

C4.1 Elektrotechnische Ausrüstungen

F		
E		
D		
C		
B		
A		
0	Erst-Erstellung	24.01.2025
Rev.-Index	Anmerkung	Datum

INHALTSVERZEICHNIS

1	Geltungsbereich.....	5
2	Allgemeine Bestimmungen, Vorschriften, Richtlinien, Empfehlungen	5
3	Grundsätzliches	6
4	Anlagendokumentation	7
5	Elektrischer Eigenbedarf	7
5.1	Ausgangspunkt	7
5.2	Eigenbedarfsspannungsebenen	8
5.2.1	Allgemeine Versorgung	8
5.2.1.1	10-kV-Netz:	8
5.2.1.2	690-V-Netz:	8
5.2.1.3	400/230-V-Anlagen:	9
5.2.1.4	USV Anlagen.....	9
5.3	Selektivität	11
5.3.1	Staffelung	11
5.3.2	Einstellwerte der Schutzfunktionen	11
5.3.3	Auslegung der Stromwandler	12
5.4	MS-/NS-Schaltanlagen-Verriegelungen	12
5.5	Betriebliche Anforderungen	12
5.6	Erdung	12
6	Schaltanlagen.....	13
6.1	Hauptschaltanlagen	13
6.2	Unterverteilungen, Schaltschränke und Black-Boxen	13
6.3	Mittelspannungsschaltanlagen.....	17
6.3.1	Allgemeiner Teil	17
6.3.2	Leistungsschalterraum mit Schalter	18
6.3.3	Kabelanschlussraum.....	19
6.3.4	Strom und Spannungswandler	20
6.3.5	Wandler und Wandler-Klemmen	20
6.3.6	Niederspannungsraum.....	21
6.3.7	Messung, Schutz und Verriegelung	22
6.3.8	Messfeld	23
6.3.9	Verdrahtung	24
6.3.10	Steuerung / Meldung.....	24
6.3.11	Kommunikation	24
6.3.12	Erdungsschalter	24
6.3.13	Störlichtbogenerfassung	25
6.3.14	Verriegelung	25
6.3.15	Schaltercodierung	26
6.3.16	Mitnahmeschaltung in den Feldern (Einspeisung / Trafo).....	26
6.3.17	Farbanstrich.....	26
6.3.18	Prüfungen 10-kV-Mittelspannungsschaltanlage	26
6.3.19	Zubehör	27
6.4	Niederspannungsspannungsschaltanlagen	27
6.4.1	Allgemeiner Teil	27
6.4.2	Sammelschienensystem	29
6.4.3	Verdrahtung	29
6.4.4	Kabelanschluss.....	29

6.4.5	Erdung	30
6.4.6	Grundrahmen.....	30
6.4.7	Beschriftung.....	30
6.4.8	Farbanstrich.....	30
6.4.9	Ausführung Einschub- und Einsatztechnik	31
6.4.10	Thermisch verzögerter Überlastschutz	33
6.4.11	Positionsschalter.....	33
6.4.12	Messwertumformer	33
6.4.13	Schutz, Messung	33
6.4.14	Verriegelung	34
6.4.15	E-Warte und zentrale Leittechnik	34
6.4.16	Steuerspannung	34
6.4.17	Prüfungen NS-Schaltanlage.....	34
6.4.18	Zubehör	35
6.5	GWR-Anlagen.....	35
6.5.1	DC-Verteilung und Sichere Schiene (USV)	35
6.6	Eigenbedarfstransformatoren	36
6.6.1	Allgemeiner Teil	36
6.6.2	Leistungsdefinition	36
6.6.3	Sternpunktbelastung	36
6.6.4	Einstellung der Übersetzung	36
6.6.5	Mechanische Angaben mit elektrischen Zusatzangaben.....	36
6.6.6	Fahrwerk.....	36
6.6.7	Kabel-/Schienenanschlüsse.....	37
6.6.8	Schutz- und Überwachungsgeräte	37
6.6.9	Anschluss an die Innenerdungsanlage.....	37
6.6.10	Zubehör	37
6.6.11	Werksabnahme.....	37
7	Klemmeneinsatz in elektrotechnischen Anlagen	38
7.1	Allgemeines	38
7.2	Klemmenleistenaufbau	38
7.3	Ausführung	39
7.3.1	Klemmen in Stromwandlerkreisen.....	39
7.3.2	Klemmen in Spannungswandlerkreisen	39
7.3.3	Klemmen für Steuer- und Meldekreise	39
7.3.4	Klemmen für Laststromkreise	39
7.3.5	Klemmleistenbeschriftung	39
7.3.6	Klemmleistennummerierung.....	40
8	Zwischenklemmenkästen	41
9	Beschriftung und Blindschaltbilder	41
9.1	Außenbeschriftung (Anlagen, Geräte und Schränke)	41
9.2	Innenbeschriftung (Geräte- und Betriebsmittel, Aderkennzeichnung).....	41
10	Beleuchtungs- und Steckdosenanlage	41
11	Steuerungen	42
11.1	Steuerspannungen	42
11.1.1	Hauptschaltanlagen	42
11.1.2	Unterverteilungen, Black Boxen	42
11.2	Koppelrelais zur Leittechnik	42
11.3	Umrichter in Black Boxen.....	43

12	Kabel und Leitungen.....	43
12.1	Grundlegendes	43
12.2	Kabeltypen.....	43
12.3	Kennzeichnung der Adern und Außenmäntel	44
12.3.1	Aderkennzeichnung	44
12.3.2	Außenmantelkennzeichnung.....	45
12.3.3	Kabelquerschnitte	45
12.3.4	Kabelkennzeichnung.....	45
12.3.5	Abstände zwischen den Kabeln	45
13	Farbgebung für elektrotechnische Anlagen und Maschinen	46
14	Anlage	47
14.1	Anlage 1 MSA-Typicals.....	47
14.2	Anlage 2 NSA-Typicals	51

1 GELTUNGSBEREICH

Die vorliegende Spezifikation enthält allgemeine Richtlinien und Vorschriften für starkstromtechnische Anlagen.

Die Spezifikation ist verbindlich für alle Lieferungen und Leistungen von starkstromtechnischen Anlagen und gilt in Verbindung mit der Spezifikation für leittechnische Anlagen in der jeweils gültigen letzten Fassung.

2 ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN, VORSCHRIFTEN, RICHTLINIEN, EMPFEHLUNGEN

Für die starkstromtechnischen Ausrüstungen gelten folgende zum Zeitpunkt der Auftragserteilung letztgültigen Vorschriften:

- EN (europäische Normen)
- DIN-Vorschriften
- Vorschriften und Regeln der jeweiligen Fachverbände, wie VDEVV, VDE, VGB, VDI, IEC, ZVEI, AGI usw.
- Allgemeine Blitzschutzbestimmungen (ABB)
- Merkblätter und Richtlinien des TÜV und VdTÜV
- Vorschriften der gewerblichen Berufsgenossenschaften der Feinmechanik und Elektrotechnik, insbesondere BGV A3 inkl. der entsprechenden Herstellerbestätigung
- Maßsystem gemäß Bundesgesetzblatt Teil 1 (SI-Maßsystem)
- "Zusätzliche Liefervereinbarungen für Hochspannungs-Elektromotoren in Kraftwerken (ZLM)" der VDEW
- "Technische Anforderungen Drehstrom-Asynchron-Motoren" der V.I.K.
- Technische Liefervereinbarungen für Drehstrom-Transformatoren der VDEW
- Betriebssicherheitsverordnung
- VGB-Richtlinien
- die sonstigen anerkannten Regeln der Technik

Abweichungen von den vorgenannten Vorschriften und den nachstehenden Richtlinien sind grundsätzlich mit dem Auftraggeber schriftlich abzustimmen.

Soweit Entwürfe oder Änderungen der anzuwendenden Vorschriften zum Zeitpunkt der Auftragserteilung bereits anerkannt sind, sind Folgerungen daraus mit dem Auftraggeber abzustimmen und zu dokumentieren.

Ergeben sich zwischen den besonderen Bestimmungen des Auftrages und den anzuwendenden Vorschriften Widersprüche, so gelten die besonderen Bestimmungen des Auftrages vorrangig, soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften entgegenstehen.

Gelten für einzelne Teile mehrere sich widersprechende Vorschriften, so ist durch den Auftragnehmer der Widerspruch schriftlich anzuzeigen und ein fallkonkreter Regelungsvorschlag einzureichen. Abweichungen von dieser Spezifikation sind im Zuge der Detailplanung möglich. Diese müssen dem Auftraggeber zwecks Bestätigung schriftlich angezeigt und begründet werden. Eine Bestätigung durch den Auftraggeber entbindet den Auftragnehmer jedoch nicht von seiner Verantwortung zur Lieferung einer sicheren Anlage oder Anlagenkomponenten.

3 GRUNDSÄTZLICHES

Unter Beachtung der Sicherheit und Verfügbarkeit ist eine optimale Dimensionierung und Auslegung in Bezug auf Lebensdauer, Prüf- und Montagefreundlichkeit einzuhalten. Es sind ausschließlich bewährte Geräte vorzusehen (keine Prototypen, keine Auslaftyten).

Bei allen eingesetzten Geräten muss gewährleistet sein, dass kompatible Reserveteile noch mindestens 10 Jahre nach erfolgter Inbetriebnahme innerhalb vergleich- bzw. vertretbarer Lieferzeiten und mit normalen Teuerungszuschlägen geliefert werden können.

Die zum Einsatz kommenden Anlagen und Geräte müssen wartungsarm sein.

Alles Material muss neu und von bester Qualität sein. Es muss den neuesten DIN-Normen bzw. IEC-Vorschriften entsprechen. Es muss die am Aufstellungsort vorherrschenden Beanspruchungen, insbesondere die Kurzschlussverhältnisse, problemlos beherrschen.

Die Auslegung der Anlagen und Anlagenteile hat zu gewährleisten, dass elektrische Rückwirkungen auf das speisende Netz minimiert werden und die Elektro-Magnetische-Verträglichkeit gesichert ist (vergleiche hierzu Spezifikation C4.9 Elektromagnetische Verträglichkeit).

Zur Sicherung einer ordnungsgemäßen Bedienbarkeit sind folgende Maße für die Anordnung der Bedien- und Meldeeinrichtungen vorzusehen:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| ▪ Bedienfläche: | Unterkante: 1000mm
Oberkante: 1600mm |
| ▪ Anzeige-, Meldegeräte und Displays: | Unterkante: 1000mm
Oberkante: 1800mm |

Die Anlagenteil- und Gerätekennzeichnung hat nach dem Kraftwerk-Kennzeichen-System (KKS) zu erfolgen. Die Bezeichnung wird bis zur 2. Ordnungsstufe (Funktions- und Aggregatestufe) vom AG vorgegeben. Die weitere Bezeichnung von Anlagenteilen und Geräten ist vom Lieferanten durchzuführen. Dabei ist die Systematik des KKS streng anzuwenden und mit dem Planer/Auftraggeber abzustimmen.

Die Ausführungen, Aufstellung und Montage von elektrotechnischen Ausrüstungen sind, zur Wahrung einer einheitlichen Technik, zum Festlegen einer Typenauswahl und zur Lieferabgrenzung, grundsätzlich mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Grundsätzlich sind, soweit nachstehend nicht anders festgelegt ist, für die elektrotechnische Ausrüstung aller Anlagen einheitliche Geräte gemäß C4.10 „Geräteauswahlliste“ zu verwenden; andere Fabrikate dürfen nur nach Zustimmung durch den Auftraggeber eingesetzt werden.

Die zum Einsatz kommenden Geräte sind auf möglichst wenige Typen zu minimieren.

Für Sicherungsabgänge sind grundsätzlich 3polige NH-Sicherungslasttrenner zu verwenden. Bei Anlagen mit Mehrfacheinspeisungen sind diese mit Trennstrecken beidseitig der Sicherungen auszurüsten

Thermische Schutzeinrichtungen (thermisches Motorabbild und gleich wirkende technische Einrichtungen) sind grundsätzlich mit Phasenausfallschutz und mit Wiedereinschaltsperrung zu versehen.

Es dürfen nur flammwidrige oder nicht brennbare Isolierstoffe verwendet werden.

Vom Auftraggeber bzw. Planer werden für die wichtigsten Betriebsmittel, wie Transformatoren, Hochspannungsmotoren, Niederspannungsmotoren, der Schalldruckpegel bzw. Schalleistungspiegel vorgegeben. Diese Vorgaben sind im Bedarfsfall beim Auftraggeber anzufordern.

4 ANLAGENDOKUMENTATION

Der Auftragnehmer ist verpflichtet, die Ausführungen der von ihm anzufertigenden Zeichnungsunterlagen mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Bei der Erstellung der Unterlagen ist die Spezifikation C6.1 „CAD-Vorgaben“ und die Spezifikation C1.15 „Enddokumentation“ anzuwenden.

Die Schaltungsbücher sind grundsätzlich im AutoCad-DWG-Format zu übergeben

Bei allen Aufträgen, die elektrotechnische Ausrüstung enthalten, auch wenn sie im Rahmen maschinentechnischer Systeme bzw. Komponenten geliefert werden, sind die entsprechenden Dokumentationsunterlagen entsprechend der in den elektrotechnischen Spezifikationen getroffenen Festlegungen beizustellen.

Die beizustellenden Unterlagen sind unter Verwendung der gültigen deutschen Normen zu erstellen und in deutscher Sprache abzufassen.

Gegenzielangaben (Querverweise zu anderen Plänen) haben nach einem eindeutigen und einheitlichem, mit dem Auftraggeber bzw. Planer abzustimmenden, Kennzeichnungssystem zu erfolgen.

5 ELEKTRISCHER EIGENBEDARF

5.1 Ausgangspunkt

Die für die Versorgung der elektrischen Verbraucher zur Verfügung stehenden Versorgungsspannungen sind dem Kapitel 5.2 Eigenbedarfsspannungen zu entnehmen.

Am 10-kV-Netz und am NS-Netz sind Stromrichteranlagen angeschlossen. Damit verbunden sind Rückwirkungen in diese Netze und störende Beeinflussungen auf an diese Netze angeschlossene Anlagen und Geräte zu erwarten. Hinsichtlich der Spannungsqualität ist von einem Industrienetz Klasse 3 gemäß DIN EN 6100-2-4 auszugehen.

Alle an diese Netze angeschlossenen Geräte und Anlagen müssen den in der Spezifikation C4.9 „Elektromagnetische Verträglichkeit“ festgelegten Verträglichkeitspegeln genügen.

Die Gleichstromnetze werden im Bereitschaftsparallelbetrieb (Ladegleichrichter-Batterie) gefahren. Die Normalbetriebsspannung an den GS-Verteilungen beträgt ca. $1,1 \times U_N$ (d.h. 242 V im 220 V DC-Netz und bis 26,8 V im 24 V DC-Netz). Die nachgeschalteten Verbraucher sind thermisch und hinsichtlich ihrer Spannungsfestigkeit (induktive Spannungsspitzen) auf diese Dauerbeanspruchung auszulegen.

