und an die Fernwirkhauptzentrale gemeldet werden.

Mitnahmeschutz:

Da derzeit kein Parallelbetrieb des Unterwerkes mit einem Nachbarunterwerk vorgesehen ist, wird kein Mitnahmeschutz im Unterwerk installiert.

Alle Streckenfelder müssen die Nachrüstung eines Mitnahmeschutz (Befehlsabgabe und Befehlsannahme zum/vom korrespondierenden Schalter) hinsichtlich Montageplatz und Befehlsverarbeitung ermöglichen. Es ist zu berücksichtigen, dass auch bei Betrieb des Umgehungsalters die Funktionalität des Mitnahmeschutzes erhalten bleiben muss.

Kabelschutz:

Die Speisekabel müssen auf Isolationsfehler (Schluss zwischen Schirm und Leiter) und Mantelfehler (Schluss zwischen Schirm und Erde) überwacht werden. Ein Mantelfehler muss durch die SPS zu einer Meldung an die Zentrale führen; ein Isolationsfehler zusätzlich zum Abschalten des Kabels führen.

Mit einem Kabelüberwachungsgerät werden immer alle Abgangskabel eines Streckenabgangsfelds gleichzeitig überwacht. Eine Abschaltung erfolgt somit immer für alle angeschlossenen Kabel am Streckenabgang. Ein Fehler im Kabelüberwachungsgerät (Störung) muss ebenfalls eine Meldung auslösen.

Bei einem Schirmfehler muss die Zuschaltung des Streckenabgangs möglich sein.

Fahrdrachtschutz:

Die Fahrdrachtschutzeinrichtung soll das thermische Verhalten der Fahrleitung nachbilden und bei einer Überschreitung der zulässigen Fahrleitungstemperatur die Speisung unterbrechen. Der

Fahrdrahtschutz soll mit dem thermischen Überlastschutz des Schutzgerätes realisiert werden, wobei sich das thermische Verhalten der Fahrleitung je nach deren Bauweise (Einfach- oder Kettenwerkfahrleitung, Fahrdraht- und Tragseilquerschnitt) einstellen lassen muss. Die Streckenabschnitte sollen nach Abkühlung des Fahrdrahtes automatisch wieder zugeschaltet werden.

General-AUS:

Eine Betätigung der General-AUS-Taster im G UW oder ein General-AUS-Befehl über die Fernsteuerung hat eine Abschaltung aller Leistungs-/Lasttrennschalter der MSA ab der Kupplung (die Einspeisefelder der MSA bleiben weiter in Betrieb) und der Schnellschalter der GSA zur Folge.

Als General-AUS-Taster sind Not-Aus-Taster zu verwenden, die als rote Pilztaster einrasten und blockieren. Sie müssen vor Ort wieder freigegeben werden. Deren Anbringung im Schaltraum soll ca. 1,60 m über dem Fußboden erfolgen, um so eine Verwechslung mit einem Lichtschalter zu verhindern.

Bei einer Ausschaltung über die Fernwirkung muss auch die Einschaltung wieder über die Fernwirkung erfolgen können.

Zusammenfassung der Auslösebedingungen

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die sich aus den vorangegangenen Punkten ergebenden Auslösebedingungen für die Leistungsschalter (Transformatorabgangsschalter) und Lasttrennschalter (EB-Transformatorabgang) der Mittelspannungsschaltanlage sowie die Leistungsschalter der Gleichspannungsschaltanlage (Streckenabgangsschalter) und das zugehörige primäre Schutzziel angegeben.

Tabelle 2: Auslösebedingungen

Schalter im G UW	Auslösebedingung	Schutz
GR-Transformatorabzweig (Leistungsschalter)	Gerüstschluss	Personenschutz
	General-AUS	Personenschutz
	Gleichrichterfehler	Anlagenschutz
	Transformatorfehler	Anlagenschutz
EB-Transformatorabzweig (Lasttrennschalter)	Kurzschluss (Sicherung)	Personenschutz
	General-AUS	Personenschutz
	Transformatorfehler	Anlagenschutz
Streckenabzweig und Streckenersatz	Kurzschluss (direkte Auslösung)	Personenschutz
	Gerüstschluss	Personenschutz
	General-AUS	Personenschutz
	Kurzschluss (indirekte Auslösung)	Anlagenschutz
	Kabelfehler (Isolationsfehler)	Anlagenschutz

Verriegelungen

Es muss ein sicherer Schaltfehlerschutz, auch gegen Fehlbedienungen, sichergestellt sein. Alle Trenner dürfen nur lastfrei geschaltet werden. Dies dient der Vermeidung von Lichtbögen und somit dem Personen- und Anlagenschutz. Mit dem Ziel des lastfreien Schaltens sind die in Tabelle 3 aufgeführten Verriegelungen zu realisieren. Verriegelungen müssen auch bei mechanischer Betätigung wirksam sein.

Tabelle 3: Verriegelungsbedingungen

Schalter im GUW	Verriegelung (schaltbar nur bei...)
Dreistellungstrenner im Einspeisefeld MSA	ausgeschaltetem Leistungsschalter im Einspeisefeld MSA
Dreistellungstrenner im Übergabefeld MSA (Kupplung)	ausgeschaltetem Leistungsschalter im Übergabefeld MSA (Kupplung)
Dreistellungstrenner im GR-Transformatorabzweig MSA (Leistungsschalter)	ausgeschaltetem Leistungsschalter im GR-Transformatorabzweig MSA
Erdungstrenner Transformator	ausgeschaltetem Leistungsschalter am GR-Transformatorabzweig MSA, hergestellter Verriegelung zwischen Erdungstrenner und Dreistellungstrenner am GR-Transformatorabzweig MSA
Trenner im Einspeisefeld GSA	ausgeschaltetem Leistungsschalter im GR-Transformatorabzweig MSA, geschlossenem Trenner im Rückleiterfeld GSA
Trenner im Rückleiterfeld GSA	ausgeschaltetem Trenner im Einspeisefeld GSA
Umgehungstrenner im Streckenfeld	ausgeschaltetem Leistungsschalter im zugehörigen Streckenfeld ausgeschaltetem Leistungsschalter im Umgehungsfeld Alle weiteren Umgehungstrenner müssen ausgeschaltet sein

Weitere Verriegelungen zum Schutz vor Fehlbedingungen können sich aus der Gleichspannungsschaltanlage ergeben und sind im Rahmen der Werkplanung und der Anlagendokumentation darzustellen.

1.2.3.12 Eigenbedarfsanlage und Batterieanlage des GUW

Allgemeines zur Eigenbedarfsanlage

Über die Eigenbedarfsanlage erfolgt die Niederspannungsenergieversorgung aller Anlagenteile und Räume des Gleichrichterunterwerks, die unmittelbar und mittelbar zum Betrieb der Gleichrichteranlage und der Bahnstromversorgung beitragen. Dazu gehören:

- Bereitstellung der Niederspannung für Beleuchtung und Heizung (Elektroinstallation in den zum Unterwerk gehörenden Räumen),
- Bereitstellung der Steuerspannung von DC 110 V für den Betrieb der Schalter,
- Bereitstellung der Spannung für die Steuerung und Kommunikations- und Fernwirktechnik des Unterwerkes.

Eigenbedarfstransformator:

Der Eigenbedarfstransformator stellt eine Niederspannung von AC 0,4 kV 50 Hz bereit und wird direkt aus der MS-Schaltanlage über einen eigenen Abgang gespeist. Die technischen Daten des eingesetzten Erdungsschalters sind der Tabelle 1 im Abschnitt 1.2.3.9 zu entnehmen.

An den ober- und unterspannungsseitigen Sammelschienen des Eigenbedarfstransformators sind ausreichend dimensionierte Erdungsfestpunkte (ø 25 mm) vorzusehen. Wenn es wegen der

Erreichbarkeit erforderlich ist, sind gekröpfte Erdungsfestpunkte zu verwenden. Im Transformatorraum sind links und rechts der Tür Potentialausgleichsschienen (PAS) zum ober- und unterspannungsseitigen Erden des Transformators vorzusehen, welche ebenfalls mit je einem Erdungsfestpunkt (\varnothing 25 mm) ausgerüstet werden.

Auf der Oberspannungsseite des EB-Transformators ist ein an der Wand montierter dreipoliger Innenraum-Erdungsschalter für 12 kV (nach EN 62271-1, EN 62271-102, Klassen M1, E1) mit Motorantrieb zur Erdung des Transformators vorzusehen, analog wie bei den Gleichrichtertransformatoren (siehe Tabelle 1).

Es ist eine Verriegelung des Motorantriebes des Erdungsschalters zum vorgelagerten dreipoligen Erdungsschalter des zugehörigen MS-Feldes sicherzustellen, bevorzugt mittels Sperrmagneten am Antrieb. Der Antrieb ist am Innenraum-Erdungsschalter in Richtung Tür hin anzuordnen. Dies ist bei der Werkplanung bezüglich Aufstellung des Transformators und damit der Lage des Innenraum-Erdungsschalters zu berücksichtigen. Die Bedienung des Not-Handantriebs erfolgt mittels Handkurbel und muss aus Richtung Tür möglich sein. Die elektrische Bedieneinheit des Antriebes im Transformatorraum ist vor der Absperrstange anzuordnen und mit einer Sicherung vor zufälliger Schaltung zu schützen.

Ortsnetzeinspeisung:

Neben dem Eigenbedarfstransformator ist eine separate Ortsnetzeinspeisung (über die Netz Leipzig) mit einem Trenntransformator (Dyn5, 25 kVA Nennleistung) als sekundäre Speisung vorgesehen. Diese dient der Sicherstellung der Eigenbedarfsversorgung bei Ausfall der Mittelspannung (damit Ausfall des Eigenbedarfstransformators) um die Steuerfunktionen im GUV aufrechterhalten zu können sowie bei der Revision der MS-Schaltanlage. Die Umschaltautomatik zwischen Eigenbedarfstransformator und Ortsnetz muss zur Reduzierung von Verlusten den Ortsnetztrenntransformator beidseitig (primär- und sekundärseitig) abschalten, so dass bei Betrieb mit Eigenbedarfstransformator der Ortsnetztrenntransformator beidseitig vom Netz getrennt ist.

Das Anliegen der Ortsnetzspannung ist zu überwachen und über eine Fernmeldung „Ortsnetz Spannung fehlt“ an die Leitstelle der LVB zu übertragen. Ebenso ist die Stellung der Umschaltautomatik an die Leitstelle der LVB zu übertragen.

Als Vorbereitung der Aufstellung und Inbetriebnahme des tGUV wird das Unterwerk mit einem neuen Ortsnetzanschluss ausgestattet. Die Zähleranschluss säule (ZAS) des Ortsnetzes wird an der westlichen Grundstückseite am Zaun (neben dem Tor) positioniert. Die Säule ist mit zwei Sicherheitsabgängen auszurüsten.

Batterieanlage:

Bei totalem Ausfall aller Fremdeinspeisungen soll ein störungsfreier Betrieb (Notbeleuchtung, Steuer spannung, Versorgung FW-Anlage und SPS) mit der Batterieanlage von mindestens acht Stunden gewährleistet werden. Dafür ist eine komplette Batterieanlage mit 110 V und 110 Ah vorgesehen.

Der zugehörige Ladegleichrichter wird im Batterieschrank mit eingebaut. Um den Ladegleichrichter im Fall eines Fehlers schnell ersetzen zu können, ist eine Anschlussmöglichkeit für einen gesonderten (externen) Ladegleichrichter vorzusehen. In die Tür des Batterieschranks sind die Anzeigen für Ladespannung, Gerätestrom, Batteriestrom und Ladestrom einzubauen.

Die DC-110-V-Verteilung wird vom Ladegleichrichter bzw. von der Batterie gespeist und liefert die Hilfsspannung für alle Anlagenteile sowie für die Notbeleuchtung.

Eigenbedarfsverteilung und Installation:

Zur Niederspannungsversorgung des Unterwerkes gehören weiterhin eine Eigenbedarfsverteilung sowie die zugehörige Installationstechnik.

Die Elektroinstallation für die Niederspannung des Unterwerkes umfasst neben der Energiebereitstellung zur Steuerung aller Schaltanlagen sowie für die Leit- und Fernwirktechnik auch die gesamte Installationstechnik für die Beleuchtung, Lüfter, Heizung, General-AUS-Taster sowie Steckdosen.

Die Beleuchtungen des Schaltraumes, der Transformatorräume und der Werkstatt werden durch Schließkontakte betätigt und erfolgt demnach immer, wenn das Gebäude betreten bzw. verlassen wird (über Verriegelung der Tür). Bei einem Ausfall der AC 400/230 V wird automatisch auf die Notbeleuchtung (über die Batterie) umgeschaltet, sofern das G UW besetzt ist.

Für die Beleuchtung und die Notbeleuchtung sind LED-Lampen einzusetzen. Die Notbeleuchtung wird dabei über die Batterieanlage des Unterwerkes versorgt.

Für die folgenden Stromkreise mit Steckdosen wird jeweils ein eigener allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter (RCD) pro Stromkreis eingebaut:

- Stromkreis Steckdosen 16 A Schaltraum und Werkstatt
- Stromkreis Steckdosen 16 A Transformatorenräume
- Stromkreis Steckdosen 32 A Schaltraum und Werkstatt
- Stromkreis Versorgung Baustromverteilung 32 A (bauzeitlich, später Reserve)

Über die Eigenbedarfsanlage wird ebenfalls die Beleuchtung im Kabelkeller versorgt, die über Lichtschalter im Bereich der Kellereinstiege bedient wird.

Die Anordnung der Elektroinstallationen sind den Grundrissplänen (siehe Unterlage 03_02_02 und 03_02_03) zu entnehmen.

Bei der Herstellung und Ausführung der gesamten Schaltschränke und Niederspannungstechnik sind die Anschlussbedingungen an das Niederspannungsnetz (siehe /2-5/ bis /2-8/) sowie die Technischen Anschlussregeln Niederspannung des VDE in aktueller Fassung zu berücksichtigen /2-9/.

1.2.3.13 Speicherprogrammierbare Steuerung des Unterwerks

In einem zentralen Melde- und Bedienfeld erfolgt über eine zentrale speicherprogrammierbare Steuerung (ZSPS) die Steuerung des gesamten Gleichrichterunterwerks. Die ZSPS übernimmt die Steuerung der einzelnen Zellen und die Anbindung des G UW an die Fernwirkanlage, überwacht Grenzwerte und Verriegelungen mit Auslösung von Störungs- bzw. Alarmmeldungen, mit Ankopplung an die Fernwirkzentrale.

