

Technische Beschreibung des elektrischen Speisepunkts

Grundaufbau

- Die Schrankgröße: ca. Tiefe 50cm (außen). Höhe maximal 160cm (außen, Oberkante Schrank bis Oberkante Sockel). Breite so schmal wie möglich (ca.140cm). IP54 und Aufbau gemäß Schutzklasse 2 gemäß EN 50122-1, für Einsatz im Oberleitungs- und Stromabnehmerbereich bei Nennspannung DC 750V.
- Das Trägergerüst und die Montageplatte aus korrosionsbeständigem Material.
- Die Speisepunkthaube aus GFK mit Polyurethan-Hartschaumkern und als Sandwich-Konstruktion mit Eckpfosten aus hochfesten GFK-Profilen. Der PU-Schaumkern muss vollständig von GFK umschlossen sein, um jegliche Feuchtigkeitsdiffusion zu vermeiden. Skelett aus pultrudierten, hochfesten GFK-Pfosten 50*50 mm mit Unistrut- oder C-Profil-Schienen für die Installation von Montageplatten oder schweren Geräten. Ein umlaufender Dachüberstand von mindestens 25mm ist vorzusehen.
- Um das Setzen vollständig ausgestatteten Speisepunktschranks mit einem Kran zu ermöglichen, muss die Haube mit 4 abschraubbaren Anschlagpunkten bestückt sein.
- Der zugehörige Speisepunktsockel muss aus nicht leitfähigem Kunststoff sein.
- Der Schrank muss für die Anwendung im Außenbereich geeignet sein (UV beständig, etc.).
- Schrankfarbe: Lichtgrau RAL 7035. Optional nach Absprache Resedagrün RAL 6011
- Türen, rechts, links und an der Vorderseite sind mit Arretierung (in geöffnetem Zustand mindestens 100°) zu bestücken.
- Tür an der Vorderseite zweiflügelig.
- Der Innenraum wird in zwei Kammern aufgeteilt. Links der Leistungsteil und rechts der Steuerungsteil. Der Steuerungsteil enthält DC/DC Wandler, Steuerung allgemein, Geräte für die Fernanbindung, Batterieanlage, Bedienelemente und Anzeigen, HMI. Der Leistungsteil enthält Lasttrennschalter, Trennmesser, Kupferverschiebung.
- Der Leistungsteil wird räumlich so abgetrennt, dass dieser nach dem Öffnen der rechten Tür vollständig geschützt (Fingersicher) ist und das Arbeiten im Steuerungsteil, ohne Gefahr unbeabsichtigt mit dem Leistungsteil in Berührung zu kommen, möglich ist. Dies kann entweder durch einen zweigeteilten Schrank oder durch eine dafür geeignete durchsichtige Abdeckung realisiert werden.
- Das Schalterträgergerüst und alle Komponenten müssen so elektrisch durchverbunden werden, dass ein Kurzschluss sicher abgeleitet werden kann. Der gesamte Schrank wird nur über einen Erdungspunkt angeschlossen. Hierfür muss an geeigneter Stelle ein Gewinde der Größe M12 zur Verfügung stehen. Außerdem muss ein 120mm² Kabelschuh vollflächig aufliegen können.
- Im Schrank müssen mindestens zwei Lüftungsöffnungen mit dem Kiemenblech und dem Innenschieber montiert werden. Diese sollen Aluminium eloxiert sein und sich nicht im Bereich der blanken Kabelanschlüsse befinden oder im Fehlerfall mit 750V in Berührung kommen.

Lasttrennschalter und Leistungsteil 750V

- Verbaut werden muss ein Gleichstrom-Lasttrennschalter für den Bahnbetrieb (mit einer Bemessungsbetriebsstrom von mindestens 2000A DC und folgenden Leistungsdaten:
 - Bemessungsbetriebsspannung: 750V DC
 - Ausschaltvermögen: mindestens 12kA
 - Hilfsschalter: 2S+2Ö (die Schalterstellungsmeldung erfolgt in jeder Endlage als High Signal.)
 - Motorantrieb: 60V DC
 - Mechanische Schaltmöglichkeit (unter Spannung und Last)
 - Ein Anlaufen des Motors muss beim manuellen Schalten ausgeschlossen sein.