5.2 Eigenbedarfsspannungsebenen

Es stehen folgende Versorgungsnetze für die Speisung der elektrischen Verbraucher zur Verfügung:

5.2.1 Allgemeine Versorgung

5.2.1.1 10-kV-Netz:

Netzform: IT-Netz nach VDE 0100, Teil 410

Schutzeinrichtungen: Schutzerdung nach VDE 0101 und 0141

Verbraucher: An dieses Netz sind alle Mittelspannungsverbraucher mit einer Einzelleistung größer 450 kW zwingend anzuschließen.

Verbraucher, die an das Mittelspannungsnetz angeschlossen werden, müssen bis zu einer Spannungsabsenkung von 20% und gleichzeitig auftretender Frequenzabsenkung von 5% in Betrieb genommen werden können bzw. bis zu einer Spannungseinsenkung von 25% in Betrieb bleiben.

5.2.1.2 690-V-Netz:

Netzform: TN-S – System mit isoliert verlegtem PEN nach VDE 0100,

Schutzeinrichtungen: Überstromschutzeinrichtung bzw. fallweise Fehlerstromschutzeinrichtung L1, L2, L3, PEN, PE. Die 690 Volt Hauptverteilungs-Schaltanlagen haben eine grün/gelb gekennzeichnete Brücke zwischen isoliert verlegter PEN- und PE-Schiene an beliebiger Stelle. Dies ist der Zentrale Erdungspunkt (ZEP). Er ist entsprechend zu kennzeichnen mit dem Hinweis: „Bei Entfernung der Brücke wird die Schutzmaßnahme aufgehoben.“ In der Hauptverteilung sind ausschließlich 3-polige Schaltgeräte zu verwenden, da der PEN-Leiter nicht geschaltet werden darf. Verbraucher dürfen nur mit 5-Leiterkabel angeschlossen werden. An der isoliert verlegten PEN-Schiene sind die abgehenden N-Leiter bzw. N-Verteilschienen anzuschließen. Bei Verbrauchern mit wechselseitiger Einspeisung muss der Neutraleiter geschaltet werden.

Verbraucher: An dieses Netz werden alle elektrotechnischen Verbraucher angeschlossen, deren Leistung 450 kW nicht überschreitet.

Motoren, die an das 690-V-Netz angeschlossen werden, müssen bis zu einer Spannungsabsenkung von 20% und gleichzeitig auftretender Frequenzabsenkung von 5% in Betrieb genommen werden können bzw. bis zu einer Spannungsabsenkung von 25% in Betrieb bleiben.

Weitere Rahmenbedingungen, wie kurzzeitige Spannungslosigkeit bei Schnellumschaltung, spannungslose Zeit bei Langzeitumschaltungen oder Spannungserhöhung bei Lastabwurf sind der im weiteren Projektverlauf zu erstellenden Spezifikation Unterspannungsüberwachung in Schaltanlagen zu entnehmen.

5.2.1.3 400/230-V-Anlagen:

Netzform: TN-S-System mit isoliert verlegtem PEN Netz nach VDE 0100

Schutzeinrichtungen: Überstromschutzeinrichtung bzw. fallweise Fehlerstromschutzeinrichtung L1, L2, L3, PEN, PE. Die 400 / 230 Volt Hauptverteilungs-Schaltanlagen haben eine grün/gelb gekennzeichnete Brücke zwischen isoliert verlegter PEN- und PE-Schiene an beliebiger Stelle. Dies ist der Zentrale Erdungspunkt (ZEP). Er ist entsprechend zu kennzeichnen mit dem Hinweis: „Bei Entfernung der Brücke wird die Schutzmaßnahme aufgehoben.“ In der Hauptverteilung sind ausschließlich 3-polige Schaltgeräte zu verwenden da der PEN-Leiter nicht geschaltet werden darf. Verbraucher dürfen nur mit 5-Leiterkabel angeschlossen werden. An der isoliert verlegten PEN-Schiene sind die abgehenden N-Leiter bzw. N-Verteilschienen anzuschließen. Bei Verbrauchern mit wechselseitiger Einspeisung muss der Neutralleiter geschaltet werden.

Verbraucher: An dieses Netz werden die Kraft- und Beleuchtungsanlage sowie die allgemeinen Verbraucher angeschlossen.

Motoren, die an das 400/230-V-Netz angeschlossen werden, müssen bis zu einer Spannungsabsenkung von 20% und gleichzeitig auftretender Frequenzabsenkung von 5% in Betrieb genommen werden können bzw. bis zu einer Spannungsabsenkung von 25% in Betrieb bleiben.

5.2.1.4 USV Anlagen

5.2.1.4.1 Gesicherte DS-/WS-Versorgung:

Netzform: TN-S-System mit isoliert verlegtem PEN nach VDE 0100

Schutzeinrichtungen: Überstromschutzeinrichtung bzw. fallweise Fehlerstromschutzeinrichtung L1, L2, L3, PE, N

An diesem Netz sind alle Antriebe und Verbraucher angeschlossen, welche bei totalem Netzausfall, d.h. die Speisung über die Eigenbedarfstransformatoren ist unterbrochen, unterbrechungsfrei in Betrieb bleiben oder gehen müssen (Unterbrechungsfreier Notstrombetrieb).

Auch Verbraucher, die an das gesicherte DS-/WS-Netz angeschlossen werden, müssen bis zu einer Spannungsabsenkung von 20% und gleichzeitig auftretender Frequenzabsenkung von 5% in Betrieb genommen werden können bzw. bis zu einer Spannungsabsenkung von 25% in Betrieb bleiben. Dieser Zustand kann dann eintreten, wenn die gesicherte DS-/WS-Versorgung über die elektronische Umschalteneinrichtung direkt aus dem 400-/230-V-Netz gespeist wird.

5.2.1.4.2 Gleichstromversorgung:

Die Gleichspannungsnetze werden im Bereitschafts-parallelbetrieb (Ladegleichrichter – Batterie) betrieben. Für die redundante Einspeisung von diodenentkoppelten Verbrauchern stehen zwei Gleichspannungsnetze zur Verfügung. Im Bereitschaftsparallelbetrieb beträgt die Spannung an den 220-V-Gleichspannungsverteilungen bei Verwendung von Blei-Akkumulatoren ca. 242 V. Die nachgeschalteten Verbraucher sind thermisch und hinsichtlich ihrer Spannungsfestigkeit (induktive Spannungsspitzen) auf diese Dauerbeanspruchung auszulegen.

5.2.1.4.3 220-V-Gleichspannungsanlagen:

Für die Versorgung der 220 V DC Verbraucher und der Wechselrichter der gesicherten 400/230 V AC Schiene wird ein redundantes 220 V DC-unterbrechungsfreies System aufgebaut. Dieses besteht aus den Batteriesystemen, den Gleichrichtern, den Verteilungen der elektronischen Umschalteneinrichtung usw.

Netzform: IT-Netz nach VDE 0100, Teil 410

Schutzmaßnahmen: Schutzsystem nach VDE 0100/410, Isolationsüberwachungseinrichtung und 2-polige Überstromschutzeinrichtungen

Betriebsweise: Die 220-V-Gleichspannungsnetze werden isoliert betrieben mit Isolationsüberwachungseinrichtung, L+, L- (Batterieschiene) und L+, L- (Gleichrichterschiene), PE.

Verbraucher, die an das Gleichspannungsnetz angeschlossen werden, müssen bis zu einer Spannungsabsenkung von 15% bzw. einer Spannungserhöhung von 10% in Betrieb genommen werden können bzw. dauerhaft in Betrieb bleiben.

5.2.1.4.4 24-V-Gleichspannungsanlage:

In den elektrischen Hauptverteilungsanlagen sind 24 V Gleichstromanlagen vorzusehen. Bei dezentral gelegenen 24 V DC - Verbrauchern ist die Versorgung in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber im Lieferumfang des Auftragnehmers über DC/DC-Wandler aus der 220 V GS zu bilden. Die 220 V GS Einspeisung und die DC/DC Wandlung sind redundant auszuführen. Fallweise ist anstelle der DC/DC-Wandler auch die redundante 24 V GS-Versorgung über 400/230V-Netzteile gestattet, sofern die Speisung dieser Netzteile aus dem USV-Netz und dem sicheren Netz erfolgt. Netzform: TN-Netz nach VDE 0100, Teil 410

Schutzmaßnahmen: Schutzkleinspannung nach VDE 0100/410, 2-polige-Überstromschutzeinrichtungen.

Betriebsweise: Das lokale 24-V-Gleichspannungsnetz wird mit geerdetem Minuspol betrieben. Die Verteilungen sind mit 3fach Sammelschiene, L+, M, S auszuführen.

Der Schirmanschlussleiter S wird gemeinsam mit dem L+ und M in einem magnetischen Kreis verlegt.

Alle Leiter werden isoliert verlegt. Die Erdung des M und S Leiters erfolgt auf einen durch den Auftraggeber vorgegebenen Erdungspunkt.

Verbraucher, die an das Gleichspannungsnetz angeschlossen werden, müssen bis zu einer Spannungsabsenkung von 15% bzw. bis zu einer Spannungserhöhung von 15% in Betrieb genommen werden können bzw. dauerhaft im Betrieb bleiben.

5.3 Selektivität

Die Selektivität zwischen aufeinanderfolgenden Schutzeinrichtungen wird durch den ausreichenden Abstand zwischen den Auslösekennlinien gewährleistet. Dabei sind die zeitliche Staffelung sowie die Einstellwerte der Schutzfunktionen zu berücksichtigen.

Es ist ein Netzschutzkonzept zu erarbeiten und die Selektivität ist durch entsprechende Strom-Zeit-Diagramme nachzuweisen.

5.3.1 Staffelung

Die zeitliche Staffelung der Gesamtauslösezeit ist so kurz wie möglich zu wählen.

Für die selektive Abschaltung bei Kurzschlussfeldern müssen die Auslösezeiten der Schutzeinrichtungen abgestuft werden.

Die Staffelzeit t ist der zeitliche Abstand zwischen den Auslösungen zweier aufeinander folgender Schutzeinrichtungen.

Referenzwerte für Staffelungszeiten

Staffelungszeit zwischen aufeinanderfolgenden Schutzrelais in der MS-Schaltanlage:

$\Delta t = 200 \text{ ms} \dots 300 \text{ ms}$

Staffelungszeit zwischen aufeinanderfolgenden Schutzauslösungen in der NS-Schaltanlage:

$\Delta t = 100 \text{ ms}$

Staffelungszeit zwischen der Schutzauslösung eines NS-Leistungsschalters und eines nachfolgenden Verbraucherabgänge mit entsprechenden Schutzeinrichtungen:

$\Delta t = 70 \text{ ms}$

Es ist auf eine Selektivität zwischen den Schutzeinrichtungen von Abgängen in der Niederspannungsanlage zu Unterverteilungen und den entsprechenden Schutzeinrichtungen in den Unterverteilungen zu achten.

In Reihe geschaltete Schutzeinrichtungen sind generell selektiv, wenn sich ihre Auslösekennlinien nicht berühren und der Abstand zwischen diesen Kennlinien ausreichend ist.

5.3.2 Einstellwerte der Schutzfunktionen

Die Erstellung der Schutzeinrichtungen muss die folgenden Anforderungen erfüllen:

Alle Schutzeinrichtungen

Alle Schutzeinrichtungen müssen durch die minimalen Kurzschlussströme ausgelöst werden, andererseits dürfen die maximalen Anlauf- und Wiedereinschaltströme der Verbraucher (z.B. Motoren, Transformatoren usw.) den entsprechenden Leistungsschalter nicht ausschalten.

Schutzeinrichtungen auf der MS-/NS-Seite von Hilfstransformatoren

Die Einstellung des unverzögerten Auslösestroms auf der MS-Seite des Transformators muss höher sein als der maximale Strom auf der MS-Seite im Falle eines Kurzschlusses auf der NS-Seite. Der unverzögerte Auslösestrom muss ebenfalls höher als der Einschaltstrom des Transformators sein.

Die Einstellung des unverzögerten Auslösestroms auf der MS-Seite des Transformators muss niedriger sein als der Mindestkurzschlussstrom an den MS-Klemmen.

Die Einstellung des zeitverzögerten Auslösestroms auf der MS-Seite des Transformators muss niedriger sein als der Mindeststrom auf der MS-Seite im Falle eines Kurzschlusses auf der Niederspannungsseite.

5.3.3 Auslegung der Stromwandler

Für den ordnungsgemäßen selektiven Betrieb der Schutzeinrichtungen sind die Kenndaten der entsprechenden Stromwandler entsprechend auszulegen.

Der Überstromfaktor ist von der tatsächlichen Belastung (Kernverbrauch (0,05...0,2 * Sr), Verbrauch des Schutzrelais und Kabelverluste des Stromwandlers) abhängig und vom AN zu dimensionieren.

5.4 MS-/NS-Schaltanlagen-Verriegelungen

Für die MS- und NS-Schaltanlage sind die folgenden automatischen Schaltungen vorzusehen:

- Mitnahmeschaltung MS-/NS-Leistungsschalter
- Verriegelung der Leistungs- und Erdungsschalter
- Verriegelung der Einspeiseschalter/Kupplungen

Alle Verriegelungen müssen bei Vor-Ort- und bei Fernbedienung wirksam sein.

Beim Aufbau einer Verriegelung der Leistungsschalter untereinander sind immer direkte Hilfskontakte von den Leistungsschaltern zu verwenden

Wichtige Verriegelungen müssen festverdrahtet ausgeführt werden.

Vor der Ausführung sind alle Verriegelungsdetails mit dem AG abzustimmen.

Für die MS-Schaltanlage ist zusätzlich der Signalaustausch zur übergeordneten HS-Schaltanlage einschließlich des Trafo- und Kabelschutzes zu berücksichtigen.

5.5 Betriebliche Anforderungen

Der Brandschutz ist durch geeignete Maßnahmen zu gewährleisten

Der Revisionszyklus soll bis auf die FU mindestens 10 Jahre betragen.

Der Revisionszyklus der FU soll mindestens 4 Jahre betragen.

Betriebsstörungen und Sonderfälle

Die Komponenten für die Eigenbedarfsversorgung und die FUs sind so einzubinden, dass alle bestimmungsgemäßen Betriebszustände ohne Einschränkung beherrscht werden können. Bei allen möglichen Betriebsstörungen müssen die Anlagenteile in einen gesicherten Anlagenzustand gefahren werden können. Bei sicherheitsrelevanten Störungen innerhalb der Anlagen müssen diese aus jedem Betriebszustand automatisch in sichere Betriebszustände gefahren werden. Gefährliche Betriebszustände dürfen dabei nicht auftreten.