Die Netzwerktopologie zur Verbindung der Schutz- und Steuergeräte mit den Geräten/Switch im Melde- und Bedienfeld ist ringförmig aufzubauen, um eine hohe Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit zu gewährleisten und die Forderungen der BOStrab auch beim Ausfall/Ausschalten eines einzelnen Schutz- und Steuergerätes zu erfüllen.

Es soll eine Netzwerk-Ringstruktur auf geeigneter, für industrielle Nutzung ausgelegter Ethernet-Technologie erstellt werden. Die Anbindung an den Switch des Melde- und Bedienfeldes muss redundant sein. Es sind jeweils separate Netzwerk-Ringe (vorzugsweise LWL) für die AC- und die DC-Anlage zu realisieren.

Die einzelnen Ports der Geräte sind zu überwachen, um eine Fehlererkennung/Fehlerdiagnose im jeweiligen Ring sicherzustellen. Für jedes Gerät ist eine Fehlermeldung „Port A Fehler“ und „Port B Fehler“ vorzusehen und an die SCADA-Schnittstelle sowie das Stations-HMI zu übertragen und dort zu speichern und anzuzeigen.

1.2.3.14 Fernwirktechnik

Im G UW wird eine Datenkopplung mittels RTU eingerichtet, welche durch den AG parametrierbar sein soll. Das Prinzip ist in der Unterlage 03_03_02 dargestellt.

Die Verbindung RTU - ZSPS soll als Datenverbindung nach IEC 60870-5-104 hergestellt werden. Binärdaten werden RTU- und ZSPS-seitig eingerichtet und geprüft und müssen anschließend nicht mehr verändert werden.

Die Anbindung von Mastschaltern sowie von Sondermeldungen und -befehlen soll direkt über BA- und BE-Karten der RTU erfolgen. Eine Einbeziehung der ZSPS ist hierfür nur für gegebenenfalls erforderliche Verriegelungen mit den Streckenschaltern notwendig. Messwerte der Mittelspannungsschaltanlage werden zusätzlich über AE-Karten der RTU erfasst.

Im oberen Teil des RTU-Schranks ist ausreichend Platz für den zukünftigen Einbau von Ansteuergeräten für bis zu 20 Schalterfernantrieben vorzuhalten. In diesem Bereich sind bis auf die dann ausgeschriebenen Ansteuergeräte und die Montageschienen keine weiteren Geräte anzuordnen.

Die Anbindung von den Schutzgeräten der Mittelspannungsschaltanlage soll mittels IEC-Protokoll erfolgen. Sicherheitsrelevante Verbindungen sind jedoch zusätzlich hart zu verdrahten.

In Vorbereitung der Werkplanung ist in Unterlage 03_03_03 eine strukturierte Datenpunktliste vorgegeben, welche einheitlich für alle GUV der LVB verwendet wird. Die Struktur beinhaltet in der Adresse nach IEC

- GUV-Nummer
- Anlagenteil (Einspeisung, Gleichrichter/Transformator, Strecken, Eigenbedarf, Sonstige, ...)
- Zellenbezeichner (Nummer des Gleichrichters/Transformators, Streckenzelle, ...)
- Fortlaufende Nummer des Datenpunktes (DP)

Das Datenmodell wird fortgeschrieben. Bei Einführung neuer DP werden vorzuhaltende Reserven genutzt. Einmal mit einer bestimmten Information belegte DP werden nicht für andere Informationen neu belegt und bleiben bei Nichtnutzung frei (Reserve).

Das Datenmodell stellt ein Grundgerüst im Sinne einer Einheitsdatenliste dar, welches durch den Anlagenerrichter an den Aufbau der jeweiligen Anlage angepasst und anschließend vom AG freigegeben werden muss. Meldungen, die bei der vorliegenden Anlage irrelevant sind (Aggregat nicht vorhanden oder Information kann nicht bereitgestellt werden), sind als bereits vergebener Platzhalter zu verstehen, um diese Datenpunkte bei anderen Anlagen (später) nutzen zu können.

Die Anbindung des GUV an die Leitstelle erfolgt nach IEC 60870-5-104. Die Übertragung erfolgt über eine Verbindung der Firma Netz Leipzig. Die Schnittstelle ist am Fernwirkschrank der Netz Leipzig.

Über die ZSPS und das Display muss Folgendes abrufbar und anzeigbar sein:

- Protokoll
- Störmeldungen
- Anlagenzustand
- Schaltbild

Die farbige Darstellung der Schaltzustände erfolgt mit Rot für Aus und Grün für Ein.

Bei einem Umstellen der Steuerung des GUV auf ‚vor Ort‘ müssen dennoch alle Messwerte über das Fernwirkssystem für die Fernübertragung aktivierbar und deaktivierbar bleiben.

1.2.4 Energiedaten-Management-System

Seitens der LVB wird ein auf der ISO-Norm 50001 basierendes Energiedaten-Management-System (EMS) aufgebaut, dass die Überwachung, Messung und Analyse von Energiedaten unterstützt. Dieses soll weiterhin die Möglichkeit bieten, durch ein Lastmanagement in die Steuerung der Unterwerkskomponenten einzugreifen.

Die Schaltanlagen des G UW sind für die Anbindung und Daten-/Befehlsübertragung zum/vom Energie-Management-System der LVB vorzubereiten. Hierfür sind folgende Funktionen des Energiedaten-Management-System für das G UW zu berücksichtigen:

- Datenaufnahme der Energiewerte von den in der Anlage "Grunddaten Energiedaten-Management-System" (siehe Unterlage 03_03_04) angegebenen Datenquellen,
- Visualisierung, Steuerung und Überwachung der bereitgestellten Daten
- Speicherung der Minuten-Messwerte (Mittelwerte, Min/Max-Werte) für mindestens 10 Tage - maximal 14 Tage,
- Anzeige der Energiewerte in einer Übersichtsmaske und entsprechende Berechnungen (Gesamtwertanzeigen und pro Abgang je nach Verfügbarkeit der Energiewerte),
- Umrechnung der Energiewerte (kWh in EUR und CO₂ nach gemeinsam festzulegenden Umrechnungsfaktoren,
- Anzeige der Energiewerte in Kurvenform selektiv nach einzugebendem Zeitbereich,
- Grenzwertüberwachungen mit entsprechender Meldung,
- Möglichkeit zur Definition und Hinterlegung von Standardberichten (z.B. Tagesverlauf, Wochenverlauf, Einzelwertverläufe),
- Lastmanagement (Möglichkeit für automatisierte, zeit- oder ereignisgesteuerte Schalt-handlungen im Einflussbereich der Unterwerksteuerung).
- bei betrieblicher Notwendigkeit müssen die Lastmanagement-Funktionen deaktivierbar sein

Alle zu übertragenden Werte, Befehle und Meldungen sind im Zuge der Werkplanung zu vereinbaren. Diese müssen auch nachträglich nach gesonderter Vereinbarung implementiert werden können.

Durch den AN ist bei der technischen Ausführung der Schaltanlagen zu klären, welche zusätzliche Technik zur Messwerterfassung in der geforderten Qualität und Genauigkeit notwendig ist (zusätzliche Wandler, zusätzliche Messkerne, usw.). Messwandler sind grundsätzlich so zu dimensionieren, dass eine Messgenauigkeit von 1% bezogen auf die jeweilige Nennspannung/Nennstrom der Anlage (nicht des Wandlers oder der Erfassungsbaugruppe) sichergestellt ist. Diese Genauigkeit ist ebenso der Energieberechnung zu Grunde zu legen.

Bei der schwellwertgetriebenen Messwertübertragung ist generell ein integratives Verfahren anzuwenden. Bei dem integrativen Schwellwertverfahren werden die Differenzen des aktuell erfassten Wertes (Xi) und des zuletzt übertragenen Wertes (X0) addiert und mit dem Erfassungszyklus Dt (in s) gewichtet. Ist der Betrag dieses Wertes größer als die parametrisierte Schwelle S, wird der Messwert spontan nach folgender Formel übertragen:

$$I = | \text{Summe}(Xi - X0) Dt | > S$$

Erfolgt keine durch das integrative Schwellwertverfahren ausgelöste Übertragung, so ist spätestens nach einer Minute ein Wert zu übertragen.

Die Daten der Batterie-Anlage müssen nicht erfasst werden.

Es ist zwingend eine automatische Synchronisation der Uhrzeit erforderlich. Dies kann per Protokoll SNTP über die RTU (Uhrfunktion), über DCF77 oder GPS erfolgen. Kommt eine separate DCF77- oder GPS-Funkuhr zum Einsatz, ist eine Antenne für die Funkuhr zu liefern und zu montieren.

Die anfallenden Daten sollen im G UW über den Rechner des Energiedaten-Management-System vorverarbeitet werden, um Datenvolumen zu verringern. Für jede Minute soll ein Durchschnittswert der Leistung sowie der Minimal- und Maximalwert gespeichert werden. Die Daten sollen über die vorhandene Netzwerkverbindung zum Leitsystem übertragen werden.

Eine direkte Verbindung der Netzwerksegmente Netzleitsystem und Stationstechnik ist aus Gründen der Netz-Werksicherheit nicht erlaubt. Die Daten könnten z. B. mittels transparenter Datentypen über das IEC-60870-5-104-Protokoll durch die RTU hindurch übertragen werden, andere Lösungen sind möglich.

In der hier zu realisierenden Phase des Energiedaten-Management-Systems ist es nicht vorgesehen, automatische Ab-/Umschaltungen durch das Energie-Management-System vorzunehmen. Es muss möglich sein, solche Funktionen zu einem späteren Zeitpunkt nachzurüsten oder zu aktivieren.

Die beiliegende Datenliste "Grunddaten Energiedaten-Management-System" (siehe Unterlage 03_03_04) ist bei der Kalkulation und technischen Umsetzung zu berücksichtigen, in Abstimmung mit dem AG.

Das gelieferte EMS muss zur Verwendung in Energie-Management-Systemen nach DIN EN ISO 50001 zertifiziert sein. Die notwendigen Abstimmungen sind durch den AN während der Werkplanung mit dem AG zu führen.

1.2.5 Innenkabelanlage GUW PAU

1.2.5.1 Innenverkabelung des GUW

Alle neuen Mittelspannungs-, Leistungs-, Niederspannungs- und Steuerkabel werden im Kabelkeller auf dem Boden oder auf Kabelführungssystemen geordnet verlegt und über die im Fußboden vorgesehen Durchbrüche nach oben zu den Anschlüssen der Schaltanlagen im Schaltraum geführt.

Im Bereich der Einstiege zum Kabelkeller sind die Kabelführungssysteme so anzuordnen, dass ein problemloses Betreten des Kabelkellers möglich ist. Einstiege aus dem Erdgeschoss in den Kriechkeller gibt es im Schaltanlagenraum an der östlichen und südwestlichen Gebäudeseite. Ein Übersteigen der Kabelführungssysteme muss möglich sein.

In Bereichen von Kabelkreuzungen erfolgt die Kabelführung über Kabelbühnen bzw. Kabelpritschen zur kreuzungsfreien Querung der Kabelanlagen. Allgemein sollen bei der Kabelverlegung die Belange der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) berücksichtigt werden.

Außerdem muss aus Wartungs- und Instandhaltungsgründen der Zugriff auf die Kabel zu jeder Zeit sichergestellt sein. Dies ist in der Werkplanung zu den Kabelanlagen zu berücksichtigen.

Die im Kabelkeller vorzusehenden Beleuchtung inkl. Notleuchten wird so angeordnet, dass auch im Bereich der Fluchtwege an den Kellereinstiegen eine ausreichende Notbeleuchtung vorhanden ist.

Die Mittelspannungs- und Gleichspannungskabel werden möglichst systemweise verlegt. Die Niederspannungs- und Steuerkabel werden auf Kabelpritschen oder in Kabelkanälen entlang der Wände unterhalb der Kellerdecke geführt. In allen Räumen oberhalb des Kabelkellers sind die Kabel (Kommunikations- und Steuerkabel, Niederspannungskabel) in Kabelkanälen zu verlegen.

Bei der Ausführung der Innenverkabelung sind auch alle notwendigen Erdungsanschlüsse innerhalb des Gebäudes zu berücksichtigen. Die verbleibenden Teile der Alt-Erdungsanlage sind in die neue Erdungsanlage mit einzubinden.

Die neuen Einführungen der Bahnstromkabel in das Unterwerksgebäude befinden sich an der Westseite des Unterwerksgebäudes. Hier werden Speisekabel, Rückleiterkabel und Erdung in den Kabelkeller eingeführt. Parallel dazu erfolgt auch die Einführung der Mittelspannungskabel, des Niederspannungskabels (Ortsnetz), des Kommunikationskabels (LWL-Kabel der Netz Leipzig) sowie eines Niederspannungskabels der LVB an der Westseite des Gebäudes. Es werden zusätzliche Reserveeinführungen zum Nachrüsten von Kabeln und Leitungen vorgehalten.

In die Rückleiterkabel zwischen dem Rückleitterschrank und den bestehenden Rückleiterpunkten RP212 und RP213 werden je ein Rückleiterwiderstand eingebunden. In die Rückleiterkabel des neu

zu errichtenden Rückleiterpunktes RP219 kommen gleichfalls zwei neue Rückleiterwiderstände zum Einsatz. Alle vier Rückleiterwiderstände werden im Kabelkeller unterhalb des Schaltanlagenraumes angeordnet.

Für den Anschluss der MS-Kabel an die Gleichrichtertransformatoren und den Eigenbedarfstransformator ist jeweils eine Sammelschienenkonstruktion an den Wänden der Transformatorräume vorgesehen. Der Anschluss dieser Sammelschienen an die Anschlusspunkte des Transformators erfolgt zum Ausgleich von Schwingungen über entsprechende Ausgleichsstücke (Schwingungselemente). Über die Anschlusspunkte der Transformatoren erfolgt auch die Anbindung zum jeweiligen Innenraum-Erdungsschalter im Transformatorraum.

Zur Kabelanlage des GUW gehören die Lieferung und die Montage sämtlicher für den Betrieb notwendiger Kabel und Leitungen zwischen den Anlagenteilen, einschließlich aller Befestigungs- und Einbaumaterialien (Montagematerialien) und Kabelführungen. Das sind u. a. folgende Kabelverbindungen:

- Mittelspannungsschaltanlage und Gleichrichtertransformator,
- Mittelspannungsschaltanlage und Eigenbedarfstransformator,
- Gleichrichtertransformator und Gleichrichter,
- Gleichrichter und Gleichspannungsschaltanlage,
- Eigenbedarfstransformator und Niederspannungsverteilung GUW,
- Niederspannungsverteilung und Ladegleichrichter,
- Batterie, Ladegleichrichter und DC-110-V-Verteilung,
- Zählerschrank, Ortsnetztrenntransformator und Niederspannungsverteilung,
- schaltschrankinterne Kabelverbindungen der einzelnen Schaltanlagen,
- Steuer-, Melde-, Versorgungs-, und Kommunikations-Kabelanlagen,
- Leitungen für die komplette Elektroinstallation des Unterwerks, inklusive Sicherheitsbeleuchtung, Rettungsschilder, Außenbeleuchtung und General-AUS,
- interne Erdungsanbindungen.