- Die Fahrstrom einspeisung in dem Schrank erfolgt über max. 4 Stück 500mm² Kabel, direkt ohne Trennstelle. Hierfür müssen zwei Anschlusspunkte für 500mm² DIN-Kabelschuhe mit einer Befestigungsbohrung von 22mm vorhanden sein. Lochabstand zueinander muss mindestens 80mm (Mitte-Mitte) betragen. In der Nähe muss eine mindestens 200mm lange Hutschiene für die spätere Montage der Schutzleiterklemmen 50mm² (Standard 6 Stück) für T-Kabel und ausgehenden Speisekabel vorgesehen werden. Diese Klemmen müssen auch nach der Montage der Kabel gut erreichbar sein. Die Klemmen müssen so angeordnet sein, dass sie für das Durchschleifen der Kabelüberwachung miteinander gebrückt werden können.
- Die Fahrstrom ausspeisung aus dem Schrank erfolgt über 2 Stück 500mm² Kabel. Es wird im Abgang nach dem Lasttrennschalter ein Trennschalter verbaut. Der Trennschalter ist mit Hilfsschaltern ausgestattet, um die Schalterstellung zu überwachen. Es müssen zwei Anschlusspunkte für 500mm² Kabelschuhe mit einer Befestigungsbohrung von 22mm vorhanden sein. Lochabstand zueinander muss mindestens 80mm (Mitte-Mitte) betragen. Der geöffnete Trennschalter muss mit einer geeigneten Abdeckung gegen Berühren des unter Spannung stehenden Abgangs geschützt sein. Die Abdeckung wird im Schrank aufbewahrt.
- Die Kupferverschienenung muss so befestigt sein, dass der Lasttrennschalter ausgebaut werden kann, ohne dass sich die Verschienenung löst.
- Sowohl auf der Einspeiseseite 1x wie auch auf der Ausspeiseseite 2x (vor und hinter dem Trennschalter) werden Erdungspunkte (Kugelfestpunkte D=25mm) verbaut. Zwei weitere Erdungspunkte sind an geeigneter Stelle im Schrank am Trägergerüst zu befestigen. Es muss möglich sein mit einem EuK-Seil zwischen dem Kugelfestpunkt des Ausspeisepunktes nach dem Trennschalter sowie einem Kugelfestpunkt am Trägergerüst (Rückleiter) den Schrank zu schließen. Das EuK-Seil wird mit einer Isolierstange eingebracht. Diese Stange darf nur 35cm (Kugelfestpunkt - Trägergerüst Außenkante) eingeführt werden. Es verbleibt aber nur das EuK-Seil im Schrank. Die Türen müssen sich schließen lassen.
- Die Spannungs- und Steuersignalverbindung zwischen dem Lasttrennschalter und der Steuerung sowie dem Trennschalter und der Steuerung muss mit Hilfe von zwei trennbaren mehrpoligen Industriesteckverbindung in der Nähe des Lasttrennschalters bzw. des Trennschalters realisiert werden.

- Von dem Hilfsschalterpaket des Lasttrennschalters müssen mindestens je 2 Öffner und 2 Schließer in jeder Endlage bis zur Klemmleiste in die Steuerung vorverdrahtet werden. Davon werden je Endlage 1 Öffner und 1 Schließer bis zur SPS weiterverdrahtet. Zusätzlich werden zwei weitere Eingänge für die möglichen Endschalter als Reserve eingeplant.
- Der Leistungsteil muss nach dem Öffnen der Türen die Schutzart IP2X aufweisen. Hierzu ist es notwendig, dass der 750V DC-Leistungsteil abgedeckt wird. Diese Abdeckungen sind seitlich mit Scharnieren am Schrankgehäuse zu befestigen. Für bequeme Öffnung der Schutzabdeckungen sind Griffaschen oder Griffe anzubringen. Notwendige Befestigungen der Abdeckungen müssen unverlierbar gestaltet sein.