5.6 Erdung

Alle Schaltschränke, Schalttafeln, Motoren (ab 100 kW Anschlussleistung – außen am Gehäuse), Transformatoren und sonstigen elektrischen Anlagen sind mit mindestens einer entsprechend gekennzeichneten Anschlussschraube (mindestens M10) zum Anschluss an die Erdungsanlage des Kraftwerkes auszurüsten.

Alle Stahlgerüste und alle Anlagenteile sind niederinduktiv und auf kürzestem Wege an die Erdungsanlage des Kraftwerkes anzuschließen.

Ziel dieser Maßnahmen ist es, alle betriebsmäßig nicht unter Spannung stehenden metallischen Teile zu erden und in den Potentialausgleich einzubeziehen. Siehe hierzu Spezifikation C4.7 „Erdung, Blitzschutz, Potentialausgleich“.

Jede Verteilung ist mit einer Schutzleiterschiene (PE-Schiene) zu versehen. Die Schutzleiterschiene muss ausreichende Abschlussschrauben besitzen, so dass der Schutzleiter jedes Kabels einzeln angeschlossen werden kann. Für den Anschluss des Schutzleiters des Einspeisekabels muss eine entsprechend große Anschlussmöglichkeit vorhanden sein.

Schranktüren, in die elektrische Geräte eingebaut sind, müssen über flexible Cu-Bänder mit dem Schrankgerüst verbunden werden.

6 SCHALTANLAGEN

6.1 Hauptschaltanlagen

Nachstehende Festlegungen für Unterverteilungen, Schaltschränke und Black-Boxen gelten sinngemäß auch für MS- und NS-Hauptschaltanlagen.

6.2 Unterverteilungen, Schaltschränke und Black-Boxen

Sofern vom Auftragnehmer Unterverteilungen, Schaltschränke bzw. Black-Boxen errichtet werden, in die z. B. Leistungsschaltgeräte, Absicherungen von Haupt- und Steuerstromkreisen, Hilfsrelais, Stromwandler und Spannungswandler usw. eingebaut werden, sind folgende Punkte zu beachten:

Es sind stahlblechgekapselte Verteilungen mindestens in der Schutzart IP 54 oder höher entsprechend den Betriebsbedingungen (bei Verteilungen in abgeschlossenen Betriebsräumen ist die Schutzart IP 40 ausreichend) mit obenliegenden Sammelschienen vorzusehen.

In Bereichen mit Einstufung gemäß Ex-Schutz-Richtlinie können auch Unterverteiler aus Kunststoff, z. B. Polyester, eingesetzt werden.

Die Einspeisungen sollen mit einem Sicherungslasttrenner (mit Sprungkontakt) ausgestattet sein, bei Einspeisungen über 800 A Leistungsschalter (keine Kompaktschalter). Alle Verteilungen Schaltschränke sind so aufzubauen, dass sie an eine Hauptverteilungs-Schaltanlage mit einem TN-S-System mit isoliert verlegtem PEN anschließbar sind und die Schutzmaßnahmen eingehalten werden. Verteilungen/Schaltschränke dürfen nur mit 5-Leiterkabel angeschlossen werden. Bei Verbrauchern mit wechselseitiger Einspeisung muss der Neutralleiter geschaltet werden.

Bei der Belegung der Schränke ist eine ausreichende nutzbare Platzreserve für eventuell spätere Ausbauten einzuhalten (mindestens 20% Leerplatzreserve + 10% ausgebaute Reserve).

Die Betriebsmittel sind so anzuordnen oder abzudecken bzw. zu schotten, dass bei Arbeiten kein zufälliges Berühren spannungsführender Teile möglich ist.

Leistungsschütze sind so auszulegen, dass sie höchstens mit 60% ihres Dauerstromes belastet werden.

Bei Verbrauchern, die über AC-versorgte Schütze geschaltet werden, müssen diese bis zu einem Spannungseinbruch an der Spule auf 65% der Nennspannung angezogen bleiben. Eine Einschaltung bis 80% Nennspannung muss noch möglich sein.

Alle Verteilungen sind mit mindestens einer um ca. 0,1 – 5 s verzögert (einstellbar) ansprechenden Sammelschienenspannungsüberwachung auszurüsten. Diese werden je nach Anforderung für die Umschaltautomatiken und Wiedereinschaltautomatiken benötigt.

In die Einspeisung ist grundsätzlich ein 6fach umschaltbarer Spannungsmesser einzubauen.

Außerdem ist je Phase ein Strommesser vorzusehen.

In die Einspeisung des Schaltschranks ist ein Hauptschalter mit Hilfskontakten zur Unterdrückung der Meldung "Spannungsausfall" einzubauen.

Die Störmeldungen müssen mit Geräten angezeigt werden, die eine quittierbare Anzeigefunktion besitzen. Die Meldetexte sollen im Klartext sowohl in angeregtem als auch in unangeregtem Zustand lesbar sein. Der Meldetext ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Die Kopplung zur Leittechnik hat entsprechend den leittechnischen Spezifikationen zu erfolgen. Für den Fall, dass eine direkte Kontaktabfrage vorgesehen ist, sind für Störmeldungen Relais mit einem potentialfreien Kontakt (Wechsler) zur Fernübertragung zum zentralen Leitstand vorzusehen. Die potentialfreien Meldekontakte sind so auf eine getrennte Klemmenleiste zu führen, dass sie wahlweise als Einzel- oder Sammelmeldung fernübertragen werden können. Dabei muss eine Unterscheidung der Sammelstörmeldung in für die Bereiche "elektrische Störung" und "verfahrenstechnische Störung" möglich sein.

Für jede einzelne Gefahrmeldung sind auf der Klemmleiste trennbare Klemmen vorzusehen, damit bei Reparatur oder vor Inbetriebnahme eines Abzweiges oder Anlagenteiles keine Dauerstörmeldung ansteht und dadurch die Sammelmeldung zum zentralen Leitstand blockiert werden. Die gewählte Lösung ist mit dem Auftraggeber bzw. Planer abzustimmen.

Eine eindeutige Bezeichnung der Bedienelemente und der Meldeeinrichtung mit Kurzzeichen entsprechend dem Kraftwerks-Kennzeichnungs-System und Kurztext ist vorzunehmen.

Die elektrischen Anlagensteuerungen sind so auszuführen, dass nach Spannungseinbrüchen durch Umschaltvorgänge oder Störungen in der Stromversorgung die betroffene Anlage nicht in einen unzulässigen Zustand fährt. Es müssen Spannungseinbrüche von mindestens 25% beherrscht werden, ohne dass Schütze oder sonstige elektrische und elektronische Einrichtungen ausfallen. Durch die Umschaltvorgänge oder Störungen in der Stromversorgung und bei Wiederkehr von Versorgungsspannungen dürfen keine Fehlermeldungen in den betroffenen Anlagen erzeugt werden.

Bei Spannungseinbrüchen bzw. kurzzeitigen Spannungsunterbrechungen muss gewährleistet sein, dass die Anlage gemäß Spezifikation „Unterspannungsüberwachung in Schaltanlagen“ (wird nachgereicht) durch die zentrale Leittechnik wieder automatisch zugeschaltet werden kann bzw. nach Spannungswiederkehr, die Anlage selbständig weiterläuft, bzw. nach Ablauf einer vorgegebenen Zeit gezielt abfährt oder die Einschaltung sperrt.

Die Anordnung von Bedien- und Meldeeinrichtungen sowie Bildschirmanzeige und Bildschirmbedienung erfolgt in Abstimmung mit dem AG.

Bei Einsatz von Druckknopftastern und Leuchtmelder in Ortssteuerstellen sind gemäß VDE 0199 (IEC 73) folgende Farben zu verwenden:

Drucktaster

- | | |
|-----------------|------|
| • AUS | weiß |
| • ZU | weiß |
| • EIN | grün |
| • AUF | grün |
| • Lampenprüfung | weiß |

Leuchtmelder

- | | |
|-------------------|------|
| • Stellung „Aus“ | weiß |
| • Stellung „Ein“ | grün |
| • Störung | rot |
| • Statusmeldungen | weiß |

Weitere Verwendung von Farben ist mit dem AG abzustimmen.

Die Druckknopftaster und Leuchtmelder sind mit Klartext zu bezeichnen.

Alle Gleichstromsteuerkreise > 60 V sind gelöscht zu betreiben (z. B. Freilaufdiode).

Für die Erdung ist ein markierter Anschlussbolzen M10 vorzusehen.

Die Kabeleinführung soll grundsätzlich von unten erfolgen. Eine Kabelabfangung innerhalb ist vorzusehen (Zugentlastung).

Die Kabeleinführung erfolgt im Regelfall über Verschraubungen aus Metall, wobei die Einspeise- und Signalkabel sowie das Erdseil von der Größe und Anzahl her zu berücksichtigen sind. Es sind außerdem 20 % Reserveverschraubungen vorzusehen. Nicht belegte Verschraubungen sind abzudichten.

Bei Aufstellung der Verteilung ist das entsprechende Raumklima zu berücksichtigen, z. B. Heizung gegen Feuchtigkeitskondensation, oder Wärmetauscher bei erhöhter Umgebungstemperatur.

Schaltschränke, die außerhalb elektrischer Betriebsräume zur Aufstellung gelangen, sind mit einer abschaltbaren Innenbeleuchtung und einer Schuko-Steckdose auszurüsten. Der Abgriff erfolgt vor dem Hauptschalter.

Bei außerhalb von elektrischen Betriebsräumen aufgestellten Schaltschränken ist in Abhängigkeit von den Bedingungen am Aufstellungsort eine Überdachung vorzusehen.

Der Aufstellungsort ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Für alle freistehenden Schaltschränke ist eine Aufstellung auf Grundrahmen vorzusehen. Die erforderlichen Grundrahmen sind vom Auftragnehmer mitzuliefern. Die Maßzeichnungen sind rechtzeitig dem AG zur Verfügung zu stellen.

Verteilungen für Außenaufstellung sind zur Vermeidung von Kondenswasserbildung mit einer Heizung auszurüsten.

Die Heizung soll mit einem Schalter ein- und ausgeschaltet werden können. Zur Steuerung ist je Schaltanlage ein Thermostat vorzusehen. Das Thermostat ist an der Außenwand des letzten Schrankes zu befestigen. Der Schaltzustand ist anzuzeigen.

Die Schalt- und Steuerschränke, die innerhalb verschlossener elektrischer Betriebsräume aufgestellt werden, sind mit einem dreriegeligen Stangenschloss mit Griffolive und Doppelbart-schließung zu versehen. Die außerhalb elektrischer Betriebsräume aufzustellenden Schränke sind mit einem dreriegeligen Stangenschloss mit Griffolive, jedoch gelocht für den Einbau eines DIN-Profilzylinders, auszurüsten.

Die Betätigungsorgane der Einspeiseschalter von Schaltschränken oder Verteilungen, die außerhalb abgeschlossener elektrischer Betriebsräume aufgestellt werden, sind innerhalb der Schränke bzw. Verteilungen anzuordnen.

Des Weiteren sind innerhalb der Schränke entsprechende Maßnahmen vorzusehen, die ein unfugtes Betätigen verhindern.

Die Verdrahtung erfolgt über flexible Kunststoffaderleitungen H07V-K Mindestquerschnitt 1,5 mm², thermisch isoliert. Für Meldungen und Signalisierungen sind kleinere Querschnitte nach Rücksprache entsprechend anwendbar, abhängig von Spannungsebene und Funktion, LT-Meldungen kleinerer Querschnitt.

Die Verlegung der Leitungen soll in Kunststoffkanälen erfolgen. Nach Inbetriebsetzung sollen diese noch über einen Reserveraum von 20% verfügen.

Für die Farbkennzeichnung gilt folgendes:

Leistungsteil:

Bezeichnung	Farbe	Bemerkung
L1-L3-Leiter	schwarz	
N-Leiter	Blau (hellblau)	
PE	grün/gelb	Schutzleiter
PEN	grün/gelb	Mittelleiter mit Schutzfunktion, zusätzlich blaue Ringkennzeichen
E	Rot	Erdleiter
L+	Rot	für Gleichspannung
M	Blau	für Gleichspannung
L-	Schwarz	für Gleichspannung

Steuer- und Signalspannungen:

Bezeichnung	Farbe	Bemerkung
220/230V 50Hz	Rot	Kontaktgesteuertes Potential L1 (St) bzw. L1 (Si)
220/230V 50Hz	Rot	Geerdetes Potential N (St) bzw. N(Si)
24V 50Hz	Grau	Kontaktgesteuertes Potential L1 (St) bzw. L1 (Si)
24V 50Hz	Grau	Direktpotential N (St) bzw. N(Si)
24V =	Gelb	Steuerspannung kontaktgesteuertes Potential L+ (St)
24V =	Gelb	Steuerspannung direktpotential L- (St)
24V =	braun	Signalspannung kontaktgesteuertes Potential L+ (St)
24V =	braun	Signalspannung direktpotential L- (St)
48V =	Grün	Kontaktgesteuertes Potential L+ (St)
48V =	Grün	Direktpotential L- (St)
220V =	Violett	Kontaktgesteuertes Potential L+ (St)
220V =	Violett	Direktpotential L- (St)
Wandler, Messumformer, Messgeräte, etc.	Schwarz	Abgriff hinter dem Hauptschalter
Wandler, Messumformer, Messgerät, etc.	blau (hellblau)	Für N-Leiter
Externe Meldungen, Steuerungen, Verriegelungen, etc.	Orange	Mit fremdgespeisten Spannungen, Leitungen, die bei abgeschaltetem Hauptschalter noch unter Spannung stehen

Bei externen Kabelabgängen sind die Klemmentypen eine Leiterquerschnittstufe größer zu wählen als von der Belastbarkeit her notwendig.

Bei verschiedenen Potentials sind zwischen benachbarten Klemmen Trennscheiben einzubauen. Mehrfachbelegung der Reihenklemmen ist nicht zulässig. Schleifenleitungen sind zu vermeiden.

Klemmenleisten für abgehende Kabel sind mindestens 25 cm über der Schaltschrankunterkante anzuordnen.

15 cm unterhalb dieser Klemmenleisten ist ein Kabelbefestigungseisen vorzusehen. Die Klemmenanzahl ist so festzulegen, dass die Forderung, aufliegen nur einer Ader je Klemmenseite erfüllt werden kann. Für weitere Klemmen ist eine Platzreserve von 20% vorzusehen.

Klemmen mit gleichem Potential sind unmittelbar nebeneinander anzuordnen und mit normierten Klemmenverbindern zu verbinden.

6.3 Mittelspannungsschaltanlagen

Zu der Betriebsweise der MS-Schaltanlagen ist ein Konzept zu erstellen, dass die möglichen Betriebszustände und Funktionen der Anlagen beinhaltet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass nach einem Ausfall einer MS-Schaltanlage die Zuschaltung händisch erfolgen soll.

Die Signale der MS-Schaltanlagen werden über die übergeordnete Fernwirktechnik IEC61850 mit der zentralen E-Warte ausgetauscht werden. Zur Darstellung in der Zentralen-Leittechnik sind Signale per Draht zu übertragen. Für den Signalaustausch und die Anbindung sind entsprechend ausreichende Reserven vorzusehen.