Weiterhin gehören zur Innenverkabelung die Verbindungskabel für Steuerung und Meldung zwischen Gleichspannungsschaltanlage, Gleichrichtern, Transformatoren, Mittelspannungsschaltanlage, Zählerschrank, Niederspannungsverteilung, Batterie, Ladegerät, DC-110-V-Verteilung, General-AUS, Schließkontakte in den Außentüren zu Steuerschrank und Fernwirkunterzentrale sowie sonstige Verbindungen innerhalb des Unterwerkes.

Alle direkt im Unterwerk zu verlegenden Kabel sind nach DIN EN 50575 (Stand 02-2017) halogenfrei auszuführen. Die Mäntel der Leistungskabel entsprechen in ihrem Brandverhalten mindestens den Anforderungen nach DIN EN 60332-1-2, Klasse ECA. Kabelanlagen für die Sicherungsanlagen und für die Notbeleuchtungen sind für einen Funktionserhalt im Brandfall von mindestens 30 min ausgelegt.

1.2.5.2 Einsatz von Rückleiterwiderständen

Im Bestands-Unterwerk sind vier Rückleiterwiderstände im Einsatz. Die Rückleiterwiderstände werden zurückgebaut und der IFTEC zur weiteren Verwendung übergeben.

Im modernisierten Unterwerk werden zukünftig vier neue Rückleiterwiderstände eingesetzt. Jeweils ein Rückleiterwiderstand für die Bestands-Rückleiterpunkte RP212 und RP213 und zwei Rückleiterwiderstände für den neu zu errichtenden Rückleiterpunkt RP219.

In die Kabelzuführung der vorhandenen Rückleiterpunkte RP212 (über Rückleiter-RV 612) und RP213 (über Rückleiter-RV 613) werden mit der Modernisierung des Unterwerkes zwei neue Rückleiterwiderstände eingebunden, als Ersatz für die Bestands-Widerstände. Pro Rückleiterwiderstand werden am Eingang und am Ausgang jeweils zwei Kabel vom Typ NA2XS(F)2Y 1x500 mm² angeschlossen. Die am Eingang der Rückleiterwiderstände angeschlossenen Kabel führen jeweils zum Rückleisterschrank, die am Ausgang angeschlossenen Kabel zum Kabelbestand in Richtung RVs an der Gleistrasse.

Der Rückleiterpunkt RP219 wird an den Gleisen, direkt westlich vom Unterwerk neu aufgebaut. Der RP219 dient zukünftig als Haupt-Rückleiteranschluss des GUW PAU. Aufgrund der zu erwartenden Rückleiterströme kommen dabei zwei Rückleiterwiderstände zum Einsatz. Der Einsatz von zwei Rückleiterwiderständen wurde wegen der Strombelastbarkeit (Leistung), der damit verbundenen Abmessungen und der möglichen geringeren Erwärmung der Rückleiterwiderstände gewählt.

Für die Anbindung des Rückleitungspunktes RP219 kommen gesamt vier Kabel vom Typ H07RN-F 1x240 mm² Cu zum Einsatz. Jeweils zwei der Kabel kommen pro Gleis zum Einsatz (pro Schiene ein Kabel). Die beiden Kabel werden jeweils zwischen Rückleisterschrank und Eingang eines Rückleiterwiderstandes und zwischen dem Ausgang des Rückleiterwiderstandes und dem zugehörigen Gleisanschluss mittels Gleisanschlusskasten (GAK) verlegt.

Durch den Einsatz von den vier neuen Rückleitungswiderständen sowie dem Anschluss des neuen Rückleiterpunktes RP219 am GUW PAU muss der benötigte Widerstandswert der einzelnen Rückleiterwiderstände im Zuge der Bauausführung durch den Anlagenlieferanten berechnet werden. Durch den neuen Rückleitungspunkt werden sich die Widerstandswerte in der Rückleitungsanlage im Bereich des GUW PAU ändern, so dass eine Berechnung aller vier Widerstandswerte notwendig ist. Hierfür sind durch die LVB aktuelle Netzdaten zur Verfügung zu stellen. Die Berechnungsergebnisse sind der LVB vorzulegen und in Abstimmung die neuen Rückleitungswiderstände zu dimensionieren.

Die Rückleiterwiderstände sind komplett zu liefern und mittels mobiler Hebevorrichtung durch den östlichen Kellereinstieg im Schaltanlagenraum in den Kabelkeller abzulassen und an die Aufstellorte mittels Rollen zu verschieben. Die Aufstellung erfolgt im östlichen Bereich des Kabelkellers aufgrund des dort guten Zuganges zu den Rückleiterwiderständen und der Möglichkeit die Widerstände bei Bedarf (Reparatur, Wartung, Austausch) ohne Kabelkreuzungen aus dem Keller herausheben zu können.

1.2.6 Außenkabelanlage des GUW PAU

1.2.6.1 Allgemeines zur bestehenden Bahnstromkabeltrasse

Die Außenkabelanlage des GUW besteht aus Gleichspannungs-, Mittel- und Niederspannungs- sowie Kommunikationskabeln. In Richtung Unterwerksgrundstück verläuft eine Bestandskabeltrasse aus Richtung Westen. Direkt vor dem Unterwerksgrundstück teilt sich diese Bestandskabeltrasse auf. Ein Teil der Bestandskabel wird an der westlichen Gebäudeseite ins Unterwerk eingeführt, ein zweiter Teil der Bestandskabel an der südlichen Gebäudeseite.

Mit der Modernisierung des Unterwerkes werden alle Bahnstromkabelanlagen (Mittelspannungs-, Gleichspannungskabel, Starkstromkabel) ab den neuen Schaltanlagen bis an die Anbindepunkte an den Bestandskabeltrassen als neue Kabelenden verlegt und an der westlichen Gebäudeseite eingeführt.

Als Gleichspannungskabel sind Aluminiumkabel mit einem Querschnitt von 1x 500 mm² verlegt. Als Mittelspannungszuführung sind zwei Mittelspannungssystem 3x1x 240 mm² NA2XS(F)2Y verlegt.

Die Kabelanbindung des neuen Rückleitungspunktes am G UW (RP219) erfolgt mit Kabel vom Typ H07RN-F 1x240 mm² Cu.

1.2.6.2 Hinweise zur Bauausführung der Kabeltrassen

Mit der Modernisierung des Unterwerkes werden alle Bahnstrom-Kabelanlagen (Mittelspannungs-, Gleichspannungskabel und Starkstromkabel) ab den neuen Schaltanlagen bis an die Anbindepunkte an die Bestandskabeltrassen als neue Kabelabschnitte verlegt und mit der bisherigen Zuordnung wieder an die neuen Schaltanlagen und die Bestandskabelanlagen angeschlossen. Die Anbindepunkte werden mittels Kabelmuffen in Muffenfeldern westlich vom Unterwerksgebäude realisiert.

Weiterhin ist ein bauzeitlicher Betrieb von Kabelanlagen beim Einsatz des tG UW zu berücksichtigen.

Die zeitliche Abfolge der Kabelbaumaßnahmen sind mit dem AG, der Netz Leipzig und zwischen Kabelbau und Kabeltiefbau zu koordinieren, inklusive der Abstimmung mit dem AN des Loses 2.

Bei der Kabelverlegung sind die Anforderungen aus den Technischen Richtlinien der LVB TR_02_02_01_01 (siehe /2-11/) und TR_02_02_02_01 (siehe /2-12/) zu berücksichtigen.

Im Bereich von Parallelführung und Kreuzungen der Kabeltrassen mit anderen Medien und Leitungen sind die Mindestabstände einzuhalten und entsprechende baulichen Schutzmaßnahmen umzusetzen.

1.2.6.3 Parallelbetrieb G UW und tG UW

Für den Probetrieb vor der Inbetriebnahme des tG UW sowie vor der Inbetriebnahme des umgebauten G UW werden insgesamt zwei bauzeitliche Parallelbetriebe (MS-Ringschluss) des tG UW mit dem G UW PAU notwendig:

1. Herstellung Mittelspannungsanschluss am tG UW (in Kabelsystem G UW PAU – G UW KIE) sowie 1. Mittelspannungsringchluss zwischen tG UW und G UW PAU (1. Parallelbetrieb) über Anbindepunkt (Verbindungs-muffe) westlich vom G UW. Nach erfolgtem Mittelspannungsringchluss kann das tG UW mittelspannungsseitig in Betrieb gehen.
2. Herstellung Mittelspannungsanschluss an neuer MS-Schaltanlage im G UW PAU und Herstellung 2. Mittelspannungsringchluss (in Kabelsystem G UW PAU – G UW KIE) zwischen tG UW und G UW PAU (2. Parallelbetrieb). Nach erfolgreichem Mittelspannungsringchluss kann das G UW PAU teilweise in Betrieb gehen. Die für den Betrieb des tG UW nicht benötigten Bahnstromkabel werden daraufhin über die neue GS-Schaltanlage im G UW PAU betrieben, das tG UW bleibt weiter im Betrieb.

Die genauen Ausführungen zum Mittelspannungsringchluss und den Parallelbetrieben zwischen tG UW und G UW sind der Unterlage 03_03_05 zu entnehmen.

1.2.6.4 Übergabepunkt NS-Anschluss Netz Leipzig

Vor Beginn der Modernisierungsarbeiten soll eine neue Ortsnetz-Anschlusssäule inklusive des NS-Zählers (Netz Leipzig) errichtet werden, da die vorhandene Ortsnetzanbindung des G UW PAU für die zukünftig angesetzte Leistung von 25 kVA nicht ausreichend ist.

Die Übergabegrenze für den neuen Ortsnetzanschluss ist die zu errichtende ZAS zum Anfang der Baumaßnahme. Der Zählereinbau, die Inbetriebnahme des ON-Anschlusses sowie die Anbindung an die Bestandskabelanlagen der Netz Leipzig sind durch die Netz Leipzig zu erbringen. Die Aufstellung der ZAS wird durch die Baumaßnahme Umbau G UW PAU erbracht.

Bauzeitlich dient die Ortsnetzanbindung der Niederspannungsversorgung des tG UW sowie der Baustromverteilung.

Mit der späteren Montage der Eigenbedarfsanlage des G UW ist auch die Ortsnetzanbindung mittels Kabelverbindung ins Unterwerk herzustellen. Der Baustromverteiler wird dann über einen Abgang der Eigenbedarfsanlage des modernisierten G UW versorgt. Das tG UW bleibt bis zur Außerbetriebnahme direkt an der Zähleranschlusssäule angeschlossen.

Die Kabeleinführung des Ortsnetzkabels in das G UW PAU erfolgt auf der Westseite in den Kabelkeller des Schaltanlagenraumes. Der Anschluss des Ortsnetzes von der Zähleranschlusssäule bis in das G UW erfolgt mit einem Kabel vom Typ NYY-J 4x35 mm².

1.2.6.5 Telekommunikationsanschluss G UW

Im G UW PAU ist ein Anschluss an das Netz der Telekom vorhanden. Während der Umbauphase und Außerbetriebnahme des Unterwerks verbleibt der Telekomanschluss in Betrieb und wird zur Kommunikationsanbindung für das tG UW benötigt.

Während der Modernisierungsarbeiten wird das Anschlusskabel der Telekom nach außen verlegt. Der Telekom-Anschlusspunkt wird in das tG UW versetzt und dient für die bauzeitliche kommunikationstechnische Anbindung des tG UW mit der Leitstelle der LVB.

Im Zuge der Modernisierung des G UW PAU ist dann ein Anschluss an das Kommunikationsnetz der Netz Leipzig vorgesehen (vertragliche Regelung zwischen LVB und Netz Leipzig). Die Anbindung wird mittels LWL-Kabel erfolgen, Ausführung über die Netz Leipzig.

Im G UW PAU ist für den Kommunikationsanschluss der Netz Leipzig ein Wandschrank (60 x 60 cm) vorzusehen, der im Eingangsbereich des Werkstattraumes angeordnet wird. Die Niederspannungsvorsorgung (AC 230 V) des Wandschranks erfolgt über die Eigenbedarfsanlage des G UW PAU. Weiterhin ist eine Kabelanbindung an die DC 110 V-Verteilung im Batterieschrank vorzusehen. Vom Wandschrank der Netz Leipzig ist ein Kommunikations-Anschluss zum Fernwirkschrank des G UW herzustellen, über den die LVB-interne Kommunikationsanbindung der Leittechnik des G UW erfolgt. Die Erdung des Wandschranks erfolgt im G UW über die HES.

Der im Unterwerk vorhandene Kommunikationsanschluss der Telekom kann dann zurückgebaut und abgemeldet werden. Die notwendigen Abmelde- und Umbinde-Leistungen an den Telekom-eigenen Anlagen werden direkt von der Telekom ausgeführt und über den AG beauftragt.

1.2.6.6 Errichtung neuer Rückleiterpunkt (Hauptrückleitung G UW)

Mit der Modernisierung des Unterwerkes soll zusätzlich der neue Rückleitungspunkt RP219 als Hauptrückleitung für das G UW PAU errichtet werden.

Der neue Rückleitungspunkt wird westlich vom Unterwerk im Bereich der neuen Gleisquerung im Gleisbereich errichtet

Die vier Rückleiterkabel des RP219 werden jeweils paarweise über zwei neue Rückleiterwiderstände an den Rückleiterschrank des G UW PAU angebunden.

1.2.6.7 Mittelspannungsanschlüsse G UW

Für den spannungsfreien Umbau der Unterwerkes Paunsdorf ist der Einsatz eines tG UW notwendig. Entsprechend gliedern sich die Maßnahmen für den Mittelspannungsanschluss am G UW PAU in vier Abschnitte:

- Einbindung des tG UW in den Mittelspannungsring und 1. Parallelbetrieb G UW PAU mit tG UW,
- Betrieb des tG UW im Mittelspannungsring,

- Einbindung des modernisierten G UW PAU in den Mittelspannungsring und 2. Parallelbetrieb G UW mit tG UW,
- Ausbindung des tG UW, Herstellung Endzustand Mittelspannungsanschluss am modernisierten G UW PAU.