Spannungsversorgung und Steuerung

- Überspannungsschutz ähnlich Typ 2 und 3 im 750V Bereich zum Schutz von 750V DC/DC Wandlern und Trennverstärkern.
- Die Spannungsversorgung für den Schrank erfolgt durch zwei DC/DC Wandler 420-1000V DC (1270V-1s / 1800V-100 ms / 3000V-1ms) auf 60V DC mit galvanischer Trennung (Zulassung für SELV, Stromkreis ebenfalls als SELV ausgeführt) zwischen Eingang und Ausgang sowie passender Leistung. Ausgelegt für PD2/OV3. Diese versorgen alle Verbraucher im Schrank. DC/DC Wandler erhalten ihre Spannungsversorgung aus den T-Kabeln bzw. Speisekabeln.
- Es ist eine Batterieanlage mit einer Nennspannung von 60V DC vorzusehen, welche den Schrank bei dem Ausfall beider DC/DC Wandler für mindestens 8 Stunden weiter versorgen kann, um die Steuerung und Fernwirkanbindung aufrecht zu erhalten. Die Leistung muss so bemessen sein, dass innerhalb dieser 8 Stunden bis zu vier Lasttrennschalter Läufe möglich sind (z.B EIN-AUS-EIN-AUS). Um die Energie zu sparen, wird die Schrankheizung bei dem Ausfall beider Wandler abgeschaltet.
- Die Restkapazität der Batterieanlage wird im HMI und über die Ferne dargestellt.
- Geregelter Stromsplitting der Batterie, Einschaltverzögerung nach Anlegen von Versorgungsspannung min. 5s.
- Jeder Spannungsabgriff für die 750V DC/DC Wandler wird extra über einen LS-Automat abgesichert.
- Es gibt drei 60V DC Stromkreise: 1. Motorantrieb Lasttrennschalter, 2. Heizung, 3. DC/DC-Wandler für den 24V DC Steuerstromkreis.
- 24V DC DC/DC-Wandler mit Zulassung für SELV, Stromkreis ebenfalls als SELV ausgeführt.
- Isolationswächter mit Display für den 60V DC-Bereich und einen für 24V DC Bereich.
- Die Steuerung aller Komponenten erfolgt zentral über ein SIMATIC ET200SP der Firma Siemens.
- Relais und Schütze werden auf ein Minimum reduziert. Die Funktionen werden hauptsächlich durch SPS abgebildet.
- Ein HMI-Touch-Display (4“) dient zur schematischen Anzeige des 750V DC Lastteils mit Spannungsanzeige des Einspeise- und Ausspeisebereichs sowie des Betriebsstroms. Des Weiteren werden alle Schaltzustände sowie Stör- und

Betriebsmeldungen auf dem HMI angezeigt. Die Bedienung des Wartungsmodus erfolgt ebenfalls über das HMI.

- Es wird eine Schaltstellungsanzeige für Lasttrenn- und Trennschalter verbaut.
- Ein Drehschalter mit zwei Schaltstellungen (tastend) wird zum Ein und Ausschalten des Lasttrennschalters verbaut.
- Ein Drehschalter mit zwei Schaltstellungen (rastend) wird zum umschalten „ORT“ und „FERN“ verbaut.
- Je ein analoges Voltmeter (Drehspulenanzeige) zum Anzeigen der Spannung im 750V DC Einspeisebereich sowie Ausspeisebereich nach dem Trennschalter ist zu verbauen.
- Mess-Shunt für Stromanzeige vor Ort und von der Ferne. Ausgelegt für einen Messbereich -1000A bis +8000A.
- Die Trennverstärker für die Strom- und Spannungsmessung müssen folgende Punkte erfüllen:
 - Nicht-proprietäre Übertragung der Signale vom Trennverstärker zur SPS durch Verwendung von Signalen gemäß DIN IEC 60381-1.
 - Erkennung einer Leitungsunterbrechung zwischen Trennverstärker und SPS durch Verwendung von Live-Zero-Signalen (4...20 mA).
 - Bemessungsisolationsspannung der Trennverstärker für die Strom- und Spannungsmessung gemäß EN 50124-1 gleich oder größer als die höchste nichtpermanente Spannung $U_{max2} = 1000 \text{ V}$ gemäß EN 50163 im Bahnsystemen mit Nennspannung $U_n = 750 \text{ V}$.
 - Auslegung der Isolation als verstärkte Isolation im Sinne der EN 61140 und für Überspannungskategorie OV3 gemäß EN 50124-1.
 - Möglichkeit der direkten Versorgung der Trennverstärker aus der Batteriespannung.
 - Strommessung mit Shunt-Widerstand (nur für Strommessung).
 - Überwachung der Integrität der Leitungen zwischen Trennverstärker und Shunt-Widerstand (Erkennung einer Leitungsunterbrechung mittels Shuntbruchererkennung) (nur für Strommessung).
 - Möglichkeit zur nachträglichen Anpassung des Strommessbereichs (Umschaltbarkeit des Messbereichs) (nur für Strommessung).
- Die Messeingänge der Trennverstärker sind einzeln als Trennschalter mit Sicherungspatroneneinsatz abzusichern.
- Es wird die Laufzeit des Lasttrennschalters überwacht. Der Schwellwert ist über das HMI einstellbar. Sollte dieser überschritten werden, dann wird eine Meldung erzeugt. Wird ein weiterer Schwellwert überschritten, dann wird der Motor abgeschaltet. Auch dieser Schwellwert ist einstellbar und führt zu einer Meldung.
- Alle Anzeigen und Bedienelemente sind gebündelt auf der Vorderseite (Front) des Schrankes (innen) zu verbauen. Sie sind so zu positionieren bzw. auszulegen, dass bei geöffneter Schranktür, kein Regen zu einer Beschädigung dieser führen kann.
- Beim manuellen Schalten ist ein elektrisches Schalten des Lasttrennschalters nicht möglich. Es erfolgt ein Hinweis im HMI.
- Um die Funktion der Heizung zu überwachen und um Korrosion im Schrank vorzubeugen wird mit einem Hygrometer die relative Luftfeuchte im Schrank