Die 10-kV-Mittelspannung wird in der Netzform, isoliertes Netz, betrieben.

Es werden folgende Schaltfeldarten unterschieden:

- Einspeisefeld
- Messfeld
- Motorabgangsfeld für Direktansteuerung oder über FU
- Trafoabgangsfeld, Kabelabgangsfeld

Die für die Planung der Schaltanlage benötigten MS-Typicals liegen als Anlage bei und sind mit dem AG vorab abzustimmen.

6.3.1 Allgemeiner Teil

Die fabrikfertigen und typgeprüften luftisolierten Schaltanlagen sind wie folgt auszuführen:

- Stahlblechgekapselte und geschottete Einschubanlagen
- Schaltfelder in einzelne Räume unterteilt, und zwar in
 - Leistungsschalterraum
 - Sammelschienenraum
 - Kabelanschlussraum
 - Und Niederspannungsraum
- Schotträume separat nach oben druckentlastet, mit Druckentlastungsklappen verschlossen, ausgenommen: Niederspannungsraum
- Die Anlage wird mit Absorber-Technik projektiert
- Lichtbogenfeste, asbestfreie Schottung der einzelnen Räume untereinander, zu den Nachbarschaltfeldern und zum Doppelboden bzw. Kabelgeschoß
- Die Wärmeabfuhr findet über natürliche Konvektion statt
- Alle Mittelspannungsgeräte müssen Hilfsschalter enthalten, die so ausgebildet sind, dass keine Kontaktvervielfachung durch Hilfsschütze erforderlich ist
- Alle Schaltheandlungen bei geschlossener Mittelspannungstür
- Kraftloses Verriegelungssystem durch mechanische Sperren
- Feststellen der Spannungsfreiheit für Abzweig oder Sammelschiene mit Hilfe von einem fest integrierten kapazitiven Spannungsprüfsystem bei geschlossener Schaltfeldfront
- Die Schaltfelder sind mit Erdungsanschlüssen zu versehen, die für den maximalen Erdschlussstrom auszulegen sind. Der Grundrahmen ist in die Schaltanlagenerdung einzubeziehen

Alle Schottungen müssen aus nicht brennbarem und lichtbogenfestem Material bestehen. Zwischenwände und Shutter müssen mindestens der Klasse PM (metallisch) entsprechen.

Die Druckentlastung aller Schalt- und Schottungsräume der MS-Schaltfelder muss nach oben erfolgen. Es sind geeignete Druckentlastungskanäle inkl. erforderlicher Druckentlastungsklappen und Fassadenjalousien vorzusehen und zu liefern. Beim Durchqueren von anderen Räumen sind Druckentlastungskanäle in brandgeschützter Ausführung vorzusehen.

Alle Schaltfelder sind durch Türen verschließbar. Diese Türen müssen auch dann verschließbar sein, wenn der Einschub zu Revisionszwecken aus der Schaltzelle gefahren wurde. Es ist ein einheitlicher Schließzylinder für die MS-Anlage zu verwenden. Die Art des Schließzylinders erfolgt nach Vorgabe des AGs.

An den Frontseiten sind Blindschaltbildern inkl. Ort/ Fern Stellung, sowie Bedientaster und Stellungsmelder in LED-Technik (Dauerbetrieb) mit entsprechenden Steuer- und Verriegelungsfunktionen in allen Feldern vorzusehen.

Außerdem sind kapazitive Spannungsanzeigen mit Testfunktion und Selbstüberwachung vorzusehen.

Es ist eine vollständige und allen Erfordernissen entsprechende, funktionstüchtige Anlage nach dem neuesten Stand der Technik zu liefern, auch wenn einzelne Geräte und Bauteile nicht näher spezifiziert sind. Dies gilt auch für die Dokumentations- und Betriebshandbuchunterlagen. Der AN ist allein verantwortlich für die betriebssichere Ausführung der von ihm zu liefernden Anlage und hat unaufgefordert alle Randbedingungen, die für eine betriebssichere Ausführung erforderlich sind, zu berücksichtigen und in Erfahrung zu bringen. Dies gilt insbesondere hinsichtlich Konstruktion, Umgebungsbedingungen, Resonanz-, Schalt- und sonstige Überspannungen.

Es ist ein Nachweis über die Druckberechnung und die Maßnahmen zur Druckminderung in der Schaltanlage zu erbringen und gegebenenfalls entsprechend beim Bau zu berücksichtigen.

Die Schaltanlagen sind so auszulegen, dass eine vollautomatische Fahrweise über die zentrale Leittechnik und die E-Warte gewährleistet ist.

6.3.2 Leistungsschalterraum mit Schalter

Die wartungsfreien Vakuum-Leistungsschalter sind auf Einschüben oder Schaltwagen, beide Varianten nachfolgend als Schaltereinschub bezeichnet, aufzubauen. In Betriebsstellung müssen die Einfahrkontakte mit der Sammelschiene und dem Kabelabgang verbunden sein.

Die druckfesten Einfahrkontakte sind mit automatisch schließenden Verschlussklappen auszurüsten.

In der Prüf-/Trennstellung muss der Schaltereinschub soweit vorgezogen sein, dass zwischen seinen Einfahrkontakten und den Gegenkontakten des feststehenden Teiles eine Trennstrecke nach DIN EN entsteht.

In Prüf-/Trennstellung der Schaltereinschübe müssen diese bei geschlossener Tür innerhalb des Zellenprofils stehen.

Die Schaltereinschübe sind mit voreilenden Erdungskontakten zu versehen, die den einfahrenden Schaltereinschub vor Erreichen der Betriebsstellung mit der innerhalb der Felder verlegten Erdleitung automatisch verbinden.

Als Niederspannungsverbindungen zwischen Schaltereinschub und Schaltfeld sind flexible Leitungen vorzusehen, die über mehrpolige Stecker mit versilberten Steckkontakten zu verbinden sind. Alle Steckerstifte sind zu belegen und auf Klemmenleisten zu führen. Die Steckverbindungen sind 2-fach mit Endschaltern zu überwachen, der Zustand wird abgefragt und dient als Verriegelungskriterium.

Die Kontakte des 64-poligen Niederspannungssteckers sind Werkstandard aus Kupfer. Die Primärkontakte des Leistungsschalters sind versilbert.

Die Prüfstellung muss der Trennstellung entsprechen, jedoch sind die Steuer- und Messleitungen über Stecker mit dem Schaltfeld zu verbinden.

Bei den eingesetzten Vakuumleistungsschaltern sind geeignete Maßnahmen zu treffen, um evtl. vom Leistungsschalter infolge multipler Wiederzündungen bzw. virtuellen Stromabriss erzeugte Schaltüberspannungen auf ein zulässiges Maß zu begrenzen. Diese Maßnahmen sind anzugeben und für die eingesetzten Geräte technische Datenblätter zu liefern.

Die Leistungsschalter sind mit einem Motor-Speicherantrieb auszurüsten. Der eingeschaltete betriebsbereite Schalter muss die Speicherreserve AUS-EIN-AUS besitzen. Das Spannen des Federkraftspeichers soll mit

Handkurbel und Motor möglich sein. Bei Einstecken der Handkurbel ist je Antrieb der Stromkreis für den Antriebsmotor zu unterbrechen.

Der Spannungszustand des Federspeichers muss mit Grenztastern überwacht werden. Hierfür sind potenziellfreie Wechsler vorzusehen.

Jeder Leistungsschalter ist mit einer zweiten Aus-Spule zu bestücken.

Zur Ein- und Aus-Steuerung der Leistungsschalter für verfahrenstechnische Antriebe kommt von der Prozessleittechnik ein Impuls.

Die Schalter sind mit Schaltspielzählern auszurüsten. Die Schalter werden über Koppelrelais oder über das Feldsteuer- und Schutzgerät von externen Warten aus geschaltet. Die Betätigung vor Ort erfolgt von dem eingebauten Feldsteuer- und Schutzgerät. Für Notbetätigungen sind mechanisch betätigte Ein-, Aus-Taster in der Hochspannungstür des Leistungsschalters vorgesehen. Beide sind gegen versehentliches Berühren geschützt einzubauen. Die Schalterstellungen sind hardwaremäßig durch ein Fenster in der HS-Tür zu beobachten.

Es muss die Möglichkeit bestehen, Schaltereinschübe mit gleichem Leistungsschalter (und gleicher Ausrüstung) untereinander auszutauschen. Die entsprechenden Schaltereinschübe und Schaltfelder sind zu kennzeichnen. Es sind generell einheitliche Leistungsschaltergrößen z.B. in 3000 A vorzusehen.

Das Einfahren von Schaltereinschüben in Schaltfelder, die eine andere Ausrüstung verlangen, muss verhindert sein. Dies wird über eine mechanische Codierung realisiert, die das Einsetzen von Schaltgeräten mit niedrigerem Bemessungs-Betriebsstrom in Schaltfelder mit höherem Bemessungsbetriebsstrom verhindert.

Das Verfahren der Schaltereinschübe muss von Hand erfolgen.

Es müssen folgende Verriegelungen vorgesehen werden:

- Der Leistungsschalter darf nur in Betriebs- und Prüf-/Trennstellung geschaltet werden können
- Der Schaltereinschub darf nicht zwischen Betriebs- und Prüf-/Trennstellung verfahren werden können, wenn der Leistungsschalter eingeschaltet ist
- Der Schaltereinschub darf nur von der Trennstellung in die Betriebsstellung gefahren werden können, wenn die Steuerleitungen verbunden (gesteckt) sind und der Leistungsschalter ausgeschaltet ist
- Die Stecker der Steuerleitungen dürfen nur in Prüf-/Trennstellung eingesteckt oder abgezogen werden können
- Der Leistungsschalter darf nur eingeschaltet werden, wenn genügend Energie im Federspeicher für die Ausschaltung gespeichert ist
- Es sind Maßnahmen vorzusehen, die verhindern, dass durch Ausfahren des Schaltereinschubes aus der Zelle, ohne Lösen der Steckverbindungen, diese beschädigt werden können
- Ohne Anliegen der Steuerspannung ist in Betriebs- bzw. Prüfstellung nur eine Ausschaltung des Leistungsschalters über Handbetätigung möglich. Es ist in diesem Fall keine Einschaltung möglich
- Der Einschub kann nur eingefahren werden, wenn der Erdungsschalter ausgeschaltet ist

6.3.3 Kabelanschlussraum

Der Kabelanschlussraum der einzelnen Schaltfelder ist so zu dimensionieren, dass der Anschluss bzw. Einbau der benötigten Kabel/Geräte mindestens möglich ist.

Es sind stabile Zugentlastungsschellen zum Abfangen der Kabel vorzusehen. Selbstklebende Halterungen und geklebte Befestigungen sind nicht zugelassen. Kabelabschottungen sind aus antimagnetischen Materialien auszuführen.

Müssen mehr Kabel angeschlossen werden, ist neben dem entsprechenden Schaltfeld ein eigenes Kabelanschlussfeld vorzusehen, das den Anschluss der benötigten Kabel ermöglicht. Kabelanschlusskästen unterhalb der Schaltanlage sind nicht zulässig.

Die Kabel- und Leitungszuführungen müssen von unten erfolgen.

Kupplungsverbindungen zwischen Mittelspannungsschienen sind mit Kabel auszuführen.

6.3.4 Strom und Spannungswandler

Der Einbau aller Strom- und Spannungswandler hat so zu erfolgen, dass das Leistungsschild gut lesbar ist (notfalls 2. Leistungsschild).

Die Stromwandler sind für einen Sekundärstrom von 1 A auszulegen.

Klassengenauigkeiten und Leistungen der Wandler werden in den Typicals festgelegt, die mit dem AG vorab abzustimmen sind.

Sämtliche Strom- und Spannungswandler sind im feststehenden Teil der Anlage einzubauen.

Die Stromwandler sind mit einem Mess- und Schutzkern entsprechender Überstromkennziffer auszurüsten. Ungeachtet des Mengengerüsts ist bei allen Wandlern eine ausreichende Leistungsreserve vorzusehen.

Die für die Erdschlussrichtungserfassung bei Motorabzweigen erforderlichen Kabelumbauwandler sind in Klappausführung zu liefern. Der Einbauort ist vorzugsweise der Kabelanschlussraum. Bei Parallelverlegung von Kabeln sind entsprechend mehrere Kabelumbauwandler zu liefern.

Die Wandler müssen auch bei geringen Nennströmen für die entsprechenden dynamischen und thermischen Belastungen ausgelegt sein.

Gemäß DIN EN 60071-1 / VDE 0111 Teil 1 sind bezüglich der Bemessungs-Blitzstoßspannung die

- Stromwandler für einen Scheitelwert von 75 kV
- Spannungswandler für einen Scheitelwert von 95 kV

auszulegen.

Bemessungs-Stehblitzstoßspannung der Spannungswandler ist 75 kV.

Alle Stromwandler sind mit dem 1,2-fachen vom nominalen Primärstrom auszulegen. Die Leistungsangaben der Wandler in den Schaltfeld-Typicals sind Mindestangaben. Die Wandler sind generell beglaubigungsfähig auszuführen.

Die Auswirkungen von Störlichtbögen sind auf die jeweilige Zelle zu beschränken.

- Für die Erdung der Sammelschienen ist im Messfeld ein Kurzschlussfester Erdungsdraufscharter vorzusehen
- Die Schaltereinschübe der Einspeisefelder dürfen nur im Betriebsstellung gefahren werden können, wenn der Sammelschienenenerder ausgeschaltet ist

Im Einspeisefeld sind folgende Wandler vorzusehen:

- 1 Dreikern-Stromwandler pro Phase
- 1 Zweikern-Spannungswandler pro Phase

In Abzweigfeldern sind folgende Wandler vorzusehen:

- 1 Dreikern-Stromwandler pro Phase

Die Wandlerberechnung ist vom AN durchzuführen.

6.3.5 Wandler und Wandler-Klemmen

In jedem Feld ist ein Dreikernwandler pro Phase vorzusehen.

In den Feldern der Einspeisung ist pro Phase ein Spannungswandler vorzusehen.

In die Einspeisung ist außerdem ein Spannungsmesser einzubauen.

Jede Sammelschiene bekommt eine 3-phasige Spannungsmessung.

Alle Wandler sind mit entsprechenden Schutz- und Messkernen auszustatten.

Für Einspeise -Felder sind 4 Quadrantenmessungen mit Schnittstelle zur ZLT vorzusehen.

6.3.6 Niederspannungsraum

Jedes Schaltfeld muss einen separaten Niederspannungsraum mit eigener Tür für den Einbau des Feldsteuer- und Schutzgerätes haben. Für die Verdrahtung von Ring- und Schleifenleitungen sind Ausschnitte vorzusehen.

Die Verbindung der Steuer-, Mess- und Verriegelungsleitungen zwischen dem Türeinbau und dem feststehenden Teil hat über flexible Leitungen zu erfolgen die in einem Schutzschlauch zu führen sind.