Die Einbindung des tG UW erfolgt in den Mittelspannungsring SSt 3500 – G UW PAU – G UW KIE – G UW SNZ, in den Systemabschnitt zwischen G UW Paunsdorf und G UW Kiebitzmark. Dabei ergibt sich der Zustand, dass bei einem möglichen Fehlerfall der MSA im tG UW das Unterwerk G UW PAU weiter über die Schaltstelle SSt 3500 der Netz Leipzig und die Unterwerke G UW KIE und G UW SNZ weiter über das Umspannwerk Lz Ost der Netz Leipzig versorgt werden können (siehe Anlage 03_03_05). Zu beachten ist, dass die zwei Mittelspannungssysteme SSt 3500 – G UW PAU und G UW PAU – G UW KIE des LVB-Mittelspannungsnetzes bis zum G UW Paunsdorf verlaufen. Die eindeutige Zuordnung des jeweiligen Mittelspannungskabelsystem ist hier zwingend notwendig.

Im Bereich des Mittelspannungs-Muffenfeldes westlich vom tG UW wird das zum G UW verlaufende Mittelspannungskabelsystem (Abschnitt G UW PAU – G UW KIE) geschnitten und bis zum tG UW verlängert. Weiterhin wird ein zweites Kabelsystem vom tG UW mit dem zum G UW PAU führenden (und bereits geschnittenen) Bestandskabelsystem verbunden.

Nach erfolgreicher Inbetriebnahme des tG UW kann der Mittelspannungsanschluss am G UW PAU außer Betrieb genommen werden. Das Mittelspannungskabelsystem SSt 3500 – G UW PAU wird dabei im Bereich des Mittelspannungs-Muffenfeldes geschnitten, verlängert und an das tG UW angebunden. Die Mittelspannungsverbindung vom G UW zum tG UW wird außer Betrieb genommen. Damit ist das G UW PAU komplett aus dem Mittelspannungsring ausgebonden, das tG UW als Ersatzunterwerk im Mittelspannungsring eingebunden.

Die in Richtung tG UW zu verlängernden Mittelspannungskabel werden abschnittsweise in Kabelschutzrohr verlegt.

Nach der Montage der Elektrotechnischen Anlagen im modernisierten Unterwerk kann die neue Mittelspannungsschaltanlage niederspannungsseitig in Betrieb gesetzt werden. Anschließend sind zwei Mittelspannungskabelsysteme von der Mittelspannungsschaltanlage des G UW PAU (über die neuen westlichen Gebäudeeinführungen) entlang des nördlichen Bereiches der neuen Bahnstromkabeltrasse zum Mittelspannungs-Muffenfeldes zu verlegen.

Nach den Kabelprüfungen wird das von der Mittelspannungszelle K01 kommende Mittelspannungskabelsystem mit dem Mittelspannungskabelsystem zur Schaltstelle SSt 3500 verbunden. Das zweite Mittelspannungskabelsystem von der Mittelspannungszelle K02 wird mit der MSA des tG UW verbunden. Damit ist der Ringschluss über die neue Mittelspannungsschaltanlage des G UW hergestellt, das G UW PAU und das tG UW befinden sich bauzeitlich im zweiten Parallelbetrieb.

Nach dem Umbinden aller Gleichspannungskabel vom tG UW an das G UW PAU kann das tG UW auch mittelspannungsseitig außer Betrieb genommen werden. Das zweite zum tG UW führende Mittelspannungskabelsystem wird im Bereich des Mittelspannungs-Muffenfeldes geschnitten. Das vom G UW PAU zugeführte Mittelspannungskabelsystem wird mit dem zum G UW KIE führenden Bestands-Mittelspannungskabelsystem verbunden. Damit ist das tG UW aus dem Mittelspannungsring ausgebonden und kann für die Außerbetriebnahme vorbereitet werden. Alle zum tG UW führenden Mittelspannungs- und Gleichspannungskabelenden werden wieder zurückgebaut.

1.2.6.8 Technische Hinweise zur Kabelverlegung

Die Montagerichtlinien der LVB „Verlegung von Gleichspannungskabeln in Leitungstrassen“ (siehe /2-11/) und „Verlegung von Mittelspannungskabeln in Leitungstrassen“ (siehe /2-12/) sind zu beachten. In Bezug auf die neuen Kabel und Leitungen ist auch die EN 50575 zu beachten. Die Unterlagen sind durch die AN in der aktuellen Fassung zu beziehen und bei der Bauausführung zu berücksichtigen.

Das Verlegen der Kabel hat grundsätzlich nur über Kabelrollen und -umlenkrollen zu erfolgen. In den Bereichen mit Kabelgestellen muss die Kabelverlegung direkt von Hand durch mehrere Monteure erfolgen. Die zulässigen Zugkräfte der Kabel dürfen dabei nicht überschritten sowie die Mindestbiegeradien nicht unterschritten werden. Mit den Dokumentationen der Komplettanlage sind die Kabelzugprotokolle der Kabelwinde zu übergeben.

Die Kabel- und Leitungsverlegung im Kabelkeller ist geordnet nach Spannungsebenen vorzunehmen. Bei Kabelkreuzungen und Querungen ist ein entsprechender Kabelschutz zu berücksichtigen. Die Verlegung der Mittelspannungskabel hat jeweils als System zu erfolgen.

Im sichtbaren Bereich (innerhalb des Gebäudes) sind alle Leitungen, inklusive Installationsleitungen, in entsprechend dimensionierten Leitungsführungskanälen zu verlegen.

Die in der „Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV)“ sowie der „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV)“ dargelegten Angaben zur Kabelverlegung sind zu beachten.

Alle Kabel sind mit Kabelnummer an beiden Enden/Klemmstellen sowie an Durchführungen und Kreuzungspunkten zu beschriften (dazwischen alle 5 m). Es sind Farbringe um die Kabel an ausgewählten Stellen anzubringen. Bei bereits vorhandenen Kabelanlagen sind die vorgegebenen Kabelbezeichnungen zu übernehmen (Abstimmung mit der LVB/IFTEC erforderlich).

Hinsichtlich der Brandklassen nach EN 13501-6 müssen alle Kabel und Leitungen innerhalb des Gebäudes mindestens der Klassifizierung E_{CA} entsprechen.

Es ist für die von außen eingeführten Kabel (MS-Kabel und Bahnstromkabel) ein Längs- und Querschnittswasserschutz vorzusehen.

1.2.6.9 Einsatz des tGUW

Bei der Modernisierung des GUW PAU soll ein von der LVB neu zu beschaffende tGUW zum Einsatz kommen, das neue tGUW wird LVB-intern als tGUW 4 bezeichnet.

Die Aufstellung des tGUW ist im Bereich nordwestlichen vom Unterwerksgrundstück vorgesehen. Der Stellplatz ist im Bereich westlich von der Umformerstation der Netz Leipzig, direkt neben der Zufahrt zum Unterwerksgelände (westliche Seite). Der Stellplatz liegt auf der Grünfläche nordwestlich des Unterwerksgeländes, somit ist keine Verkehrsbeeinträchtigung in diesem Bereich gegeben.

Für die Verschaltung der über das tGUW zu speisenden Gleichspannungskabel (ausgewählte Kabel der östlichen und westlichen Bahnstromkabeltrasse) sollen beim Betrieb über das tGUW jeweils ein Plus-Kabelverteilerschrank (Plus-KV, KV 398) und ein Minus-Kabelverteilerschrank (Minus-RV, RV 698) als oberirdische Kabelverteiler (OKV) zum Einsatz kommen. Die beiden OKVs KV398 und RV698 werden bauzeitlich an der westlichen Längsseite des tGUW aufgestellt.

Die Anbindung der beiden bauzeitlichen Mittelspannungskabelsysteme für das tGUW an den Kabelbestand erfolgt südlich vom tGUW (Muffengrube). Von der Muffengrube werden zwei neue Mittelspannungskabelsysteme bis zum tGUW (Westseite) verlegt. Entsprechend des Bauablaufes sind zweimal ein zeitlicher Parallelbetrieb der Mittelspannungsschaltanlagen des GUW und des tGUW zu berücksichtigen.

1.2.7 Erdungsanlage

1.2.7.1 Allgemein

Aufgrund des Alters und des aktuellen Zustandes der Innen- und Außenerdungsanlage werden die Erdungsanlagen mit dem Aufbau der neuen elektrotechnischen Ausrüstung gleichfalls komplett neu aufgebaut.

Gemäß DIN EN 50522 (VDE 0101-2) sowie DIN VDE 0100-100 sind alle berührbaren Metallteile von elektrischen Betriebsmitteln (Körper), die Teil des elektrischen Netzes sind, in die Erdung einzubeziehen.

Bei der Ausführung der Erdungsanbindungen ist ein ausreichender Übertragungsquerschnitt entsprechend der elektrischen Anlagen vorzusehen und in den einzelnen Werkplanungen zu den elektrotechnischen Anlagen durch den AN darzulegen.

1.2.7.2 Innenerdungsanlage

Im Schaltraum ist eine Haupterdungsschiene (HES) anzuordnen, an der alle Erdungsverbindungen innerhalb des Gebäudes aufgelegt werden (ET-Ausrüstung Unterwerk, notwendige metallene Ausrüstungen). Über die HES erfolgt auch die Anbindung an die Außenerdungsanlage des Unterwerksgebäudes.

Der Aufbau der HES erfolgt aus messtechnischen Gründen in zwei Teilen, die mittels verschraubter Lasche (baugleiches Material wie HES) miteinander verbunden sind. An einem Teil der HES (Gebäudeerde) werden die Kabelzuführungen der Außenerdungsanlage angeschlossen, am anderen Teil der HES (Anlagenerdung) alle zu erdenden Anlagenteile innerhalb des Unterwerks und der Niederspannungstechnik. Am HES-Teil Anlagenerde ist über ein NH-Trennmesser (im Normalbetrieb offen) auch die Verbindung zu den Kabelschirmen der einspeisenden Mittelspannungskabel herzustellen (siehe Unterlage 03_03_06). Das NH-Trennmesser ist in einem passenden Gehäuse mit durchsichtigem Deckel unterzubringen.

Für die Kabelanbindungen zur Außenerdungsanlage wird an den Kellerwänden im Bereich der dafür vorgesehenen Kabeldurchführungen Potentialausgleichschienen (PAS) aufgebaut, an der die Erdungskabel von außen aufgelegt werden. Ausgehend von dieser PAS wird die jeweilige Erdungsverbindung zur HES mittels Kabel hergestellt.

Die Erdungsanbindungen der Schaltanlagen des GUW sowie der Niederspannungstechnik zur HES werden als Kabelanbindungen ausgeführt. Sämtliche Gebäudebauteile, Türen (Rahmen und Türflügel), Transformatorschienen, metallene Gitterroste und Fußbodenelemente (insbesondere Anlagenrahmen) sind in die Erdungsmaßnahmen einzubeziehen.

In allen Transformatorenräumen sind links und rechts der Türen jeweils Erdungsschienen zum ober- und unterspannungsseitigen Erden der Transformatoren vorzusehen.

Über die HES werden alle anderen notwendigen elektrotechnischen Anlagen und Verteiler des gesamten Gebäudes in die Erdung einbezogen. Der PEN-Leiter des vorhandenen Ortsnetzanschlusses wird isoliert geführt und nicht für die Erdung innerhalb des Gebäudes genutzt. Die Trennung der elektrotechnischen Anlagen des Unterwerkes zum Ortsnetzanschluss wird über einen neu zu installierenden Ortsnetztrenntransformator realisiert.

Eigenbedarfs- und Ortsnetztransformator werden über den Sternpunkt der Niederspannungsseite an die HES angebunden, sodass hier ein definiertes Erdniveau mit der Außenerdungsanlage erzielt wird.

1.2.7.3 Außenerdungsanlage

Die Außenerdung wird aus Edelstahl-Bandstahl 40x5 mm ringförmig um das Unterwerksgebäude verlegt unter dem Einsatz von zwei Tiefenerdern. Der Ringerder wird auf die Sohle der Baugrube (Baugrube rund um das Gebäude über Los 1, im Zuge der Abdichtung der Kelleraußenwände), an deren Rand verlegt. An den Ringerder erfolgt der Anschluss der Tiefenerder. Die Verbindung von der Außenerdungsanlage mit der HES erfolgt mittels mehrerer Kabel.

Die genaue Anzahl (mindestens zwei) und die Länge der notwendigen Tiefenerder sind vom Bauausführenden bei der Bauausführung durch Messung des Erdübergangswiderstandes zu ermitteln. Die Tiefenerder sind so einzubringen, dass ein Erdübergangswiderstand für die gesamte

Erdungsanlage von max. 2 Ω (siehe VDV 525) nicht überschritten wird. Der Abstand zwischen benachbarten Tiefenerdern muss mindestens eine Erderlänge betragen. Nach Fertigstellung der Außenerdungsanlage ist diese komplett mit anstehendem Erdboden (kein Kies) mit mindestens 15 cm Deckung zu umhüllen (technische Abstimmung über Los 3, Herstellung Umhüllung durch Los 1).

Sowohl das Bandmaterial, alle Verbindungselemente als auch das Tiefenerdermaterial sind gemäß DIN 18014 aus V4A-Edelstahl und fachgerecht auszuführen.

Die Verbindung der Außenerdungsanlage (Bänderder) ins Gebäude erfolgt über vier Kabel vom Typ H07 RN-F 1x185 mm² über die dafür vorgesehenen Kabeldurchführungen des Gebäudes. Die vier Kabel werden an den zugehörigen Potentialausgleichschienen (PAS) im Kabelkeller aufgelegt (siehe auch Abschnitt 1.2.7.2).

Für die Anbindung der Blitzableitung sind vier Ausleitungen im Bereich der Fallrohre ab der Ringleitung bis ca. 50 cm oberhalb der Erdoberfläche herzustellen, mit entsprechendem Schutz an den Übergängen des Erdreichs.

Beim Aufbau der Außenerdungsanlage ist auf die Sicherung der im Außenbereich vorhandenen Anlagen, wie Kabel und Leitungen sowie Schächte und sonstige Anlagen zu achten. Es sind entsprechende Sicherungsmaßnahmen vorzusehen.

1.2.7.4 Dokumentation und Messung der Erdungsanlage

Für das GUW ist der Erdungswiderstand der Außenerdungsanlage nachzuweisen und zu dokumentieren. Für verwertbare Messergebnisse muss der Ring- und Tiefenerder zur Messung vollständig von anderen Erdungsanlagen getrennt sein. Der Erdausbreitungswiderstand ist vor der Inbetriebnahme der Schaltanlagen zu messen. Es sind die Werte entsprechend der aktuellen Normung sowie den gültigen Anschlussbedingungen einzuhalten. Die Messergebnisse sind zu protokollieren und entsprechend zu bewerten.