überwacht. Die relative Luftfeuchte wird dauerhaft im HMI angezeigt. Die Auslöseschwelle für die Meldung ist nachträglich im HMI einstellbar.

- Alle Störmeldungen sind Drahtbruchsicher aufzubauen.
- Folgende Störmeldungen sollen realisiert und angezeigt werden:
 - Isolationswächter 60V Vorwarnung
 - Isolationswächter 60V Alarm
 - Isolationswächter 24V Vorwarnung
 - Isolationswächter 24V Alarm
 - Automatenfall Heizung
 - Automatenfall Motorspannung Lasttrennschalter
 - Zeitüberschreitung Schaltvorgang Lasttrennschalter Warnung
 - Zeitüberschreitung Schaltvorgang Lasttrennschalter Abschaltung
 - Fehler DC/DC Wandler
 - T-Kabel Spannung fehlt
 - Fahrdrahtabschnitt Spannung fehlt
 - Feuchtigkeit im Schrank zu hoch
 - Restkapazität der Batterie gering
- Folgende Betriebsmeldungen werden zusätzlich angezeigt:
 - Trennschalter offen / geschlossen
 - Lasttrennschalter offen / geschlossen
 - Ort bzw. Fern Stellung
 - Restkapazität der Batterie in Prozent
- Die Stör- und Betriebsmeldungen werden beim Auftreten in einer Ereignisliste mit Datum und Uhrzeit hinterlegt. Diese werden so lange aufgelistet/gespeichert, bis die Liste quittiert wird.
- Tritt eine Störmeldung auf, wird diese zusätzlich über einen roten Leuchtmelder (LED) vor Ort angezeigt. Die Störmeldung sowie die Anzeige durch den Leuchtmelder werden nur so lange angezeigt, wie sie tatsächlich anstehen. Eine Ausnahme hiervon stellen die Störmeldungen „Zeitüberschreitung Schaltvorgang Lasttrennschalter Warnung“ und „Zeitüberschreitung Schaltvorgang Lasttrennschalter Abschaltung“ dar. Diese werden so lange angezeigt, bis sie quittiert werden.
- Es ist ein Wartungsmodus zu programmieren, der nach einer Art Checkliste alle Endschalter und Meldungen mit Unterstützung eines Monteurs durchprüft. Durch Blinken der roten Meldeleuchte wird angezeigt, dass die Steuerung sich im Wartungsmodus befindet. Die Anzeige der Störmeldungen (HMI und Leuchtmelder) wird im Wartungsmodus deaktiviert.
- Es ist eine Fernwirkanbindung über das Mobilfunknetz zu realisieren. Hierfür müssen folgende Komponente verwendet werden:
 - LTE Router: Teltonika RUT241
 - Teltonika Compact - DIN-Schienenmontagekit
 - Teltonika 058R-00229 - 4-Pin Stromkabel

- Über die Fernwirkverbindung werden alle oben aufgeführten Betriebe und Störmeldungen, die Schalterstellung von Lasttrennschalter, Trennschalter, Ort-/Fernschalter, Eingangs- und Ausgangsspannung und Strom übertragen.
- Es ist eine Schrankbeleuchtung zu verbauen. Die Schrankbeleuchtung ist auf jeder Türseite über mindestens 2/3 der gesamten Breite in der oberen vorderen Kante zu realisieren. Die Beleuchtung wird mit Türkontakten geschaltet.
- Alle Komponente und Geräte im Schrank sind so anzuordnen, dass ein Austausch mit geringem oder mäßigem Aufwand möglich ist.