Jede Schaltanlage muss zwei getrennte (redundante) Auslösekreise besitzen. Diese Redundanz ist bei der Verlegung der Leitungen zu berücksichtigen. Für die 220VDC Versorgung ist eine Diode entkoppelte 220-VDC-Schleifenleitung und eine zweite, Dioden entkoppelte, 220VDC-Schleifenleitung für den 2. Auslösekreis vorzusehen. Zum Schutz gegen Schaltüberspannung sind die Dioden entsprechend zu beschalten.

Zudem sind separate Leitungen für die Motorspannung und ein weiterer Kreis für die Meldespannung durch die Schaltfelder zu führen.

Bei 220-VDC-Leitungen sind die Entkopplungsdioden und Schleifenleitungen so auszulegen, dass sie durch Niederspannungs- und Hochleistungssicherungen (NH-Sicherungen) oder Sicherungsautomaten bei Kurzschluss und Überlastung geschützt sind. Die Dioden sind für eine Sperrspannung von mindestens 1500 V auszulegen. Der Anschluss einer Dioden-Prüfeinrichtung muss möglich sein. Der AN hat darauf zu achten, dass die Entkoppeldioden auch während des Betriebes der Anlage geprüft werden können.

Der Mindestquerschnitt für die 220-VDC-Verdrahtung beträgt 4 mm².

Sicherungsautomaten sind zu überwachen. Zum händischen Überbrücken der Hilfskontakte bei Automaten sind Messertrennklemmen vorzusehen.

Der Ausfall einer Steuerspannungseinspeisung ist zu melden.

Steuerleitungen sind in Kabelkanälen zu führen.

Die Überwachung der Melde- und Steuerstromkreise muss je Feld erfolgen. Die Motorstromkreise der Spannvorrichtungen sind getrennt abzusichern.

Die Schleifen der Stromwandler sind im Niederspannungsraum über Klemmen aufzulegen.

Alle induktiven Verbraucher müssen mit Freilaufdioden (Sperrspannung: 1500 V) oder Varistoren beschaltet sein.

Die Trafofelder sind mit entsprechenden Kaltleiterauslösegeräten auszurüsten. Alle Felder sind mit genügend Messwertumformern auszurüsten.

Die Trafoabgangsfelder sind mit Kaltleiter Relais auszurüsten.

Bezeichnung aller Einbaugeräte und Klemmen nach den Schaltungsunterlagen. Beschriftung aller Kabel, Leitungen und Stromkreise.

Es ist ein externer NOT-AUS Schalter zweifach einzubinden. Als Freigabe zur Leistungsschalter Ein-Ansteuerung und auf den Schutz-Aus.

Die Leistungsschalterfelder sind mit geeigneten NOT-AUS Schaltgeräten auszurüsten.

Für den konventionellen Signalaustausch, z.B. in die ZLT müssen potenzialfreie Kontakte zur Verfügung gestellt werden. Diese werden von extern, bei der ZLT z.B. 24 VDC, beaufschlagt.

Die Zähler müssen einen einstellbaren Impulsausgang besitzen und für Hutschienenmontage vorgesehen sein.

Die verwendeten Zähler müssen generell busfähig sein.

Sämtliche elektrischen Geräte müssen gegenüber dem Nennstrom eine Reserve von 20 % haben.

6.3.7 Messung, Schutz und Verriegelung

Es sind einheitliche Feldsteuer- und Schutzgerät in jedem Schaltfeld einzusetzen.

Die Feldsteuer- und Schutzgeräte im Einbaugehäuse werden in die Tür des NS-Raumes eingebaut. Der Anschluss der Feldsteuer- und Schutzgeräte erfolgt über Steckklemmen.

Die Feldsteuer- und Schutzgeräte aller 10-kV-Schaltfelder werden miteinander über einen LWL-Ring mit IEC61850 verbunden. Für den Anschluss des IEC61850 LWL-Ringes besitzen die Geräte eingebaute Switches. Mit „Goose“ wird die Kommunikation zwischen den einzelnen Geräten sichergestellt.

Schalterstellungen sowie Messungen und Meldungen sind auf der Bedieneinheit anzuzeigen. In jedem Feld muss die eingehende bzw. abgehende Leistung angezeigt werden. Hierzu sind die Sammelschienenanspannungen aus dem Messfeld mit einer Ringleitung durch alle Schaltfelder zu führen.

Es sind Schutz- und Steuergeräte für folgende Felder zu liefern:

- Einspeisefeld
- Motorabgang
- Trafoabgangsfelder
- Messfeld

Im Einspeise- und Messfeld ist jeweils ein zusätzliches Anzeigeelement gem. C4.10 Geräteauswahlliste einzubauen.

Es ist eine selektive Erdschlusserfassung aufzubauen. Dazu sind alle Schaltfelder mit Erdschlussrichtungserfassung ausgerüstet. Die Erdschlussrichtungserfassung muss an Kabelumbauwandlern in den Motorabzweigen angeschlossen werden. Die Spannung U_{en} ist zur Erdschlusserkennung aus dem Messfeld im Ring über alle Felder zu führen.

Die Kabelumbauwandler können unter den Feldern platziert werden.

Für die Ausgabe von Analogwerten wie z.B. Strom bei konventioneller Verdrahtung ist in jedem Feld ein Messwertumformer vorzusehen. In den Einspeise- und Messfeldern ist ein weiterer Messwertumformer für die Spannung vorzusehen.

Es sind Messwertumformer für

- Einspeisefeld
- Motorabgang
- Trafoabgangsfelder
- Messfeld

zu liefern.

In den Trafoabgangsfeldern sind geeignete Temperaturüberwachungsgeräte einzusetzen.

Für jeden Abgang sind die nachfolgend aufgeführten Schutzfunktionen vorzusehen:

6.3.7.1 Transformator Differenzschutz für alle Leistungstransformatoren

Der Transformator differenzialschutz wird zum selektiven, unverzögerten Schutz von Transformatoren eingesetzt.

Moderne Trafodifferenzschutzrelais benötigen keine sekundärseitigen Anpassschaltungen mehr, um die Strombeeinflussung durch den Transformator nachzubilden. Dies erledigt das digitale Schutzgerät rechnerisch.

6.3.7.2 UMZ-Schutz für alle Trafo-Abgänge

Beim Überschreiten eines eingestellten Strombetrages oder der eingestellten Netzspannung, wird nach Ablauf der zugehörigen Verzögerungszeit ein Signal zum Ausschalten des Leistungsschalters erteilt. Die Verzögerungszeit ist unabhängig vom tatsächlich eingestellten Sollwert.

Mehrere UMZ-Relais, welche in Reihe geschaltet sind, lassen sich mit Hilfe einer Staffelung der Auslösezeit zu einem mehrstufigen Schutz erweitern und somit eine höhere Selektivität erreichen.

6.3.7.3 Gerichtete Erdschlusserkennung

Die gerichtete Erdschlusserkennung ist zur Verwendung als Erdschlussschutz in der Mittelspannungsstation gedacht. Es kann auch zum Schutz der Generatoren, Motoren und Transformatoren verwendet werden. Im Allgemeinen misst das Relais die Nullspannung, den Erdschlussstrom und den Phasenwinkel im System.

Der Betrieb der Erdschlusserkennung muss kontinuierlich durch ein Selbstüberwachungssystem überwacht werden und eine LCD-Anzeige beinhalten. Ein Anschluss an der Vorderseite der Erdschlusserkennung ermöglicht es mit einem angeschlossenen Laptop das Relais vor Ort zu steuern. Es soll auch eine Fernsteuerung durch ein Automatisierungssystem über eine externe Steuerstelle möglich sein, welche mit Hilfe eines Lichtwellenleiters angebunden wird.

6.3.7.4 Schalterversagerschutz

An jedem Schalter überwacht ein Stromrelais, ob der Strom bei anstehenden Ausschaltkommando innerhalb einer vorgegebenen Zeit verschwindet. Anderenfalls werden die einspeisenden Abzweige mit einem Sammelkommando abgeschaltet.

Es ist eine einfache Systemredundanz (S2) zu berücksichtigen. Bei den einzelnen unterschiedlichen Schutzgeräten ist zwingend darauf zu achten, dass die erforderliche Selektivität eingehalten wird.

Die eingesetzten Schutzgeräte müssen mindestens folgende Anforderungen erfüllen:

- Speicherung von Betriebs- und Störfallmeldungen im Gerät
- Störschreiber
- Freibelegbare binäre Ein- und Ausgänge und Funktionstasten
- Frei Parametrierbare LEDs
- Selbst- und Batterieüberwachung
- Beleuchtetes LCD
- Zeitsynchronisierung
- Serielle Frontschnittstelle
- Serviceschnittstelle
- Eindimensionale Softwarematrix
- Vergleichsfunktion in der Parametriersoftware

Auf den Displays der Schutzgeräte ist ein Blindschaltbild mit entsprechender Steuerfunktion und Verriegelung der Schutzgeräte zu programmieren und zu verdrahten.

Für die Schutzgeräte ist ein Laptop mit entsprechender Software zum Einstellen/Parametrieren dem AG zu übergeben.

6.3.8 Messfeld

Mittelspannungsschaltanlagen sind mit einem separaten Messfeld auszurüsten.

Im Messfeld sind alle Geräte zur Erfassung und Anzeige der übergeordneten Betriebsdaten der Schaltanlage, wie z. B. Sammelschienenunterspannung anzuordnen.

Zur Erdung der Sammelschienen ist im Messfeld ein kurzschlussfester einschaltfester Erdungsschalter vorzusehen. Die Betätigung muss von Hand bei geschlossener Tür erfolgen.

Es muss eine Verriegelung vorgesehen werden, die ein Einschalten dieses Erdungsschalters nur bei ausgeschalteten Einspeiseschaltern und Kuppelschaltern und Stellung dieser Schaltereinschübe in Prüf- / Trennstellung zulässt.

Alle Felder müssen einen Erdungsschalter als einschaltfesten Schnellschalter mit Gestänge- oder Flexantrieb, Hilfsschaltern und mechanischer Schalterstellungsanzeige im Schaltfeld erhalten. Die Anordnung des Erdungsdraufschafters muss außer beim Sammelschienenenerder im Kabelanschlussraum erfolgen.

Bei den Erdungsschaltern in den Einspeisefeldern ist darüber hinaus eine zusätzliche elektrische Verriegelung mit dem Leistungsschalter und der vor dem Schalter anstehenden Spannung vorzusehen.

6.3.9 Verdrahtung

Die Anschlüsse der Anlage sind über Klemmleisten vorzusehen.

Der Anschluss des IEC61850 Rings erfolgt direkt am Feldsteuer- und Schutzgerät.

Die Klemmleisten der einzelnen Feldtypen sind nach einheitlichen Gesichtspunkten aufzubauen. Jede Klemmstelle darf nur mit einer Schaltverbindung bestückt sein. Bei mehreren Anschlüssen sind für Prüfzwecke zusätzliche Klemmen mit Brücken vorzusehen.

Die einzelnen Kabeladern sind mit entsprechender Klemmen- bzw. Gerätekenzeichnung und Klemmstelle zu versehen.

Die 24-V-Leitungen sind grundsätzlich paarweise verdreht und gemeinsam geschirmt zu verlegen, auf getrennten Klemmleisten anzuschließen und von Klemmen für Stromkreise höherer Spannung zu trennen.

Die Sekundärleitungen für Strom- und Spannungswandler sind je Kern getrennt direkt zur Klemmleiste im Niederspannungsraum zu führen.

Die Sekundärleitungen für Stromwandler und Spannungswandler sind kurzschlussfest auszuführen.

6.3.10 Steuerung / Meldung

Alle Einspeiseschalter sind 1-kanalig 2-polig einzuschalten und 2-kanalig 1-polig auszuschalten. Abgangsfelder sind 1-kanalig 2-polig einzuschalten und 1-kanalig 2-polig auszuschalten.

In Niederspannungsräumen von Motorabzweigfeldern ist klemmen- und verdrahtungsmäßig der Anschluss eines NOT-AUS-Tasters am Motorstandort mit Rückmeldung vorzusehen.

Bei verschiedenen Potenzialen sind zwischen benachbarten Klemmen Trennscheiben einzubauen. Mehrfachbelegungen der Reihenklemmen sind nicht zulässig. Schleifenleitungen sind zu vermeiden.

Stromwandlerklemmen sind so auszuführen, dass Messgeräte ohne Betriebsunterbrechung eingeschleift werden können.

Für Signalaustausch auf der 24VDC Ebene sind Federzugklemmen zu verwenden.

Die Aufstellung von Klemmentypen ist der Anlage C4.10 Geräteauswahlliste zu entnehmen.

Alle Schutzrelais müssen bei Unterbrechungen ≤ 50 ms noch einwandfrei funktionieren.

6.3.11 Kommunikation

Datenübertragungsprotokoll:

An die E-Warte über das allgemeine Übertragungsprotokoll IEC 61850

Alle gemessenen Spannungen und Ströme sind drahtgebunden an die ZLT zu übertragen.

Schutzgeräte sind über Ethernet an die ZLT anzuschließen. Sie arbeiten im Profinet mit Echtzeit-Eigenschaften.

Feldsteuerung: Schutz-/Steuergerät

Anlagenschnittstelle:

potentialfreie Kontakte (es sind mindestens 20 Meldekontakte aus dem jeweiligen Schutzgerät vorzusehen)

Die Signalisierung an die E-Warte sowie die Fernsteuerung des Schaltgerätes über die E-Warte ist vorzunehmen. Alle hierzu notwendigen Komponenten (Schwiche, LWL-Kabel, etc.) sind zu berücksichtigen

6.3.12 Erdungsschalter

Um ein gefahrloses Erden und Kurzschließen zu gewährleisten, ist vom AN darauf zu achten, dass nur einschaltfeste Erdungsschalter eingebaut werden. Erdungsschalter sind elektrisch und mechanisch zu verriegeln, so dass z. B. sichergestellt ist, dass sich der Kabelanschlussraum nur bei "eingelegetem Erdungsschalter" öffnen lässt.

6.3.12.1 Mechanische Verriegelung

Erdungsschalter sind mit den zum Antrieb gehörigen Mitteln zu verriegeln, d.h. die Betätigung ist zu verhindern. Dazu ist am Teil ohne Kraftantrieb ein Hilfsschalter entsprechend erforderlich. Die elektromechanische Schaltsperre wird dann am Trennschalter angebaut

6.3.12.2 Elektromechanische Schaltsperre

Die Erdungsschalter müssen mit einer elektromechanischen Schaltsperre versehen werden, die es ermöglicht, eine Verriegelung des Erdungsschalters von "Fern" auszulösen.

Diese elektromechanische Schaltsperre muss an die zu verwendenden Erdungsschalter angebaut werden. Die Schaltsperre sorgt dafür, dass bei nicht erregtem Magneten die Schalter in den Endstellungen verriegelt sind. In der Zwischenstellung (Störstellung) ist die Schaltsperre nicht wirksam. Der AN hat darauf zu achten, dass die Magnetspulen für den Dauereinschaltung geeignet sind.