Für die Dokumentation der fachlichen Abnahme der Fundamenterdungsanlagen ist in der DIN 18014:2023-06 Anhang C ein Beispiel für ein Formblatt angegeben.

1.2.8 Blitzschutz und Brandschutz

1.2.8.1 Äußerer Blitzschutz

Das Unterwerk erhält eine äußere Blitzableitung auf dem Dach. Als Blitzfangeinrichtung kommen jeweils an den vier Gebäudeecken und in der Mitte der Gebäudelängsseiten kurze Fangspitzen (0,5 m) zum Einsatz. Die Fangspitzen werden untereinander mittels Dachringleitungen verbunden. Mit diesen Dachleitungen werden ebenfalls die metallenen Dachränder und die Fallrohre in die Blitzableitung mit eingebunden.

Als Auffangleitung (auf dem Dach) und als Ableiter (vom Dach zum Erderanschluss) kommt geeignetes massives feuerverzinktes Rundmaterial mit einem Durchmesser von 8 mm zum Einsatz. Die Auffangleitungen (Dachleiter) sind untereinander mittels Klemmen sowie mittels dafür vorgesehener Halter am Dach, Dachrinne sowie Dachränder zu befestigen.

Die Anbindung der Blitzableitungsanlage erfolgt an die mit Errichtung der Außenerdungsanlage (Ringerder) im Bereich der Fallrohre hergestellten Ausleitungen. Die Erdeinführungen sind im Bereich des Erdübergangs isoliert auszuführen. In die vier Ableitungen sind 0,5 m über dem Erdboden Trennstellen einzufügen, so dass die Widerstandswerte der einzelnen Anlagen im Betrieb prüfbar bleiben.

1.2.8.2 Innerer Blitzschutz

Um den Anforderungen an eine normgerechte und dem Stand der Technik entsprechende elektrotechnische Anlage zu entsprechen ist in der Eigenbedarfsverteilung des GUW eine Überspannungsschutzeinrichtung (SPD) des Typs 2 in 4+0-Schaltung zu installieren.

1.2.9 Betrachtungen zur Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)

1.2.9.1 Inhalt und Abgrenzung der Betrachtung

Die elektromagnetische Verträglichkeit umfasst die Teilbereiche der technischen Beeinflussung von elektrischen bzw. elektronischen Geräten untereinander (EMV) sowie die Wirkung von elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern auf Menschen und Umwelt (EMVU).

Anforderungen zur EMV können aus Normen und Richtlinien abgeleitet werden, unter anderen aus der bahnspezifischen Normengruppe DIN EN 50121, der 26. Verordnung zur Durchführung (26. BImSchV) und der entsprechenden Verwaltungsvorschrift (26.BImSchVVwV), sowie der DGUV Regel 103-013.

Maßgebend für die einzuhaltenden Grenzwerte sind hier die 26. BImSchV sowie die 26.BImSchVVwV, wobei beim GUW PAU der öffentlich zugängliche Bereich von Belang ist. Da das GUW PAU nah am öffentlichen Raum angeordnet ist (freier Zugang bis zum Zaun am Grundstück möglich), ergibt sich die Zaunanlage des Unterwerksgeländes als Übergang, unabhängig von Grundstücksgrenzen. Zu beachten ist dabei, dass der öffentlich zugängliche Bereich um das Unterwerksgelände ein Bereich ist, an denen sich Personen nur vorübergehend aufhalten (kein dauerhafter Aufenthalt).

In der Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) werden technische Möglichkeiten zur Minimierung von elektrischen und magnetischen Felder aufgezeigt, die im Zuge der Planung so weit wie technisch möglich umgesetzt werden.

Da die 26. BImSchV nur für Gleichstromanlagen ab 2000 V gültig ist und sich im GUW PAU nur Anlagen unterhalb dieser Spannungsebene befinden, erfolgt keine Berücksichtigung für Gleichfelder im öffentlichen Bereich.

Für Niederfrequenzanlagen (50 Hz) gilt die 26. BImSchV für Anlagen ab 1.000 V Nennspannung. Die Mittelspannungsebene ist mit der Überspannungsseite der Traktionstransformatoren (10 kV) im GUW PAU vorhanden.

Alle anderen Anlagen im Niederfrequenzbereich haben einen Nennspannungswert unterhalb des Grenzwertes von 1000 V und brauchen nicht in die Betrachtung einbezogen werden.

1.2.9.2 Maßnahmen zur Reduzierung von Elektromagnetischen Feldern

Bei der Planung zum Umbau des Gleichrichterunterwerkes Paunsdorf wurden in Bezug auf EMV sowohl bauliche als auch elektrotechnische Maßnahmen berücksichtigt, um das Auftreten von elektromagnetischen Feldern im öffentlichen Raum außerhalb des Unterwerksgeländes zu minimieren (siehe 26. BImSchVVwV, Abschnitt 5.3.).

Berücksichtigte bauliche Maßnahmen:

- Das Unterwerksgebäude Paunsdorf steht auf LVB-Gelände mit umgrenzender Zaunanlage.
- Die elektrotechnischen Anlagen des GUW wurde so angeordnet, dass ein ausreichend großer Abstand zu den öffentlichen Bereichen gegeben ist.
- Die Anordnung der Schaltanlagen und Transformatoren wurde so gewählt, dass ein maximaler Abstand zu den Gebäudeaußenwänden gegeben ist.

Berücksichtigte elektrotechnische Maßnahmen, unabhängig der Notwendigkeit:

- Die Mittelspannungskabel von der Mittelspannungsschaltanlage zu den drei Transformatoren sind so angeordnet, dass ein möglichst kurzer Kabelweg gegeben ist.
- Alle in Gebäude verlaufenden Mittelspannungskabel (von außen zur Mittelspannungsschaltanlage sowie weiter zu den Transformatoren) sind jeweils systemweise verlegt, um auftretende Felder an den Kabelsystemen zu Minimieren.
- Die Gleichrichtertransformatoren wurden so zueinander angeordnet, dass die unterspannungsseitigen Kabel von den Gleichrichtertransformatoren zu den Gleichrichtern mittig zwischen den Transformatoren liegen und einen großen Abstand von der Gebäudeaußenwand einhalten.
- Die beiden Gleichrichterschranke und der Rückleitorschrank wurden als Anlagenverbund aufgestellt.
- Die Kabel zwischen den Gleichrichtertransformatoren und den Gleichrichtern wurden systemweise verlegt und mit möglichst direkten (kurzen) Kabelwegen.

1.2.9.3 Bewertung EMV-Betrachtung GUW PAU

Der Bewertungsabstand für Niederfrequenz- und Gleichstromanlagen in Bezug auf Minimierungsaktivitäten ist in der 26. BImSchVVwV (Abschnitt 3.2.2) mit 5 m festgelegt, ausgehend von der jeweiligen Anlagenmitte.

Der kürzeste zu bewertendem Abstand ist bei der niederspannungsseitigen Kabelanbindung der Gleichrichtertransformatoren gegeben. Hier ergibt sich ein Abstand bis zur Zaunanlage des Unterwerksgeländes von mehr als 5 m.

Gemäß 26. BImSchVVwV, Abschnitt 3.2.2.3 ist im Zuge der Planung das mögliche Minimierungspotential zu ermitteln, auch im Vergleich zu bereits bestehenden Anlagen.

Für die in den letzten Jahren modernisierten Gleichrichterunterwerke wurden jeweils EMV-Messungen durchgeführt. Die Messungen führen jeweils zu dem Ergebnis, dass selbst bei einem angenommen dauerhaft gelieferten hohen Fahrstrom der vorgegebene Grenzwert für magnetische Flussdichten mit Abstand unterschritten wird. Die entsprechenden Messergebnisse können bedarfsweise bei der LVB eingesehen werden.

Da im modernisierten Unterwerk Paunsdorf vergleichbare elektrotechnische Anlagen errichtet werden, kann davon ausgegangen werden, dass auch hier die Grenzwerte gemäß 26. BImSchV eingehalten werden.

1.2.9.4 Nachweis zur EMV

Für das Gleichrichterunterwerk Paunsdorf ist zum Abschluss der Modernisierung eine EMV-Messung zur Nachweisführung eingeplant.

Aufgrund der gegebenen Erfahrungen in Bezug auf EMV wurde im Zuge des Planungsablaufes zum GUW Paunsdorf auf eine Berechnung möglicher elektromagnetischer Felder verzichtet. Bei Bedarf kann diese Berechnung nachgeholt werden.

1.2.10 Prüfung und Probetrieb

1.2.10.1 Anlagenprüfung, Funktionskontrolle

Vor dem ersten Einschalten der elektrischen Anlagen des modernisierten Unterwerks ist die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen festzustellen, ebenso sind Isolations- und Übergangswiderstände durch Messung zu prüfen. Die Messergebnisse müssen in einem Protokoll niedergelegt und dem Auftraggeber zweifach übergeben werden.

Nach Abschluss der Montage- und Prüfarbeiten ist in Abstimmung mit dem Auftraggeber eine Funktionskontrolle sämtlicher Anlagenteile durchzuführen. Die Funktion der notwendigen Verriegelungs- und Schutzbedingungen ist mittels Protokolls nachzuweisen.

1.2.10.2 Einstellungen und Prüfungen zum Kurzschlusschutz

Für die Überstromauslöser sind Auslösewerte von ca. $1,2 \times I_{Bmax}$ einzustellen (Übernahme bisheriger Werte) und durch Kurzschlussversuche die sichere Erkennung unterwerksferner Kurzschlüsse (einschließlich eventueller Schaltungsvarianten nach Vorgabe der LVB) zu überprüfen.

Die Einstellwerte zum di/dt-Schutz sollen den Forderungen der VDV-Schrift 520 (Stand 01/2015) genügen. Die notwendigen Einstellwerte sind vor der Inbetriebnahme der Anlage durch den Errichter mit dem AG zu klären. Der AG stellt dafür notwendige Informationen zur Verfügung.

1.2.10.3 Durchführung Kurzschlussversuche

Zum Zwecke der Überprüfung der Einstellung der Gleichstromschnellschalter sind Kurzschlussversuche durchzuführen (durch Los 3).

1.2.10.4 Prüfungen und Nachweise Erdungsmaßnahmen

Prüfungen sind insbesondere im Bereich Blitzschutz und Erdung erforderlich.

Für diese Anlagen ist der Nachweis zur Funktionstüchtigkeit der installierten Einrichtungen zu erbringen und mittels Protokolls nachzuweisen.

1.2.10.5 Probetrieb

Die Abnahme des Unterwerkes für die Zulassung zum Probetrieb ist rechtzeitig schriftlich beim AG zu beantragen (AN Los 2 in Abstimmung mit dem AN des Loses 3). Nach erfolgter Abnahme und Abschluss der Funktionskontrolle wird der Probetrieb der gelieferten Anlage auf Weisung, Gefahr und unter Verantwortung des Auftragnehmers des Loses 2 durchgeführt (gemäß Abstimmung mit dem AG und unter Beachtung der BOStrab). Der Probetrieb dient dem Nachweis der Betriebsfähigkeit der Lieferungen und Leistungen. Eine gegebenenfalls notwendige Unterbrechung des Probetriebs ist rechtzeitig mit der LVB und bedarfsweise auch Netz Leipzig abzustimmen.

Das Personal des Betreibers (LVB) ist so zu unterweisen, dass es nach Beendigung des Probetriebes mit allen Einzelheiten der gelieferten und installierten Anlagen vertraut ist. Eine schriftliche Bestätigung des Betreibers über die Einweisung muss zur Schlussabnahme vorliegen.

1.2.11 Unterlagen und Dokumentation

1.2.11.1 Werkplanungen

Nach der Beauftragung des AN sind für die einzelnen elektrotechnischen Komponenten, Anlagen, OKVs und Kabelanlagen (innerhalb und außerhalb des Gebäudes) einzelne Werkplanungen durchzuführen. Die Werkplanungen sind mindestens 3 Wochen vor Start Herstellungsbeginn der LVB zur Abstimmung vorzulegen.

Im Zuge der Werkplanungen ist durch den AN auch die Klärung mit der Netz Leipzig zur Anbindung der Mittelspannungsschaltanlage sowie der Anpassung des Ortsnetzanschlusses durchzuführen. Die Abstimmung hat folgende Themen zu beinhalten:

- die technische Realisierung der Mittelspannungsschaltanlage für den Netzanschluss gemäß TAB /2-1/ und VDE /2-3/,

- die technische Klärung aller notwendigen Messwandler und aller Parameter zur Anlage,
- die Klärung der technischen Belange zu den Netzurückwirkungen (TAB Mittelspannung, /2-2/) und zur Einhaltung der maximal zulässigen Parameter.
- die technische Klärung der neuen Zähleranschlusssäule mit erforderlicher Anschlussleistung und zwei Sicherungsabgängen

Entsprechend der Ergebnisse der Abstimmungen sind die Mittelspannungsschaltanlage sowie die Transformatoren und Schaltanlagen technisch zu spezifizieren. Durch den Anlagenerrichter und den AN (Los 2) ist sicherzustellen, dass alle vorgegebenen Grenzwerte, besonders in Bezug auf die Netzurückwirkungen, eingehalten werden. Technische Unterlagen dazu sind in der Dokumentation zum Unterwerk mit einzuordnen.

Bei der Herstellung und Ausführung der gesamten Schaltschränke und Niederspannungstechnik sind die Anschlussbedingungen an das Niederspannungsnetz (siehe /2-5/ bis /2-8/) sowie die Technischen Anschlussregeln Niederspannung des VDE in aktueller Fassung zu berücksichtigen /2-9/.

1.2.11.2 Dokumentationen

Nach Fertigstellung und Abnahme des gesamten Unterwerkes ist durch den AN des Loses 2 eine komplette Dokumentation der elektrotechnischen Ausrüstung inklusive der Kabelanlagen zu erstellen und dem Auftraggeber zu übergeben.

Dabei sind auch sämtliche Pläne der elektrotechnischen Anlagen entsprechend dem revidierten Zustand nach der Montage in die Dokumentation einzuarbeiten.

Die Dokumentation enthält weiterhin die für den Betrieb, die Wartung und Unterhaltung der Unterwerkskomponenten notwendigen Unterlagen.

Der genaue Inhalt der einzelnen Dokumentationen ist der Ausschreibungsunterlage zu entnehmen.