6.3.12.3 Hilfsschalter

An den Erdungsschalter müssen Hilfsschalter mit mindestens 4S + 4Ö angebaut werden. Bei den Motorantrieben befindet sich die Hilfsschalter an der motorabgewandten Seite. Der Bemessungsstrom der Hilfsschalter beträgt mindestens 10 A.

Es sind Erdungsschalter für jedes Feld sowie Sammelschienenenerder je Schiene vorzusehen.

Alle Erdungsschalter müssen abschließbar (in EIN und AUS-Stellung) sein. Das Schließsystem wird vom AG vorgegeben. Das Einschalten des Sammelschienenenerdungsschalters darf nur auf eine spannungsfreie Sammelschiene erfolgen. Entsprechende Verriegelungen (mechanisch / elektrisch) sind hierfür vorzusehen. Nur mit eingelegtem Erdungsschalter kann auch der Kabelanschlussraum geöffnet werden.

In jedem Feld sind Kugelanschlussbolzen (25 mm) zum Anschluss von Erdungs- und Kurzschlussvorrichtungen vorzusehen.

6.3.13 Störlichtbogenerfassung

Störlichtbögen in den Abgängen führen zur Abschaltung des betroffenen Abgangs.

Störlichtbögen am Leistungsschalter führen zur unverzüglichen Abschaltung des Sammelschienenabschnitts.

Störlichtbögen auf der Sammelschiene führen zur unverzüglichen Abschaltung der Anlage.

Bei Störlichtbögen in Einspeisefeldern ist zusätzlich eine Mitnahmeschaltung für die übergeordnete 110-kV-Leistungsschalter vorzusehen

6.3.14 Verriegelung

Es ist eine zusätzliche Verriegelung für die Einspeise- und Kuppelfelder vorzusehen. Gegenseitige Verriegelungen von Schaltgeräten sind entsprechend der Normen (Normenreihe VDE 0670/0671) sowie den Vorgaben des AG auszuführen. Anlagenspezifische Verriegelungen sind entsprechend zu berücksichtigen. Die Verriegelung muss sowohl bei Fernsteuerung der Anlage als auch bei einer Bedienung vor Ort wirksam sein.

Die Schaltanlage muss mit allen Verriegelungen und Zubehörteilen ausgestattet werden, die erforderlich sind, um ein Höchstmaß an Sicherheit und Zuverlässigkeit für die Anlage und das Personal zu gewährleisten.

6.3.15 Schaltercodierung

Die Schaltercodierung ist so zu wählen, dass der leistungsstärkste Schalter die Codierung vorgibt.

Es muss möglich sein, dass der leistungsstärkste Schalter in jeden Abgang eingebaut werden kann. Leistungsschwächere Schalter dürfen jedoch nur in die entsprechenden Schaltfelder passen.

Die Leistungsschalter müssen die Schaltspiele mechanisch zählen.

Grenzsaltspiele:

- > 25 bei Bemessungskurzschluss-Ausschaltstrom
- > 10.000 Schaltungen elektrisch bei Nennstrom
- > 30.000 Schaltungen mechanisch bei Nennstrom

6.3.16 Mitnahmeschaltung in den Feldern (Einspeisung / Trafo)

Sofern mehrere Felder parallelgeschaltet werden, muss das Ausschalten des Mittelspannungsschalters durch eine Mitnahmeschaltung das Öffnen des zugeordneten Niederspannungs-Leistungsschalters zur Folge haben. Dieser soll sich bei ausgeschaltetem Mittelspannungs-Schalter auch kurzzeitig nicht einschalten lassen (tipp-sicher).

Abschaltungen des Sekundärleistungsschalters müssen zur Abschaltung des Primärleistungsschalters führen.

Für Kuppelschalter erfolgt im Fehlerfall eine beidseitige Abschaltung.

Für die Einspeiseschalter ist eine Mitnahme von extern vorzusehen.

6.3.17 Farbanstrich

Die Anlagen sind fabrikfertig mit einem Korrosionsschutz und einem RAL-Fertiganstrich nach den Vorschriften des AG zu versehen. Für das Einspeisefeld RAL 7031, alle übrigen Felder RAL 7035. Die Felder sind komplett mit Vorder-Rück- und Seitenteilen zu lackieren. Ausbesserungsarbeiten sind auf der Baustelle nach erfolgter Montage auszuführen.

Blanke Eisenteile sind in verzinkter Ausführung zu liefern.

6.3.18 Prüfungen 10-kV-Mittelspannungsschaltanlage

Der AN hat folgende Tests durchzuführen:

- Störlichtbogenqualifikationstest (Zertifikat) nach IAC-Qualifikation
- Typprüfung (Zertifikat) und Routinetests gemäß IEC 62271-200
- Zusätzlich Teilentladungsmessung (Festlegung der Grenzwerte während der Projektierung in Anlehnung an Anhang B der IEC 62271-200) und Funktionstest im Werk.

Die Teil-Entladungs-Prüfungen (TE-Prüfungen) im Werk werden jeweils an einem Typical-Schaltfeld für die entsprechenden Sammelschienenströme durchgeführt. Verdrahtungs- und Funktionsprüfungen werden für jedes Schaltfeld im Werk durchgeführt.

Es erfolgt eine Standardwerksabnahme mit mechanischem und elektrischem Funktionstest.

Nach Montage vor Ort erfolgt die Wechsellspannungsprüfung (Nennstehwechsellspannung) und Primärprüfung, einschließlich Gestellung von Gerät und Personal vor Ort.

Es erfolgt eine Primär- und Sekundärprüfung aller Schutzgeräte vor Ort. Die entsprechenden Ergebnisse werden schriftlich dokumentiert und dem AG vor Inbetriebsetzung übergeben.

6.3.19 Zubehör

Für ein gefahrloses Arbeiten in allen Schaltanlagenräumen und Schaltanlagen sind die nach DIN VDE erforderlichen Hilfseinrichtungen für die Mittelspannungs-Schaltanlagen zu liefern, jedoch mindestens folgendes Zubehör nach den gültigen Normen, Vorschriften und Richtlinien entsprechend je Schaltanlage:

- Reserveschalter 1x Abgang, 1x Einspeisung jeweils auf Transport-/Servicewagen mit Schutzabdeckung
- 2x Transport-/Servicewagen zum Entfernen der Einschübe kippsicher und höhenverstellbar (zum Anheben und Absenken des Leistungsschalters) über Handkurbel oder hydraulisch. Die Transport-/Servicewagen sind so auszuführen, dass sie für Aufnahme der unterschiedlichen Schaltertypen geeignet sind.
- 1 Kurzschlussbrückenwagen je MS-Schaltraum
- 2x Handkurbel zum Verfahren des Einschubes
- 2x Handkurbeln zum Spannen der Einschaltfelder der Schalter
- 1x Transportabler Spannungsprüfer gemäß EN/IEC 61243-1
- 1x Phasenvergleichler gemäß IEC 61481
- 1x Betätigungshebel für den Erdungsdraufscharter
- 2x Steckschlüssel für Tür des Niederspannungsschranks
- 2x Steckschlüssel für Hochspannungstür und Einschubverriegelung
- Warn- und Hinweisschilder für die Wandmontage (ASR A1.3/ISO 7010, VDE 0105-100, VDE 0132)
- 1x Erdungs- und Kurzschlussvorrichtungen gemäß IEC 61230
- 1x Tafel zur Wandbefestigung zum Aufhängen des Zubehörs
- 2x Adapterkabel mit Stecker/Kupplung
- 2x Betätigungshebel zum Öffnen der Schalter
- Schalthebel Erder
- Anlagenschaltbild

6.4 Niederspannungsspannungsschaltanlagen

6.4.1 Allgemeiner Teil

Es sind modulare standardisierte Schaltanlagen als metallgekapselte Anlagen (Gehäuse) in Volleinschubtechnik zu liefern.

Die Schaltanlagen sind so auszulegen, dass eine vollautomatische Fahrweise über die ZLT und E-Warte gewährleistet ist.

Die Schaltanlage muss für eine Wandaufstellung geeignet sein. Es muss möglich sein einzelne Felder der Schaltanlage separat von der Frontseite aus zu demontieren. Benachbarte Felder müssen um ca. 10 cm verschoben werden.

Alle Wartungsarbeiten, Kabelanschlüsse sowie der Austausch von Wandlern müssen von vorne möglich sein.

Die Niederspannungsschaltanlage ist als typgeprüfte Schaltgerätekombination (TSK) nach DIN VDE 0660 Teil 500, IEC 439-1 bzw. EN 60439-1, störlichtbogenfest nach DIN VDE 0660 Teil 500 ausgeführt, anzubieten. Sie ist gegen direktes Berühren von Komponenten gemäß DIN VDE 0660 Teil 514 auszuführen.

Die NS-Schaltanlage wird nach IEC 61439-2 geplant und gefertigt.

Im Störlichtbogenfall wird eine passive Sicherheit von 300 ms gefordert. Die im Störlichtbogenfall auftretenden Drücke und Temperaturen sind sicher abzuleiten.

Es ist sicherzustellen, dass eine Ausbreitung des Störlichtbogens auf andere Funktionsräume oder Felder, z.B. durch eine störlichtbogeengeprüfte Schottung zwischen Hauptsammelschienen- und Verteilerschienenräumen zu allen anderen Funktionsräumen, vermieden wird. Die Schottung der Schaltanlage ist in der Form 3b, auszuführen. Einspeise- und Kuppelschalterfelder in 4b.

Alle Komponenten in den Hauptstromkreisen sind für eine Bemessungsspannung von 400V AC auszulegen. Die Schaltanlagen sind nach der Schutzart IEC 60529 IP21C mit aufgeständerter Dachabdeckung auszuführen.

Die Schaltanlage muss verdrahtet und geprüft, d.h. anschlussfertig, angeliefert werden. Des Weiteren beinhaltet der Endausbau die komplette Sicherungsbestückung der Sicherungsschaltleisten.

Die Schaltschränke sind so zu konzipieren, dass sie über eine 20% ausbaufähige Leerplatzreserve und eine 10% ausgebaute Reserve nach Ende des Projektes verfügen.

Sämtliche elektrischen Geräte müssen gegenüber dem Nennstrom eine Reserve von 20 % haben. Für ein gefahrloses Arbeiten in allen Schaltanlagenräumen und Schaltanlagen sind die nach DIN VDE erforderlichen Hilfseinrichtungen für die Mittelspannungs- und Niederspannungs-Schaltanlagen zu liefern:

- Erdungs- und Kurzschließgarnituren nach DIN VDE 083 (1-mal pro Schaltanlagenraum)
- Isolierende Schutzplatten nach DIN VDE 0681
- Hochspannungsprüfer nach DIN VDE 0681
- Sicherungszangen für Spannungen 1kV bis 30kV nach DIN VDE 0681
- Warnschilder nach DIN 40008

Bei der Auslegung der NS-Schaltanlagen sind ausreichend Anschlussmöglichkeiten für parallele Kabelsysteme vorzuhalten, um die geforderten Stromtragfähigkeiten sicherzustellen.

Eine Erweiterung um ein oder mehrere Felder zu einem späteren Zeitpunkt muss möglich sein.

Die Schaltschränke sind grundsätzlich in folgende Funktionsräume bzw. Abschnitte zu unterteilen:

- Geräteraum
- Sammelschienenraum (Haupt- und Verteilsammelschienen)
- Kabelanschlussraum.

Bei Einspeisungen, Kupplungen, Abgängen mit Leistungsschaltern und Verbraucherabgängen sind die einzelnen Funktionsräume gegeneinander zu schotten. Die Schottungen müssen störlichtbogensicher ausgeführt sein. Die Prüfergebnisse sind zu dokumentieren.

Die Türen sollen verwindungsfrei, aus Stahlblech, mit Stangenschloss versehen sein. Die Leistungsschalterfelder sind mit Vorreibern vorzusehen. Die Schrankschlösser müssen mit einem Doppelbartschlüssel abschließbar sein. Der Öffnungswinkel muss 120 ° betragen, auf Fluchtwegebreiten auch bei gegenüberliegenden Anlagen ist zu achten. Alle Türen sind zu erden.

Die Türen müssen gegen Aufspringen bei einem Störlichtbogen gesichert sein.

Kabelabgänge > 800 A sind mit Leistungsschaltern auszurüsten.

Die Leistungsschalter sind generell ausziehbar auszuführen. Die zugehörigen Steuer- und Anzeigegeräte sind auf einer Montageplatte fest aufzubauen bzw. in die Tür einzubauen.

Bei allen eingesetzten Sicherungslasttrennern, Sicherungslastschalterkreisen und Lasttrennschalter mit Sicherung ist die max. eingesetzte Sicherungsgröße eine Stufe kleiner als die zulässige Sicherungsgröße zu wählen.

Je Verbraucherabgang sind die funktionsmäßig zusammengehörigen Betriebsmittel zu einer Baueinheit als Einschub zusammenzufassen.

Kabelabzweige mittels Sicherungslastschalter sind in Leistentechnik gesteckt auszuführen. Es darf hierbei keine gegenseitige thermische Beeinflussung der Sicherungen durch zu kleine Abstände entstehen. Es wird von einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,8 ausgegangen. Sicherungslastschalter müssen auch in der gewählten Einbaulage ihren Bemessungsstrom führen können.

Müssen auf Baueinheiten NH-Sicherungslasttrenner eingesetzt werden, so ist darauf zu achten, dass die Schranktür auch bei geöffnetem Sicherungslasttrenner (Oberteil in Kippstellung) geschlossen werden kann. Die NH-Sicherungslasttrenner dürfen nur senkrecht angeordnet werden.

Alle bei ordnungsgemäßigem Betrieb, bei Wartung, Instandhaltung und Störungssuche unter Spannung erforderlichen Arbeiten müssen durchgeführt werden können, wobei auch versehentlich herabfallende Teile keine Störungen bzw. Gefährdungen verursachen dürfen. Deshalb sind alle aktiven Teile so abzudecken, dass solche Arbeiten nach § 4, Abs. 6, der BGV A3 ausgeführt werden können. Insbesondere sind die elektrischen

Betriebsmittel so auszuführen und anzuordnen, dass ein Berührungsschutz nach VDE 0106 Teil 100 gewährleistet ist.

Weiter muss ein Austausch eines Schalters, Einschubes, Einsatzes oder ein Wechsel der Steuer- bzw. Leistungskabel gefahrlos möglich sein, ohne die Schaltanlage freischalten zu müssen.

Schalter, Einschübe oder Einsätze gleichen Typs bzw. gleicher Baugröße müssen untereinander austauschbar sein.