1.3 Ausgeführte Vorarbeiten

1.3.1 Planung Gebäude

Im Vorfeld der Planung zum Vorhaben erfolgte im Auftrag des AGs eine Bestandsaufnahme der Örtlichkeit (Grundstück und Gebäude) durch GEO-METRIK Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig /1-1, 1-6/ sowie durch Beyer Umwelt Consult GmbH /1-7/.

1.3.2 Baugrunduntersuchung

Im Zuge der Planung wurde eine Untersuchung zu den Baugrund- und Grundwasserverhältnissen am Standort durchgeführt und in einem Geotechnischen Kurzbericht festgehalten /1-7/. Die Unterlagen werden dem AN als Arbeitsgrundlage zur Verfügung gestellt.

1.3.3 Gleichzeitig laufende Bauarbeiten

Die Baumaßnahme wird im Sinne einer wirtschaftlichen Ausschreibung in mehrere separate Lose untergliedert.

Diese Lose werden mit einem zeitlichen Versatz nacheinander ausgeschrieben und beauftragt. Die Bauausführung der Lose muss jedoch wieder parallel erfolgen, um notwendige Abstimmungen unter den AN zu ermöglichen.

Die Maßnahme ist in folgende Leistungen gegliedert:

Los 1: Gebäude Hoch-/Tief- und Landschaftsbau, Kabeltiefbau

Los 2: Technische Ausrüstung (Neubau ET-Anlagen, Rückbau ET-Anlagen)

Los 3: Zusatzleistungen LVB (Montageleistungen TA, tGUW, Kabelanlagen, Entsorgung Öl-Transformatoren)

Weitere parallel verlaufende Baumaßnahmen im Umfeld des Baugrundstückes sind aktuell nicht bekannt.

2 Angaben zur Baustelle

2.1 Lage der Baustelle

Das Unterwerk befindet sich an der Permoserstraße in Leipzig - Paunsdorf auf dem Flurstück 1077 der Gemarkung Paunsdorf. Eigentümer des Flurstücks ist die LVB. Die Größe des Flurstückes beträgt ca. 570 m².

2.2 Vorhandene öffentliche Verkehrswege

Das G UW-Grundstück ist ausschließlich von Norden von der Permoser Straße aus über das Flurstück Nr. 1076 der Netz Leipzig befahrbar.

Vom südlich angrenzende Lehdenweg ist durch eine oberirdische Fernwärmetrasse der Netz Leipzig keine Zuwegung zum G UW möglich.

2.3 Zugänge, Zufahrten

Die Zufahrt zum Grundstück erfolgt über die Permoserstraße, westlich vorbei an der Umformerstation (Permoserstraße 86). Die Oberflächen der Außenbereiche um das G UW sind einschließlich Zufahrt und Stellfläche als Betondecke ausgeführt.

Einschränkungen im öffentlichen Verkehrsraum sind in Bezug auf Gewichtsbeschränkungen und Lichtraumprofilbegrenzungen nicht bekannt. Ungeachtet dessen sind durch den AN die Zufahrtswege hinsichtlich Beschränkungen für die gewählten Bau- und Transporttechnologien zu überprüfen.

Der Zugang zu den einzelnen Räumen des Unterwerkes kann von der Ost-, West- und Nordseite des Unterwerksgebäudes erfolgen.

Das Flurstück ist im Bestand vollständig eingefriedet.

2.4 Anschlussmöglichkeiten an Ver- und Entsorgungsleitungen

Baustrom

Der im Bestand vorhandene Anschluss an das Ortsnetz am G UW PAU ist für die zukünftig angesetzte Leistung von 25 kVA nicht ausreichend. Entsprechend ist am G UW PAU als bauvorbereitende Maßnahme ein neuer Ortsnetzanschluss zu errichten. Die Versorgung einer Baustromverteilung ist dann über den neu errichteten Ortsnetzanschluss gegeben. Es ist dabei ein Baustromverteiler mit separater Verrechnungsmessung einzusetzen. Für den Strombedarf vor der Errichtung des Ortsnetzanschlusses kann bedarfsweise die EB-Verteilung des Bestands-G UW genutzt werden.

In Sonderfällen (z. Bsp. Bei hohem Leistungsbedarf an Niederspannung) muss der AN seinen Strombedarf bedarfsweise in Eigenregie abdecken (Netzersatzaggregat), was bei der Bauausführung durch den AN berücksichtigt werden muss.

Trinkwasser/Bauwasser

Ein Trinkwasseranschluss ist im Bestand auf dem Grundstück vorhanden und kann im Rahmen der Baumaßnahme als Bauwasserversorgung genutzt werden.

Abwasserentsorgung

Ein Abwasseranschluss ist im Bestand auf dem Grundstück vorhanden und kann im Rahmen der Baumaßnahme weiter genutzt werden. Die Anbindung bis außerhalb des Unterwerksgebäudes ist im Zuge der Sanierungsarbeiten zu erneuern.

2.5 Anlieferung

Die Anlieferung der Baustellenausrüstung, Baumaterialien und Elektrotechnischen Anlagen erfolgt über die Zufahrt von der Permoserstraße, um die Umformerstation der Netz Leipzig herum, zum GUW PAU. Dabei sind die vorhandenen beengten Platzverhältnisse um das Unterwerksgelände sowie an der Umformerstation der Netz Leipzig zu beachten.

2.6 Baustelleneinrichtung, Lager- und Arbeitsplätze

Der Umfang der erforderlichen Einrichtung zur vertragsgemäßen Ausführung der Bauleistungen ist durch den AN festzulegen.

Flächen für die Baustelleneinrichtung und Materiallagerung sind auf dem Baugrundstück nur in sehr begrenztem Umfang vorhanden. Die Nutzung weiterer Flächen ist in Eigenregie und auf eigene Kosten durch den AN zu organisieren. Die entsprechenden Aufwendungen sind seitens des AN einzukalkulieren.

Sowohl Arbeits- als auch Lager- und Montageplätze sind in einem ordnungsgemäßen und sauberen Zustand zu halten und nach Beendigung der Bauarbeiten wieder in den Ausgangszustand zu versetzen.

2.7 Baugrundverhältnisse

Siehe Abschnitt 1.3.2 Baugrund.

2.8 Schutz-Bereiche und –Objekte

2.8.1 Allgemein

Die beim Baustart vorhandene Vegetation auf dem südlichen Nachbarflurstück ist zu schützen und zu erhalten.

Die öffentlichen Verkehrsflächen sind durch geeignete Maßnahmen vor Verunreinigungen zu schützen. Durch den AN verursachte Verunreinigungen sind von diesem unverzüglich zu beseitigen.

Die Lager- und Anlieferungsbereiche sind entsprechend zu sichern und als solche kenntlich zu machen.

2.8.2 Schutz vor Baulärm

Lärmrelevante Bauarbeiten sind in der Zeit zwischen 7 und 20 Uhr zulässig. Im Zeitraum zwischen 20 und 7 Uhr gelten die Nachtwerte nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (Geräuschimmissionen) vom 19.08.1970 für Mischgebiete (tags: 60 dB(A), nachts: 45 dB(A)) in der jeweils neuesten Fassung.

Kurzzeitig dürfen Geräuschspitzen den Immissionsrichtwert

- tags um nicht mehr als 30 dB(A) und
- nachts um nicht mehr als 20 dB(A)

überschreiten.

Arbeiten vor und nach der regulären Arbeitszeit sind mit Angaben zu den Immissionswerten beim AG zu beantragen und von diesem genehmigen zu lassen.

2.9 Anlagen im Baubereich

2.9.1 Ver- und Entsorgungsleitungen

Das Baugrundstück ist medienseitig erschlossen. Es sind Trinkwasser-, Abwasser-, Strom- und Telekomanschlüsse vorhanden.

Der Niederspannungsanschluss (Ortsnetz) werden im Zuge der Baumaßnahme erneuert.

2.9.2 Sonstige Anlagen fremder Eigentümer

Im Baubereich des Unterwerkes und der Kabeltiefbauarbeiten sind folgende Medien Dritter bei der Bauausführung zu beachten:

- Niederspannungsanlagen der Netz Leipzig
- Leitungsanlagen der KWL
- Kommunikationsleitungen der Telekom
- Fernwärmetrasse der Netz Leipzig
- Stadtbeleuchtung

Vor Beginn der Tiefbauarbeiten sind die Schachtscheine vom AN einzuholen.

3 Angaben zur Bauausführung

3.1 Besonderheiten der Bauausführung

Der Umbau des Unterwerkes Paunsdorf wird unter Einsatz eines transportablen Unterwerkes (tGUW) durchgeführt. Bei den Bauarbeiten im Außenbereich des Unterwerkes ist darauf zu achten, dass während des Einsatzzeitraumes des tGUWs Niederspannungskabel vom GUW zum tGUW führen. Das betrifft die Anbindung des tGUW an den Ortsnetzanschluss sowie die Anbindung an die Telekom. Diese Kabel sind während der Bauzeit besonders zu schützen.

Zu beachten ist weiterhin, dass der Bereich der zum tGUW führenden Kabeltrasse (außerhalb des Unterwerksgrundstückes) mit geeigneten Maßnahmen zu schützen ist.

3.2 Bauablauf zum GUW PAU

3.2.1 Allgemeines zur Bauausführung

Der Umbau des Unterwerks erfolgt unter Nutzung eines transportablen Gleichrichterunterwerks (tGUW). Somit ist gewährleistet, dass die Arbeiten zur Ertüchtigung des Unterwerksgebäudes nach Rückbau aller elektrischen Anlagen und Installationen erfolgen können. Es werden dadurch Arbeiten an spannungsführenden Anlagen oder -teilen vermieden. Das neue tGUW 4 wird vor Beginn der eigentlichen Umbaumaßnahme zum GUW PAU geliefert und an einen Aufstellplatz westlich vom Unterwerksgelände auf der Grünfläche aufgestellt.

Zum Beginn der Umbaumaßnahme ist über den AG der neue Ortsnetzanschluss am GUW PAU herzustellen. Der Ortsnetzanschluss wird zur Niederspannungsversorgung des tGUW sowie zur Versorgung der Baustromverteilung am GUW PAU benötigt.

Zuerst ist der Stellplatz für die Aufstellung des tGUW am Einsatzort herzustellen, inklusive der benötigten Außenerdungsanlage sowie der Stellplätze der beiden für das tGUW benötigten Kabelverteilerschränke (OKVs).

Nach Aufstellung des tGUW an seinem Einsatzort wird die Anbindung der Niederspannungsversorgung über den neuen Ortsnetzanschluss sowie die Anbindung des tGUW an den Telekomanschluss des GUW hergestellt.

Im Zuge der niederspannungsseitigen Inbetriebnahme des tGUW ist auch die zum tGUW gehörende Bahnstromkabeltrasse mit den beiden OKVs (KV398 und RV698) vorzubereiten, inklusive der Erdungsanschlüsse der beiden OKVs.

Nach den Vorbereitungsarbeiten wird das tGUW in den Mittelspannungsring SSt 3500 – GUW PAU – GUW KIE – GUW SNZ, in den Systemabschnitt zwischen GUW Paunsdorf und GUW Kiebitzmark eingeschliffen. Der versorgende Mittelspannungsring SSt 300 – GUW PAU ist dabei geschlossen zu halten. Das bedeutet, dass das tGUW mittelspannungsseitig jeweils zum Bestands-GUW bzw. zum modernisierten GUW bauzeitlich mit eingeschliffen wird. Ein zweimaliger kurzzeitiger Parallelbetrieb des GUW mit dem tGUW ist entsprechend zu berücksichtigen.

Im Anschluss kann dann die für den Umbauzeitraum vorgesehene Versorgungsschaltung der Speisebereiche des Unterwerkes Paunsdorf durch das tGUW und die Nachbarunterwerke GUW Stünz (SNZ) und GUW Kiebitzmark (KIE) hergestellt werden. Dafür werden die für die Speisung über das tGUW benötigten Speise- und Rückleiterkabel an die mit dem tGUW neu zu errichteten OKVs KV398 und RV698 umgebunden, punktuell mit neuen Kabelabschnitten und Muffen.

Die für die Speisung des tGUW vorbereiteten Speise- und Rückleiterkabel sowie der OKVs KV398 und RV698 werden über das tGUW in Betrieb genommen. Das tGUW sowie das GUW PAU arbeiten mittelspannungsseitig kurzzeitig im Parallelbetrieb (siehe Anlage 03_03_05).

Nach Feststellung des sicheren Betriebes des tGUW wird die Mittelspannungsschaltanlage des GUW PAU außer Betrieb genommen und das zweite Mittelspannungskabelsystem direkt ins tGUW eingebunden. Der am GUW PAU vorhandene Telekomanschluss ist bauzeitlich umzuverlegen und an das tGUW anzubinden. Alle nach außen führenden Kabelanlagen sind bis vor das Gebäude zurückzubauen. Die Gleichstrombestandskabel, welche bauzeitlich nicht an die beiden OKVs des tGUW angebunden sind, werden vor dem Gebäude mittels Schrumpfkappen gesichert. Das GUW PAU ist somit spannungsfrei und für die Modernisierungsarbeiten vorbereitet.

Während des Zeitraumes der Modernisierung des GUW PAU arbeitet das tGUW komplett eigenständig.

Nach Beendigung aller Modernisierungsmaßnahmen am Gebäude und der Fertigstellung der Montage der elektrotechnischen Ausrüstung können die Schaltanlagen niederspannungsseitig in Betrieb genommen werden. Hierzu ist vorab die Anbindung des GUW PAU an den dann vorhandenen Ortsnetzanschluss herzustellen, sowie die Anbindung des GUW an den neuen Kommunikationsanschluss über die Netz Leipzig herzustellen (teilweise Leistung der Netz Leipzig).

Nach erfolgreicher niederspannungsseitiger Inbetriebnahme der Schaltanlagen wird der zweite Mittelspannungs-Ringschluss mit dem tGUW und der neuen Mittelspannungsschaltanlage des GUW PAU hergestellt. Dabei wird hierbei das speisende Mittelspannungskabelsystem zur SSt 3500 im Endzustand an der MSA im GUW PAU angeschlossen.

Nachfolgend werden die bauseitig abgelegten Bahnstromkabel (Speisung in Richtung KV 330, KV 331, KV 332 und KV 333) mit der neuen Gleichspannungsschaltanlage (Speisung, Rückleitung) des GUW PAU verbunden. Dazu werden neue Kabelabschnitte ab den Muffengruben bis zu den neuen Schaltanlagen verlegt und schrittweise in Betrieb genommen, inklusive notwendiger Muffen, Kabelprüfungen und zugehöriger Kurzschlussversuche. Das tGUW sowie das modernisierte GUW PAU arbeiten im zweiten Parallelbetrieb, wobei beim GUW PAU der erste Teil des Probetriebes absolviert wird.