Alle Schalter in Einspeisungen, Kupplungen, Leistungsschalterabgängen und Verbraucherabgänge in Einschubtechnik müssen für Betriebsstellung, Prüfstellung, sichtbare Trennstellung und Absetzstellung, nach DIN EN 60439-1 / VDE 0660 Teil 500 ausgerüstet sein. Die Schalterstellungen müssen mittels Positionsschalter erfasst, auf Klemmen verdrahtet und gemeldet werden (EIN, AUS und TEST). Durch eine mechanische Sperrvorrichtung muss verhindert werden, dass eingeschaltete Schalter aus der Betriebsstellung herausgezogen bzw. in die Betriebsstellung hineingeschoben werden können.

Die mechanische Verriegelung muss gewährleisten, dass der Schalter oder Einschub nur im ausgeschalteten Zustand, d. h. in Trennstellung ausgezogen bzw. eingesteckt werden kann. Ebenso muss ein unbeabsichtigtes Ausfahren verhindert werden.

Die Wärmeabfuhr der Schaltanlagen erfolgt über natürliche Konvektion.

6.4.2 Sammelschienensystem

Das gesamte Sammelschienensystem ist mit blanken Kupferschienen auszuführen. Die Schienendurchführungen vom Geräteraum zu dem Sammelschienenraum sind störlichtbogensicher auszuführen, so dass ein evtl. Kurzschluss in einem der Geräteräume keine Beschädigung der Sammelschienen zur Folge hat. Die Sammelschienen der einzelnen Transporteinheiten sind durch wartungsfreie Schraubverbindungen zu verbinden. Der für den Bemessungsbetrieb gewählte Sammelschienenquerschnitt ist um 30 % über zu dimensionieren und durch die gesamte Verteilung zu führen. Die Auslegung des N-Leiters muss zu 100 % der des Außenleiters entsprechen. Die Halbschienen müssen bis zum Leistungsschalter im Kuppelfeld getrennt verlaufen, so dass ein interner Fehler nicht von einem auf das andere Schienensystem übergehen kann.

Die Niederspannungsschaltanlagen werden in der Netzform TN-S mit einem zentralen Erdungspunkt (ZEP) auf einer Halbschienenseite aufgebaut. Die Hauptschaltanlagen Schaltanlagen sind mit einem 5-Leiter Sammelschienensystem mit isolierten PEN-Leiter aufzubauen (L1, L2, L3, PEN isoliert, PE).

Die Verbindungen zwischen der Feldverteilschiene und dem kurzschlussstrombegrenzenden Schaltgerät sind kurzschlussicher auszuführen. Alle Schraubverbindungen der Sammelschienensysteme sind mit Drehmomentschlüsseln zu montieren. Hierbei sind die nach Herstellerangaben vorgegebenen Anzugsmomente einzuhalten und im Rahmen der Qualitätssicherung zu dokumentieren.

6.4.3 Verdrahtung

Die Anschlussenden der Verdrahtung sind mit aufgepressten Aderendhülsen und einer entsprechenden Aderkennzeichnung (ausgenommen MCC-Einschübe) zu versehen.

Alle Hilfskontakte von Leistungsschaltern und Trennern sind auf Klemmen zu verdrahten.

Bei mehreren Anschlüssen sind für Prüfzwecke zusätzlich Klemmen mit Brücken zu verwenden.

Es können Reserven bei den Klemmen nachgerüstet werden.

Die Verdrahtung ist in vorderseitig auf den Montageblechen angeordneten Kunststoff-Verdrahtungskanälen zu verlegen. Die Kanäle dürfen bis max. 80 % ihres Querschnittes belegt werden. Sie müssen ordnungsgemäß verschließbar und für Nachinstallationen geeignet sein.

Die Verdrahtungsführung z. B. in Kabelkanälen zwischen den Spannungsebenen ≤ 50 V und > 50 V hat getrennt zu erfolgen.

6.4.4 Kabelanschluss

Der Kabelanschluss für die Verbraucher hat sowohl für Leistungs- als auch für Steuerkabel generell von unten zu erfolgen. Es sind Halterungen zum Abfangen der Kabel vorzusehen. In den MCC-Einschübe-, Sicherungslastschalterleisten-, Einspeise- und Kuppelfeldern, sowie in den jeweiligen Kabelanschlussräumen ist kein Bodenblech vorzusehen.

Der Kabelanschluss erfolgt in einem eigenen, von dem Geräteraum getrennten Raum, der durch eine eigene Tür verschlossen ist. Der Kabelanschlussraum muss eine Breite von ≥ 400 mm haben. (Ausgenommen Ausföhrung in Einsatztechnik)

Alle Kabelanschlüsse sind so abzudecken, dass Arbeiten an den Nachbarabzweigen gefahrlos möglich sind. Für den Anschluss von mehreren parallelen Kabeln sind entsprechende Hilfsschienen vorzusehen. Die Anzahl und Art der Anschlussstellen sind mit dem AG abzustimmen.

6.4.5 Erdung

Vor und hinter den Einspeiseleistungs- und den Kuppelschaltern sind Vorrichtungen zum Erden und Kurzschließen vorzusehen, die zu den mitzuliefernden Erdungsgarnituren passen.

6.4.6 Grundrahmen

Die Schaltfelder sind auf Grundrahmen zu montieren, die mit dem Doppelboden geliefert werden. Hier ist für den AN eine detaillierte Abstimmung mit dem Lieferanten des Doppelbodens erforderlich ferner ist hierbei nach erfolgter Montage des Doppelbodens eine Sichtkontrolle durch den Lieferanten der Schaltanlage zwingend notwendig.

6.4.7 Beschriftung

Zur Beschriftung der NS-Schaltanlagen sind Schilder aus weißem Resopal mit schwarzer Schrift zu verwenden und dauerhaft zu befestigen.

Es sind vorzusehen:

je Verteilung:

- 1 Typenschild nach DIN VDE 0660, Teil 500
- 1 Schaltanlagenbezeichnungsschild mit KKS-Kennzeichen und Klartext gemäß VGB-Abkürzungskatalog
- 1 Belegungsplan

je Feld:

- 1 Feldbezeichnungsschild mit KKS-Kennzeichen auf der Vorderseite (zusätzlich Rückseite bei freier Aufstellung)

je Abzweig:

- 4 Schilder mit Abzweigkennzeichen mit KKS-Kennzeichen und Klartext gemäß VGB-Abkürzungskatalog je 1 x auf Festteil und 1 x auf Einschub bzw. Einsatz (Aufkleber) sowie am Leistungskabel- und Steuerkabelanschluss

Die Einbaugeräte sind mit je einem selbstklebenden Schild mit Betriebsmittelkennzeichen (DIN 40719) auf dem Gerät und neben dem Gerät zu versehen.

Es ist ein Blindschaltbild auf der Fronttür zu platzieren, dass das Sammelschienenbild über die gesamte Verteilung durchgehend darstellt. Mit dem Blindschaltbild sind Einspeise- und Abgangsbeschriftungen von Trafos, LS- und FU-Abgängen darzustellen.

6.4.8 Farbanstrich

Die Anlagen sind fabrikfertig mit einem Korrosionsschutz und einem RAL-Fertiganstrich nach den Vorschriften des AG zu versehen. Für das Einspeisefeld RAL 7031, alle übrigen Felder RAL 7035. Die Felder sind komplett mit Vorder-Rück- und Seitenteilen zu lackieren. Ausbesserungsarbeiten sind auf der Baustelle nach erfolgter Montage auszuführen.

Blanke Eisenteile sind in verzinkter Ausführung zu liefern.

6.4.9 Ausführung Einschub- und Einsatztechnik

6.4.9.1 Verbraucherabgänge in Einschubtechnik

Auf dem Einschub sind alle zu einer Funktionseinheit gehörenden Geräte aufzubauen. Sowohl die Stromzuführungsseite als auch die Kabelabgangsseite (Leistungs- und Steuerkabel) sind steckbar auszuführen, so dass der gesamte Einschub ohne Abklemmen der Kabel herausgezogen werden kann. Anzeige-, Melde- und Steuerelemente sind auf einer mit dem Einschub verbundenen Frontplatte zu montieren. Die Farben für Anzeigeeinrichtungen und Bedienteile sind, wenn nicht anders vorgegeben, grundsätzlich nach DIN EN 60073 / VDE 0199 auszuführen.

Jeder Einschub muss eine mechanische Verriegelung besitzen, welche gewährleistet, dass der Einschub nur bei ausgeschaltetem Lastschalter gezogen bzw. gesteckt werden kann. In Prüfstellung des Einschubes ist bei ausgeschaltetem Lastschalter unter Beibehaltung der Schutzart eine Prüfung der Steuerfunktionen zu gewährleisten. Um eine ungewollte Einschaltung eines Abzweiges bei Rückstellung von Prüf- in Betriebsstellung zu verhindern, ist eine Verriegelung vorzusehen, die ein Einschalten des Lastschalters bei noch eingeschaltetem Schütz oder Leistungsschalter verhindert. Bei den Überlastrelais muss die Betätigung der Reset-Taste auch in der Betriebsstellung möglich sein. Sofern ein Einschub eine Tür hat, darf diese nur bei ausgeschaltetem Lastschalter geöffnet werden können.

Die Einschübe sind allseitig gegeneinander in der Schutzart IP 2X zu trennen.

6.4.9.2 Spezifikation Geräte / Funktionen

Für alle Geräte ist ein einheitliches Fabrikat für Leistungsschalter, Schütze, Klemmen usw. zu wählen.

6.4.9.3 Leistungsschalter

Die Leistungsschalter sind in Einschubtechnik mit einem AC-Motor-Speicherantrieb für 230 V AC auszuführen. Die Steuerung der Leistungsschalter ist ebenfalls für 230 V AC zu bemessen. Hierzu ist eine separate Einspeisung aus dem 230V DC USV-Netz vorzusehen. Die Bedienung der Leistungsschalter sowie das Verfahren der ausfahrbaren Leistungsschalter soll generell bei geschlossener Fronttür erfolgen.

Der Leistungsschalter der Trafoeinspeisung ist konventionell an das übergeordnete Leit- und Automatisierungssystem anzubinden.

Es sind drei Koppelrelais vorgesehen: EIN / AUS / Ausgelöst

Leistungsschalter gleicher Baugröße und mit gleichen Schutz- und Steuerkriterien müssen untereinander austauschbar und für die Bemessungsspannung von 400 VAC ausgelegt sein.

Schalter mit Motorspeicherantrieb dürfen erst einen Ein-Befehl nach einer ausreichend großen Totzeit gegenüber einem Aus-Befehl wahrnehmen, damit ein periodisches Ein- und Ausschalten sicher vermieden wird („Pumpverhinderung“).

Die Schalter sind im Normalfall von der zentralen Warte aus zu steuern, müssen aber auch in der Schaltanlage über eine Aus-Taste elektrisch ausschaltbar sein. Außerdem ist am Schalter eine mechanisch betätigbare Aus-Taste vorzusehen.

Die Motor-Speicherantriebe mit Ausrüstung zum Spannen einer Feder, Einschalt- und Ausschaltauslöser müssen die in EN 60947-1 / VDE 0660 Teil 100 genannten Betätigungsbedingungen erfüllen.

Ferner muss eine Schaltreserve Aus-Ein-Aus vorhanden sein.

Die Schalter müssen den geforderten Bemessungsbetriebsstrom bei natürlicher Belüftung und geschlossener Fronttür im Dauerbetrieb führen können. Fremdbelüftung ist nicht zulässig.

Bei Schutzauslösung dürfen die Leistungsschalter erst nach Betätigung einer Entriegelungstaste wieder zugeschaltet werden können.

Die Leistungsschalter der Niederspannungsverteilung sind in dreipoliger Ausführung auszuführen. Der Leistungsschalter zur Einspeisung des GWR ist als vierpoliger Schalter auszuführen.

Alle Leistungsschalter sind mit Schaltspielzähler auszurüsten. Die Auslöseeinrichtung ist mit einem Dipp-/Dreheschalter oder ein elektrisches Display zu realisieren.

Es sind geeignete Leistungsschalter gem. C4.10 „Geräteauswahlliste“ zu liefern.

6.4.9.4 Lasttrennschalter

Es sind generell Lasttrennschalter mit schnellem Aus- und Einschaltmechanismus, eindeutiger Stellungsanzeige und angebautem Hilfsschalterblock (1 Schließer / 1 Öffner als Sprungkontakt) einzusetzen.

6.4.9.5 Sicherungslasttrennschalter

Bei allen eingesetzten Sicherungslasttrennern, Sicherungslastschalterleisten und Lasttrennschalter mit Sicherung ist die max. eingesetzte Sicherungsgröße eine Stufe kleiner als die zulässige Sicherungsgröße zu wählen.

Es sind generell Sicherungslasttrennschalter mit doppelten Unterbrecherkontakten vor und nach dem Sicherungseinsatz zum gefahrlosen Sicherungswechsel, Aus- und Einschaltmechanismus mit Unabhängigkeit der Schalt- von der Bedienungsgeschwindigkeit, eindeutiger Stellungsanzeige einzusetzen für Kabelabzweige in der Form als Sicherungslastschalterleisten sonstige Abzweige und handbetätigte Kupplungen (A-Seite) von USV- und Unterverteilungen in der Form als Lasttrennschalter mit Sicherungen.

Die Leisten sind mit Stromanzeigen, Stromwandler und einer Störungsmeldung/Sicherungsüberwachung (nur AC) zur Anbindung an die ZLT auszurüsten. Es sind einheitliche Sicherungsschaltleisten mit Trenner und NH-Sicherung für die Bemessungsspannung 40 VAC zu verwenden.

Es ist ein Stromwandler, ein Amperemeter und ein EFM10 vorgesehen.

Für Gleichstromabzweige (220 VDC) sind 2-polige Sicherungslasttrenner (Preis neutral Realisierung mit Automaten) für NH-Sicherungseinsätze der Größe 00 bis 3 einzusetzen. Alternativ sind auch geeignete 3-polige Sicherungslasttrenner zulässig.

Für Gleichstromabzweige (24V DC) sind 2-polige Sicherungslasttrenner (Preis neutral Realisierung mit Automaten) für NH-Sicherung der Größe 00 einzusetzen.

6.4.9.6 Motorcontrollcenter (MCC)

Die Motorcontrollcenter sind in einfacher Schubtechnik ein- und ausfahrbar ohne zusätzlichen Handkurbelantrieb auszustatten. Beim Ein- und Ausfahren der Einschübe darf es zu keiner mechanischen Leitungsbewegung kommen. In der Trennstellung sollen die Einschübe mechanisch verriegelt sein. Alle Verbindungsleitungen innerhalb der MCC's sind bis zum ersten Sicherungsabgang kurzschlussfest auszuführen. In jedem MCC ist eine Steuerspannungsabsicherung, ein einphasiger Stromwandler und Messumformer (0-120%, 0-20mA, In=100%) für die Weiterleitung an die ZLT vorzusehen. Eine vor Ort Anzeige ist nicht zu berücksichtigen, jedoch eine Stör-, Ein- und Aus-lampe in LED-Technik. Die Hilfsspannung ist für 230 VAC auszulegen. Die Anbindung an die ZLT erfolgt konventionell drahtgebunden. Die MCC's mit SIL-Klassifizierung enthalten drei Sicherheitsrelais und ein zusätzliches Hauptschütz. Die weiteren Komponenten wie Schutzrelais, Sicherungen und Schütze sind nach der folgenden technischen Beschreibung (Koordination2) auszulegen.