Nach Abschluss des ersten Probetriebes des GUW PAU werden alle Gleichspannungskabel (Speisung, Rückleitung) von den OKVs des tGUW an die neuen Schaltanlagen im GUW PAU umgebunden, mit den zugehörigen Kabelprüfungen und Kurzschlussversuchen. Damit startet der 2. Teil Probetrieb (komplettes GUW). Sobald der 2. Probetrieb erfolgreich absolviert wurde, kann der bauzeitliche Mittelspannungsringschluss zwischen GUW und tGUW zurückgebaut und das zweite Mittelspannungskabelsystem (System GUW PAU - GUW KIE) vom tGUW an die neue Mittelspannungsschaltanlage des GUW PAU umgebunden werden. Abschließend werden der Niederspannungsanschluss und der Telekomanschluss im tGUW zurückgebaut. Mit diesem Schritt wird das tGUW außer Betrieb genommen.

Darauf werden die zum tGUW gehörenden Kabelanlagen sowie die OKVs KV398 und RV698 zurückgebaut, wobei die beiden OKVs der IFTEC für eine Weiternutzung übergeben werden. Weiterhin können das tGUW sowie die beiden OKVs für den Abtransport vorbereitet werden.

Nach dem Abtransport des tGUW sind die Außenanlagen im gesamten Baubereich im Endzustand fertig zu stellen.

3.2.2 Grobablaufplan zur Modernisierung

Der Grobablauf der Umrüstungsmaßnahme zum G UW PAU gliedert sich in folgende Bauabschnitte:

Inbetriebnahme tG UW

- 1.1 Herstellung Ortsnetzanschluss, Errichtung Zähleranschlussssäule mit zwei Sicherungsabgängen für den Anschluss tG UW und Baustrom
- 1.2 Errichtung Aufstellplatz tG UW am Einsatzort inklusive der Außenerdungsanlage am tG UW-Stellplatz
- 1.3 Antransport und Aufstellung tG UW zum Einsatzort nordwestlich vom G UW PAU, Maßnahmen zur Absicherung des tG UW-Stellplatzes
- 1.4 Anschluss Außenerdungsanlage am tG UW
- 1.5 Herstellung NS-Anschluss des tG UW am Einsatzort über den Ortsnetzanschluss in Kabelschutzrohrtrasse (Kabeltiefbau und Kabelverlegung)
- 1.6 Herstellung Stellplätze und Aufstellung der KV398 und RV698, westlich am tG UW
- 1.7 Herstellung Kabelweg und Anschluss tG UW an den vorhandenen Telekomanschluss am G UW PAU (Umverlegung Telekom-Anschluss, Verlängerung zum tG UW)
- 1.8 Herstellung der Absicherung für die Kabeltiefbaubereiche
- 1.9 Herstellen der Kabeltiefbaubereiche für die Kabelanbindungen des tG UW (abschnittsweise Einsatz von Schutzrohr)
- 1.10 Herstellung der Bahnstromkabelanbindungen (bauzeitliche Anbindungen) zum tG UW über KV398 und RV698 (abschnittsweise Einsatz von Schutzrohr), inklusive notwendiger Muffen
- 1.11 Herstellung der Erdungsanschlüsse der KV398 und RV698 über RL-Schrank im tG UW.
- 1.12 Herstellung Mittelspannungsanschluss am tG UW (in Kabelsystem G UW PAU – G UW KIE) sowie 1. Mittelspannungsringchluss zwischen tG UW und G UW (1. Parallelbetrieb), mittelspannungsseitige Inbetriebnahme tG UW (abschnittsweise Einsatz von Schutzrohr)
- 1.13 Herstellung Ersatzspeisung der Speisebereiche vom G UW Paunsdorf durch die Nachbarunterwerke G UW Stünz (SNZ) und G UW Kiebitzmark (KIE), Zuschaltung inklusive Kurzschlussversuche
- 1.14 Inbetriebnahme der Gleichspannungskabel zum tG UW, Kurzschlussversuche, gleichspannungsseitige Inbetriebnahme tG UW sowie Parallelbetrieb G UW PAU und tG UW, inklusive Probetrieb tG UW in Abstimmung mit dem AG

Modernisierung G UW PAU

- 2.1 Außerbetriebnahme aller Gleichspannungskabelanlagen im Bestands-G UW PAU
- 2.2 Außerbetriebnahme Mittelspannungsringchluss, Umbindung 2. Mittelspannungskabelsystem ans tG UW (Kabelsystem SSt 3500 – G UW PAU), Außerbetriebnahme G UW PAU (abschnittsweise Einsatz von Schutzrohr)
- 2.3 Vermessung der bauzeitlichen Kabeltrassen zum tG UW über die LVB
- 2.4 Verschließen Kabeltiefbauweg für Kabelanbindungen zum tG UW
- 2.5 Demontage aller nach außen führenden Kabelanlagen bis an die Kellerwände
- 2.6 Demontage Technische Ausrüstung am Bestand-G UW

- 2.7 Sanierung Bestandsgebäude, Anpassung Innenräume und Transformatorräume, Einbau der Tore und Türen, Herstellung der Fußböden, sonstige Innenarbeiten
- 2.8 Tiefbaumaßnahmen für die Abdichtung Kellerwände, Sicherung der neu gebauten Zähleranschlusssäule und Kabelverbindungen
- 2.9 Rückbau der im Baufeld freigelegten Bestandskabel, Sicherung der verbleibenden Bestandskabel
- 2.10 Einbau der neuen Kabeldurchführungen, Aufbau der neuen Außenerdungsanlage des G UW PAU in den offenen Gruben entlang der Kellerwände, Kabelanbindungen zur Außenerdungsanlage
- 2.11 Verschließen der Bereiche entlang der Kellerwände, bauzeitliche Anpassung Gelände am G UW, Errichtung Podeste, Stützwände und Schächte
- 2.12 Anlieferung, Aufstellung und Montage der Technische Ausrüstung (MSA, GSA, EB, FW), Transformatoren, Rückleiterwiderstände, Installationstechnik, Innenkabelanlagen, Zubehör
- 2.13 Herstellung hochbauseitiger Endzustand im und am G UW-Gebäude
- 2.14 Niederspannungsseitige Inbetriebnahme ET-Anlagen G UW PAU
- 2.15 Herstellung Kommunikationsanschluss des G UW über die Anlagen der Netz Leipzig

Inbetriebnahme G UW PAU

- 3.1 Herstellen der Kabeltiefbauwege auf der angrenzenden Grünfläche und an der westlichen Unterwerksseite bis zu den neu eingebauten Kabeleinführungen für Herstellung Endzustand
- 3.2 Rückbau der stillgelegten Bestandskabelanlagen (ALT-Kabel) in den offenen Bereichen des Tiefbaubereiches am Unterwerk und im Bereich der Grünfläche
- 3.3 Herstellung der Kabeltiefbauarbeiten im Bereich der Gleise (RP) sowie im Bereich des Geh- und Radweges, siehe auch Abschnitt 1.2.6
- 3.4 Verlegung der Gleichspannungskabel von der Gleichspannungsschaltanlage des G UW PAU bis zu den Anbindepunkten am neuen Rückleitungspunkt und am Gehweg (Muffenbereiche)
- 3.5 Verlegung der beiden Mittelspannungskabelsysteme ab der Muffengrube auf der Grünfläche bis zur neuen MSA im G UW PAU, Anbindung des Mittelspannungskabelsystems SSt 3500 – G UW PAU an der neuen MSA, Inbetriebnahme des Mittelspannungssystems, Inbetriebnahme der MSA im G UW PAU
- 3.6 Anbindung 2. Mittelspannungskabelsystem an der MSA im G UW PAU, Herstellung 2. Mittelspannungsringchluss (in Kabelsystem G UW PAU – G UW KIE) zwischen tG UW und G UW PAU und Inbetriebnahme des Mittelspannungskabelsystems, Start 2. Parallelbetrieb G UW PAU mit tG UW
- 3.7 Schrittweise Herstellung der Anbindungen an der Kabelbestand der bauzeitlich abgelegten und gesicherten Gleichspannungskabel, Durchführung der Kurzschlussversuche und Inbetriebnahme der Gleichspannungskabel, Start 1. Teil Probetrieb G UW PAU
- 3.8 Schrittweise Umbindung und Inbetriebnahme der am tG UW angeschlossenen Gleichspannungskabel, Durchführung der Kurzschlussversuche und Inbetriebnahme der Gleichspannungskabel, Start 2. Teil Probetrieb G UW PAU (gesamtes G UW)

Außerbetriebnahme tG UW, Herstellung Endzustand G UW PAU

- 4.1 Rückbau der bauzeitlich verlegten Gleichspannungskabel zu den OKVs KV398 und RV698 und zum tG UW, Rückbau der OKVs (Übergabe der OKVs an IFTEC)

- 4.2 Rückbau Mittelspannungsringchluss (GUW mit tGUW) und Umbindung 2. Mittelspannungskabelsystem (Kabelsystem (in Kabelsystem GUW PAU – GUW KIE) vom tGUW an das GUW PAU, Außerbetriebnahme tGUW
- 4.3 Vermessung der neu verlegten Kabeltrassen ab den Muffengruben im Bereich der Grünfläche und bis zum GUW, Vermessung über die LVB
- 4.4 Verschließen des Muffenfelder und der Kabeltiefbaubereiche, Herstellen der Oberflächen, Rückbau der Absicherung für die Kabeltiefbaubereiche
- 4.5 Rückbau Kabel für Niederspannungsversorgung und Kommunikationsanschluss vom tGUW bis zum GUW
- 4.6 Fertigstellung der Außenanlagen am GUW PAU
- 4.7 Vorbereitung des tGUW für den Abtransport
- 4.8 Abtransport tGUW und OKVs und Rückbau des tGUW-Stellplatzes, optional Maßnahmen an der Fahrleitung zur Baufeldfreimachung beim Aufladen und Abtransport des tGUW
- 4.9 Rückbau der Absicherung im Bereich des tGUW-Stellplatzes
- 4.10 Fertigstellung der Außenanlagen und Herstellung der Oberflächen im Aufstellbereich des tGUW und GUW PAU, Schlussvermessung
- 4.11 Vorbereitung GUW PAU für die notwendigen Abnahmen

Die genaue Abfolge der einzelnen Gewerke hat dann im Zuge der Bauabstimmungen zu erfolgen.

3.2.3 Hinweise zur Bauausführung

3.2.3.1 Vorbereitung GUW, Baustelleneinrichtung

Vor Beginn der Tiefbauarbeiten auf dem Unterwerksgrundstück und entlang der Kabeltrassen müssen Bestandsaufnahmen der vorhandenen Medien sowie eine genaue Einmessung erfolgen.

Das Anlegen von Standflächen für die Baustelleneinrichtung (BE) sowie Lagerflächen für Material (in geringem Maße) ist auf dem Baugrundstück im begrenzten Umfang möglich (innerhalb GUW Grundstück, abhängig von den Tiefbauarbeiten). Es wird darauf hingewiesen, dass die Platzverhältnisse auf dem eigentlichen Baugrundstück beengt sind. Optional kann in Abstimmung zwischen dem AN mit der Stadt Leipzig im Bereich der westlich liegenden Grünfläche eine Baustelleneinrichtung abgestimmt und aufgestellt werden.

Der Zufahrtsbereich (Zufahrtsweg zum GUW-Gelände) ist während der Bauzeit regelmäßig bei Verschmutzungen zu reinigen. Der Baubereich um das GUW und um das tGUW ist mittels Bauzauns vor dem Zutritt Fremder zu schützen. Gleiches gilt für die offenen Baubereiche im Zuge der Kabelbauarbeiten.

Über den AN sollte für den Bauzeitraum oder zeitweise eine Genehmigung im Baubereich des GUW-Grundstückes bei der Stadt Leipzig und der Netz Leipzig beantragt werden, um Parkmöglichkeiten für die Baufahrzeuge zu schaffen (in Abstimmung mit der LVB). Eine Befahrung der Zufahrtsstraße zum GUW muss während der gesamten Bauzeit möglich sein. Gleichfalls ist die Zufahrt zum Grundstück der Netz Leipzig freizuhalten.

Im Zuge der Bauvorbereitung ist am westlichen Zaun (südlich vom Tor) auf dem Unterwerksgrundstück ein neuer Hausanschluss zu errichten (Beantragung über AN, Ausführung über Netz Leipzig). Über die Zähleranschlusssäule (mit zwei Sicherheitsabgängen) erfolgt bis zur Inbetriebnahme des Unterwerkes die Versorgung des tGUWs (durchgängig) sowie der Anschluss des Baustromverteilers. Während der gesamten Baumaßnahme ist die auf dem Unterwerksgelände stehende

Baustromverteilung zu sichern und vor Beschädigung zu schützen. Während der Bauzeit ist ein ständiger Zugang zum Baustromverteiler für alle Gewerke sicherzustellen.

3.2.3.2 Vorbereitung Umbau GUW

Der am Unterwerk vorhandene Anschluss an das Netz der Telekom ist bauzeitlich zu sichern. Die Telekommunikationseinbindung des tGUW ist über diesen vorhandenen Telekomanschluss herzustellen.

Im Zuge des Rückbaus der kompletten elektrotechnischen Ausrüstung mit sämtlichem Zubehör und der zugehörigen Installationstechnik ist durch den AN mit dem AG abzustimmen, welche Anlagenteile und Komponenten im Besitz der LVB verbleiben bzw. für die Wiederverwendung vorgesehen sind (Komponenten der FW-Technik, Rückleiterwiderstände, Heizlüfter, Reserveteile).

Die Gleichrichtertransformatoren sind für die Entsorgung fachgerecht auszubauen und zum Aufladen auf das Fahrzeug des Entsorgers vorzubereiten sowie auf das Fahrzeug aufzuladen. Die eigentliche Entsorgung, inklusive Abstimmung mit dem Entsorger und dem Abtransport, erfolgt über das Los 3 (Firma IFTEC).

3.2.3.3 Vorbereitung zum Herstellen des Endzustands

Nach Beendigung aller Modernisierungsmaßnahmen am Gebäude können alle neuen Schaltanlagen, die Transformatoren, die Rückleiterwiderstände, die komplette Installationstechnik, die komplette Erdungsanlage sowie das gesamte zur neuen Unterwerksausrüstung gehörende Zubehör betriebsfertig montiert und (bis auf die nach außen führenden Mittel- und Gleichspannungskabelanlage) angeschlossen werden.

Nach Herstellung des Ortsnetzanschlusses für das modernisierte GUW, der Anbindung des Unterwerkes an das Kommunikationsnetz der Netz Leipzig (punktuell Leistung der Netz Leipzig) sowie der niederspannungsseitigen Inbetriebnahme der Schaltanlagen kann die Anbindung der Mittel- und Gleichspannungskabelanlage zu den Schaltanlagen des Unterwerkes erfolgen.

3.2.3.4 Zusammenfassung Bauzustände Außenverkabelung

Die Baumaßnahmen zur Außenverkabelung sind in verschiedene zeitliche Abschnitte unterteilt.

Bauzustand GUW

Mit Beginn der Umbaumaßnahme wird das tGUW aufgestellt und kableseitig angebunden sowie in Betrieb genommen. Das tGUW versorgt über die bauzeitlich zu errichtenden Kabelverteilerschränke KV398 und RV698 ausgewählte Kabel der östlichen und westlichen Bahnstromkabeltrassen angeschlossen.

Parallelbetrieb GUW und tGUW

Im Zuge der Baumaßnahme werden das GUW und das tGUW zeitweise parallel betrieben. Dabei wird das tGUW über das GUW in den Mittelspannungsring des GUW PAU – GUW KIE eingebunden.

Endzustand GUW

Nach dem Umbau des GUW PAU werden die neuen Kabelanlagen an die neuen Schaltanlagen angeschlossen und mit den Bestandstrassen in den Muffenfelder verbunden.

Das tGUW wird nach erfolgreichem Probetrieb des GUW PAU außer Betrieb genommen und zurückgebaut, inklusive der bauzeitlichen OKVs KV398 und RV698.

Ablauf der Inbetriebnahme der Kabelanlagen Endzustand

Voraussetzung für die Inbetriebnahme der Kabelanlagen ist die zuvor erfolgreich bestandene

Abnahme und Prüfung der einzelnen elektrotechnischen Komponenten sowie der zugehörigen kompletten Kabelanlagen inklusive aller notwendigen Kabelprüfungen.

Nach Abschluss aller Kabelverlegungen bis ins G UW wird die neue MS-Schaltanlage durch Einschleifen in den MS-Ring (Ringschluss mit tGUW) in Betrieb genommen. Nach Inbetriebnahme der neuen MS-Schaltanlage werden die zwei Gleichrichtertransformatoren und der Eigenbedarfstransformator, anschließend die Gleichrichter-/Rückleiter-Einheit sowie die GS-Schaltanlage zugeschaltet (alle Streckenschalter bleiben ausgeschaltet).

Die neu verlegten Speise- und Rückleitungskabel werden an den zugehörigen Zellen im G UW angeschlossen und in den Muffenfeldern (östliche und westlich der Gleistrasse) an die zugehörigen Bestandskabel angemufft. Die Kabelzuordnung erfolgt gemäß der Bestandsanlage, sodass wie im Bestand wieder die gleichen Kabel an die jeweilige Streckenabgangszelle streckenweise angeschlossen werden.

3.3 Wasserhaltung

Eine geschlossene Grundwasserhaltung ist nach /1-7/ (geotechnischer Kurzbericht) nicht erforderlich. Durch den Bauausführenden ist eigenverantwortlich evtl. anfallendes Tagwasser mittels offener Wasserhaltung von der Gründungssohle fernzuhalten.

3.4 Baustelleneinrichtung

Der Umfang der erforderlichen Einrichtung zur vertragsgemäßen Ausführung der Bauleistungen ist durch den AN festzulegen. Für die Aufstellung der Baustelleneinrichtung gelten die Angaben gemäß dem Abschnitt 2.6

3.5 Baubehelfe

Das Aufstellen, Vorhalten und Beseitigen, der An- und Abtransport der Baubehelfe (Gerüste und dgl.) sowie alle damit in Verbindung stehenden Arbeiten sind mit den jeweiligen Einheitspreisen der Leistungspositionen abgegolten.

Der AN hat die Mitbenutzung seiner Trag- und Arbeitsgerüste auch anderen am Bauvorhaben beteiligten Unternehmen (insbesondere Nachunternehmen) zu gestatten, soweit diese zeitlich mit den Arbeiten des AN zusammenfallen und dies die sicherheitstechnischen Vorschriften zulassen.

3.6 Stoffe, Bauteile

Die Baustoffe und die Bemessung der Konstruktionen sind entsprechend der zum Zeitpunkt der Ausführung geltenden Normen sowie nach dem aktuellen Stand der Technik vorzunehmen.

Eine Bestätigung aller Material- bzw. Fabrikatsfestlegungen ist durch den AN bei der Bauoberleitung in Abstimmung mit dem AG einzuholen.

3.7 Abfälle

Bauabfälle (Bauschutt und Baustellenmischabfälle), die bei der Ausführung der Bauleistungen durch den Auftragnehmer auf Baustellen des Auftraggebers anfallen, sind unter Beachtung der abfallrechtlichen Bestimmungen sowie der jeweils gültigen Fassung der Durchführungsverordnung zur SächsBO zu behandeln und zu entsorgen. Der AG bleibt in jedem Fall der Abfallerzeuger.

Bauabfälle aus vom AN selbst eingebrachten Materialien (z.B. Verpackungen, Holz, andere Betriebsmittel und Baustoffe) sind vom AN eigenständig zu entsorgen. Abweichend vom vorherigen Absatz ist dafür der AN Abfallerzeuger. Eine Mitablagerung in die Erfassungssysteme des AG ist ausdrücklich verboten.

3.8 Beweissicherung

Vor Baubeginn und nach Beendigung der Arbeiten ist ein Beweissicherungsverfahren durchzuführen. Die bestehende Baustellensituation, Gebäude und bauliche Anlagen, unterirdische Medien, Baustelleneinrichtungsplätze, Zwischen- und Lagerplätze sowie Baustraßen und Zuwegungen sind vor, während und nach der Baudurchführung nachweisbar zu dokumentieren (Foto und Vermessung).

3.9 Vermessungsleistungen

3.9.1 Bauvermessung

Alle Vermessungsarbeiten erfolgen im Auftrag des AN bzw. werden durch den AN übernommen. Dabei ist die Vermessungsrichtlinie der LVB zu beachten, welche durch den AN in aktuell bei der LVB einzuholen ist.

3.9.2 Bestandspläne

Alle Abweichungen von den Auftragszeichnungen sind aufzuzeigen und in den Werkplanungen entsprechend einzuarbeiten. Nach Bauende sind die dann aktuellen Pläne vom AN abschließend zu überarbeiten und dem AG in Papierform und digitaler Form zur Verfügung zu stellen (Dokumentation).

3.10 Sicherheits- und Gesundheitsschutz

Die Aufgaben des Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinators im Sinne der BaustellV werden durch einen vom AG beauftragten SIGE-Koordinator übernommen.

4 Ausführungsunterlagen

4.1 Vom AG zur Verfügung gestellte Ausführungsunterlagen

Folgende Unterlagen werden dem AN für die Bauausführung durch den AG zur Verfügung gestellt:

- Ausführungsplanung
- Brandschutzkonzept /1-5/
- Statische Berechnung zu Umbaumaßnahmen
- Bestandspläne (Kabelanlagen) /1-1/
- Baugrundgutachten /1-7/

4.2 Vom AN zu beschaffende Ausführungsunterlagen

Vom AN sind folgende Unterlagen zu beschaffen/zu erstellen und an den AG zu übergeben:

- Schachtscheine
- aktueller Medienbestand
- Baustelleneinrichtungsplan
- Bauablaufplan ET-Anlagen
- Protokolle und Nachweise
- Revision der Unterlagen
- Beweissicherung
- erforderliche Werkplanungen
- Dokumentation

5 Verzeichnis der Planungsgrundlagen

- /0-1/ Aufgabenstellung der Leipziger Verkehrsbetriebe zum PJ Auftrag, Umstellung des GUVs Paunsdorf auf 750 V, Stand vom 24.05.2023 (6 Seiten, BIMS-s, RÖ. A.)

- /1-1/ Entwurfsvermessung und Gebäudevermessung GUV Paunsdorf, Permoserstr., Flurstück 1077, Leipzig der GEO-METRIK Ingenieurgesellschaft Leipzig mbH, Stand Mai 2023
- /1-2/ Komplexer Leitungsplan GUV Paunsdorf (Permoser Straße) der GEO-METRIK Ingenieurgesellschaft Leipzig mbH, Stand 05.05.2023
- /1-3/ DIN 18533 Abdichten von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderung, Planungs- und Ausführungsgrundsätze, vom Juli 2017
- /1-5/ Brandschutzkonzept zur Umbau Gleichrichterunterwerk Paunsdorf des Brandschutzbüros Dr.-Ing. Rönn, AZ23-077-01 vom 30.11.2023
- /1-6/ Ergänzung Entwurfsvermessung GUV Paunsdorf, Permoserstr., Flurstück 1077, Leipzig der GEO-METRIK Ingenieurgesellschaft Leipzig mbH, Stand Februar 2024
- /1-7/ Geotechnischer Kurzbericht Gleichrichterunterwerk Paunsdorf (24-022) der Beyer Umwelt Consult GmbH vom 22.03.2024

- /2-1/ Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Mittelspannungsnetz der Netz Leipzig GmbH (TAB Mittelspannung der Netz Leipzig GmbH, Datum: 18. April 2019)
- /2-2/ Datenblatt E.2 zur Beurteilung von Netzzrückwirkungen (VDE-AR-N 4110)
- /2-3/ Technische Anschlussregeln Mittelspannung (VDE-AR-N 4110), Stand November 2018
- /2-4/ Wartungsanforderungen an Mittelspannungsstationen, Netz Leipzig
- /2-5/ Technische Anschlussbedingungen TAB 2019 für den Anschluss an das Niederspannungsnetz (TAB 2019), Stand: Oktober 2019
- /2-6/ Ergänzende Bedingungen der Netz Leipzig GmbH zur Niederspannungs- und Niederdruckanschlussverordnung (NAV und NDAV), gültig ab 1. Mai 2019
- /2-7/ Verordnung über Allgemeine Bedingungen für den Netzanschluss und dessen Nutzung für die Elektrizitätsversorgung in Niederspannung (Niederspannungsanschlussverordnung – NAV), vom 1. November 2006 (BGBl. I S. 2477), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 30. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2269) geändert worden ist
- /2-8/ Ergänzung der Technischen Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Niederspannungsnetz der Netz Leipzig GmbH, Stand: 01.06.2023
- /2-9/ Technische Anschlussregeln Niederspannung (VDE-AR-N 4100), Stand April 2019
- /2-10/ Netzschutzkonzeption (Teil 1 bis 3) für 10 kV – Leitungsnetz der Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH (Ausführung 2014-2015)
- /2-11/ Technische Regel – TR-02-02-01-01 zur „Verlegung von Gleichspannungskabeln“ der Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH vom 20.05.2021
- /2-12/ Technische Regel – TR-02-02-02-01 zur „Verlegung von Mittelspannungskabeln“ der Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH vom 20.05.2021

- /2-13/ Technische Regel – TR-02-03-01-01 zum „Kabelverteilerschrank“ der Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH vom 20.10.2021
- /2-14/ Technische Regel – TR-02-03-02-01 zum „Rückleitungsverteilerschrank“ der Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH vom 20.10.2021

- /3-1/ E-Mail von Nico Ludwig vom 15.05.2023, Betreff: AW: P23-0086, GUW Paunsdorf, techn. Abstg. Kabelbau
- /3-2/ E-Mail von Andreas Rößiger vom 02.06.2023, Betreff: AW: AW: Aufgabenstellung GUW Paunsdorf
- /3-3/ E-Mail von Christian Petzold (Arbeiten im Gleisbereich) vom 04.03.2024, Betreff: AW: P23-0086, Gleisnäherung wegen Kabelbau zum GUW Paunsdorf
- /3-4/ E-Mail von Ronny Gebhardt vom 26.04.2024, Betreff: AW: P23-0086 GUW PAU, Rückfrage Einsatz Blue GIS 24 kV
- /3-4/ E-Mail von Ronny Gebhardt vom 26.04.2024, Betreff: AW: P23-0086 GUW PAU, Rückfrage Einsatz Blue GIS 24 kV

6 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
ASR	Arbeitsstättenrichtlinie
BaustellV	Baustellenverordnung
BE	Baustelleneinrichtung
BOStrab	Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung
BWE	Bauwerkserde
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DP	Datenpunkt
EB	Eigenbedarf
EG	Erdgeschoss
EMS	Energie-Daten-Management-System
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EN	europäische Normen
EU	Europäische Union
ET	Elektrotechnik
FW	Fernwirk
GAK	Gleisanschlusskasten
GFK	glasfaserverstärkter Kunststoff
GOH	Gohlis (GUW)
GR	Gleichrichter
GS	Gleichspannung
GSA	Gleichspannungsschaltanlage
GUW	Gleichrichterunterwerk
HAK	Hausanschlusskasten
HAR	europaweit harmonisierte Kennzeichnung
HBS	Hans Beimler Straße (GUW)
HES	Haupterdungsschiene
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
IFTEC	IFTEC GmbH & Co. KG
KIE	Kiebitzmark
KSR	Kabelschutzrohr
KÜ	Kabelüberwachungsgerät

Abkürzung	Erläuterung
KV	Kabelverteilerschrank (oberirdisch)
Lph	Leistungsphase
LVB	Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH
MM	Mittelpunkt Masse
MS	Mittelspannung
MSA	Mittelspannungsschaltanlage
NAV	Niederspannungsanschlussverordnung
Netz Leipzig / NL	Netz Leipzig GmbH
NOR	Nord (GUW)
NS	Niederspannung
NSA	Niederspannungsschaltanlage
OK FFB	Oberkante Fertigfußboden
ON	Ortsnetz
PAS	Potentialausgleichsschiene
PAU	Paunsdorf
PEN	kombinierter Schutz- und Neutralleiter
PMBC	Polymer Modified Bitumenous Coating
RAL	Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung
RCD	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung
RTU	Remote Terminal Unit (Fernsteuereinheit)
RV	Rückleiterrverteiler
RZ	Rückleiterzelle
SächsBO	Sächsische Bauordnung
SiGe	Sicherheits- und Gesundheitsschutz
SNZ	Stünz
SP	Streckenspeisepunkt
SPD	Überspannungs-Schutzeinrichtung
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
TAB	Technische Anschlussbedingungen
tGUW	transportables Gleichrichterunterwerk
Trafo	Transformator
UMZ	unabhängiger Maximalstromzeitschutz
UV	Unterverteilung
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.

Abkürzung

VNB

ZAS

ZSPS

Erläuterung

Verteilnetzbetreiber

Zähleranschlusssäule

zentrale Speicherprogrammierbare Steuerung