6.4.9.7 Sicherungen

Es sind grundsätzlich NH und Diazed-Sicherungen mit der Bemessungsbetriebsspannung 400V AC einzusetzen. Der Nennstrom darf maximal 500 A betragen. Für die Motorabzweige sind NH-Sicherungen mit der Auslöse-Charakteristika gG mit Überlastschutz (elektronisches oder elektromechanisches Überlastrelais) in der Schaltanlage auszuführen.

6.4.9.8 Schütze

Bei Schützen muss der Arbeitsbereich der Magnetspulen die Anforderungen nach DIN EN 60947-1 / VDE 0660 Teil 100: Dezember 1999, Abschnitt 7.2.1, Betätigungsbedingungen, erfüllen. Die Schütze sind als B10-Schütze auszuführen.

Leistungsschütze sind mit 30 % Reserve zum Motornennstrom auszulegen. Schützspulen sind mit Freilaufdioden zu beschalten, damit eine Überbeanspruchung von Koppelrelaiskontakten mit Schaltüberspannungen vermieden wird.

Die Anzugsspannung soll 80 % und die Abfallspannung 66 % der Bemessungssteuerspeisespannung betragen.

6.4.10 Thermisch verzögerter Überlastschutz

Als Schutz sind elektronische Überlastrelais zu verwenden. Die elektronischen Relais sind mit Phasenausfallschutz, Reset-/Testtaste, Schaltstellungsanzeige, Selbstsperrung sowie einem Hilfsschalterblock mit 1 Schließer und 1 Öffner auszurüsten. Die Rückstellung der Selbstsperrung hat über Taster mit Hilfe eines mech. Bowdenzugs zu erfolgen.

Es wird ein Kabelabzweig mit Motorantrieb KAB mit Auslösegerät ETU eingesetzt.

6.4.11 Positionsschalter

Bei mechanischen Positionsschaltern sind generell Endschalter mit selbstreinigenden Sprungkontakten einzusetzen (mindestens 1 Schließer und 1 Öffner).

6.4.12 Messwertumformer

Es sind generell Messwertumformer zur Fernübertragung von Messwerten für 0-120 %, 4 – 20 mA und $I_n = 100$ % vorzusehen.

6.4.13 Schutz, Messung

Der Schutz für die Einspeisungen vom Transformator zur Niederspannungsschaltanlage ist als Sekundärschutz (über separate Stromwandler) mit elektronischen Überstromschutzrelais auszuführen, wobei geräte-technisch eine zeitverkürzte Selektivitätssteuerung (rückwärtige Verriegelung) zu berücksichtigen ist.

Hierbei ist der Kurzschlussauslöser mit einer wahlweise zuschaltbaren Verriegelungseinrichtung auszustatten, die es ermöglicht, Signalzustände von gestaffelt angeordneten Schaltern abzurufen und je nach Fehlerort im Sinne einer Selektivitätsoptimierung voreingestellte Verzögerungszeiten auf einen Minimalwert zu verringern.

Die Kuppelschalter sind mit dem gleichen Nennströmen und Schutzklassen wie die Einspeiseschalter auszuliegen.

Der Schutz für Abgänge zu Unterverteilungen ist ebenfalls als Sekundärschutz mit elektronischen Schutzrelais auszuführen. Bei Schutzauslösungen dürfen die Leistungsschalter erst nach Betätigung einer Freigabetaste vor Ort zugeschaltet werden können.

Alle Schutzeinrichtungen sind über Prüfstecker anzuschließen, die eine Sekundärprüfung mittels einer Prüfeinrichtung ermöglichen.

Die Sammelschienen Spannung ist auf Unterspannung zu überwachen. Die Unterspannungsmessungen sind dreiphasig vor dem Einspeiseleistungsschalter und auf der Sammelschiene zu messen. Es ist eine Anzeige auf dem Einspeisefeld über ein geeignetes Multimessgerät auszuführen.

Bei allen Schaltfeldabgängen mit Leistungsschalter oder Lasttrennschalter, welche ein Schaltfeld in kompletter Höhe in Anspruch nehmen, ist das gleiche Multimessgerät wie bei dem Einspeisefeld in die Fronttür einzubauen.

Analoge Strommesser sind generell für einfachen Bemessungsstrom mit Überlastskala für zweifachen Bemessungsstrom auszulegen.

Mess-, Anzeige- und Meldegeräte sind in der Tür unterzubringen.

6.4.14 Verriegelung

Die NS-Schaltanlagen sind jeweils mit einer automatischen Umschaltung von der Einspeisung auf die entsprechende Kupplung auszurüsten. Diese soll jedoch nicht aktiviert werden. Die Umschaltung soll per Hand erfolgen.

Die NS-Schaltanlagen werden in der 2 von 3 Schaltung im Normalbetrieb betrieben, d.h. die beiden Einspeiseschalter sind geschlossen und der Kuppelschalter ist geöffnet.

Die Sammelschienen der NS-Schaltanlagen werden mit Zwei (2) Spannungswächtern versehen, die die Sammelschienenenspannung überwachen.

Beim Unterschreiten der minimalen Sammelschienenenspannung erfolgt die automatische Umschaltung. Die Umschaltung muss nicht unterbrechungsfrei erfolgen.

Beim Aufbau der Umschaltung der Leistungsschalter sind immer direkte Hilfskontakte von den Leistungsschaltern zu verwenden. Die Bereitstellung der notwendigen Kontakte zum Aufbau der beschriebenen Verriegelungen sind pauschal im LuL enthalten.

Die Verbindungen für die Umschaltung müssen festverdrahtet ausgeführt werden.

Die für die Verriegelungen benötigten Hilfsschütze, Relais, Taster, Meldeleuchten, etc. sind im Geräteraum des jeweiligen Leistungsschalters einzubauen. Die Steuerung ist mit 230 VAC auszuführen.

Bei Ansprechen der Schutzorgane der Schaltereinrichtungen muss die Fernsteuerung gegen Wiedereinschaltung verriegelt werden.

Für die Prüfung der zeitverkürzten Selektivitätssteuerung (Mitnahmeschaltung) ist eine Prüfverdrahtung (zwischen den beteiligten Leistungsschaltern) und entsprechende Anzahl von Prüfeinrichtungen mit vorzusehen.

6.4.15 E-Warte und zentrale Leittechnik

Das Bedien- und Beobachtungskonzept sieht vor, dass die Anbindung des Einspeiseschalter in der NSA konventionell an die E-Warte erfolgt. Für den Signalaustausch zur E-Warte sind u.a. folgende Meldungen vorzusehen (kein Anspruch auf Vollständigkeit):

- Ein-/ Ausbefehl,
- Schalterstellung
- Störung
- Strom

Es wird keine Anzeige der Spannung gefordert.

Alle Abgänge zu unterlagerten Verteilungen, USV-Verteilungen, sowie alle verfahrenstechnischen Abgänge sind konventionell an die ZLT anzubinden. Bei den unterlagerten Verteilungen und den USV-Verteilungen werden nur Störungen zur ZLT gemeldet. Für verfahrenstechnische Abgänge ist der Standardsignalaustausch zur ZLT vorzusehen, wie u.a. (kein Anspruch auf Vollständigkeit):

- Befehle Ein und Aus
- Rückmeldungen Ein und Aus
- Störung
- Teststellung
- Strom

6.4.16 Steuerspannung

Bei den Niederspannungsschaltanlagen ist ein ausreichend dimensionierter Steuerspannungstransformator vorzusehen, der die gleichzeitige Einschaltung aller Schützabzweige berücksichtigt. Die Steuerspannungen sind zu überwachen.

Schaltanlagen mit Leistungsschaltern und AC-Steuerungen erhalten eine Einspeisung aus dem 230V AC USV-Netz.

6.4.17 Prüfungen NS-Schaltanlage

Der AN hat folgende Tests durchzuführen:

- Störlichtbogenqualifikationstest (Zertifikat) nach IAC-Qualifikation
- Typgeprüfte Schaltgerätekombination (Zertifikat) und Routinetests gemäß IEC 61641

Nach Montage vor Ort erfolgt die Wechselspannungsprüfung einschließlich Gestellung von Gerät und Personal vor Ort.

Es erfolgt eine Prüfung aller Schutzgeräte (Leistungsschalter) vor Ort. Die entsprechenden Ergebnisse werden schriftlich dokumentiert und dem AG vor Inbetriebsetzung übergeben.

6.4.18 Zubehör

Es ist mindestens folgendes Zubehör nach den gültigen Normen, Vorschriften und Richtlinien entsprechend je Schaltanlagenraum zu liefern:

- Transport-/ Servicewagen zum Entfernen der Einschübe (geeignet für alle verwendeten Schaltergrößen) kippsicher und höhenverstellbar (zum An-heben und Absenken des Leistungsschalters) über Handkurbel oder hydraulisch. Die Transport-/Servicewagen sind so auszuführen, dass sie für die Aufnahme der unterschiedlichen Schaltertypen und MCC-Einschübe geeignet sind.
- Adapterverbindung zur Ansteuerung der Leistungsschalter außerhalb des Feldes auf dem Verfahrwagen
- Adapterverbindung zur Ansteuerung der MCC-Einschübe außerhalb des Feldes
- Warn- und Hinweisschilder für die Wandmontage (ASR A1.3/ISO 7010, VDE 0105-100, VDE 0132)
- 3- polige Erdungsgarnitur mit entsprechender Kurzschlussfestigkeit, eine Aufhängevorrichtung und zugehörige Tafel

6.5 GWR-Anlagen

6.5.1 DC-Verteilung und Sichere Schiene (USV)

Für die Anlagensicherheit bei Ausfall der Einspeisung sind zwei batteriegestützte 220 VDC-Schaltanlagen sowie eine batteriegestützte 24 VDC-Schaltanlage vorzusehen.

Die sichere 24 VDC-Schaltanlage wird aus den beiden 24 VDC-Schaltanlagen gespeist und über eine Großbatterie gepuffert, die in einem von der NS-Anlage getrennten Raum unterbracht werden soll.

Jede der 220 VDC-Schaltanlagen wird über einen Gleichrichter aus den 400 VAC-Anlagen gespeist und über eine Großbatterie gepuffert, die in einem von der NS-Anlage getrennten Raum unterbracht werden soll.

Die zur Einspeisung benötigten Gleichrichter sind dabei ebenso zu berücksichtigen und zu dimensionieren, wie auch die Batterieanlage selbst.

Für die erforderlichen Rechnerkomponenten, insb. für den örtlichen Notbedienplatz, und für die Antriebe, die für den sicheren Notabfahrbetrieb erforderlich sind, ist eine sichere AC-Schiene aufzubauen. Diese kann aus beiden 220 VDC-Schaltanlagen über jeweils einen Wechselrichter gespeist werden.

6.5.1.1 Werksabnahme

Vor Auslieferung der Komponenten findet eine Werksabnahme durch den AG statt. Diese Abnahmen beinhalten folgende Punkte:

- Prüfung der Ausführung inklusive der mechanischen Funktionsprüfung
- Stückprüfung an vorbestimmten Einheiten (Spannungs-, Funktions-, und Isolationsprüfung)

Es sind 2 Tage Funktionsabnahme MS-Anlage mit mechanischem und elektrischem Funktionstest vorzusehen.

6.6 Eigenbedarfstransformatoren

6.6.1 Allgemeiner Teil

Bei der Auslegung ist ein erhöhter Anteil an Oberschwingungen zu berücksichtigen, denen die Transformatoren ohne Beschädigung im Dauerbetrieb standhalten müssen. Die Transformatoren sind so zu konstruieren, dass Beeinflussungen des Betriebs (Belastung der Isolierung) und der Effizienz (Kern- und Kupferverluste) des Transformators durch Oberwellen vermieden werden.

Die Transformatoren sind mindestens gemäß Ökodesign-Verordnung Stufe 2 auszuführen.

Die Transformatoren sind mit Temperaturüberwachungsgeräten auszurüsten. Der entsprechenden Signalaus-tausch und die Anbindung an die ZLT und an die MS-Schaltanlage sowie ggf. notwendige Messumformer sind zu berücksichtigen.

Die Transformatoren werden in zwangsbelüfteten Räumen aufgestellt.

Die Fahrschienen sind aus feuerverzinktem Profistahl mit aufgeschweißten Aufkantungen auszuführen.

Die 10,5 kV-Mittelspannung wird in der Netzform, isoliertes Netz, betrieben.

6.6.2 Leistungsdefinition

Anzapfungsleistung auf allen Stellungen gleich der Bemessungsleistung.

6.6.3 Sternpunktbelastung

Der Sternpunkt kann mit dem Bemessungsstrom belastet werden.

6.6.4 Einstellung der Übersetzung

Durch das Umklemmen an der OS-Wicklung im spannungslosen Zustand.

6.6.5 Mechanische Angaben mit elektrischen Zusatzabgaben

- Schwer entflammbar und selbstverlöschend
- Keine Aufnahme von Feuchtigkeit
- Bei Brand dürfen sich keine toxischen Dämpfe oder Gase bilden
- Kugelbolzen 25 mm zur Erdung OS und US
- 2 Stück Erdungsschrauben M12 am unteren Presseisen, diagonal angeordnet
- Umgebungsbedingungen mit max. > 60 % rel. Luftfeuchtigkeit

6.6.6 Fahrwerk

4 Flachrollen 200 mm Durchmesser, einstellbar auf Längs-, Querfahrt, Mittelabstand 1070 mm mit Schwingungsdämpfer.

6.6.7 Kabel-/Schienenanschlüsse

OS-Seite: Kabelanschluss über Endverschluss an Bolzenschrauben

US-Seite: 4-poligen flexiblen Kabelanschluss

6.6.8 Schutz- und Überwachungsgeräte

Temperaturüberwachung in °C mittels 2 einzelnen 4-Leiter PT 100 je Phase (US-Wicklung). Die AL-Schutzröhrchen sind separat eingewickelt und die PT 100 einzeln austauschbar.

Widerstandsthermometer (PT 100) für	Warnung	= 100 °C
	Auslösung	= 120 °C

6.6.9 Anschluss an die Innenerdungsanlage

In den Räumen, in denen die technologische Anlage angeordnet ist, befinden sich entweder „Innenerdungs-sammelleitungen“ oder mit dem einbetonierten Erdungsmaschennetz verbundene Erdungs-Anschlussstellen.

Das Anschließen des Trockentransformator an die Innenerdungsanlage wird vom AN mit Cu-Seilen ausgeführt.

6.6.10 Zubehör

Es ist mindestens folgendes Zubehör nach den gültigen Normen, Vorschriften und Richtlinien entsprechend, je Trafo zu berücksichtigen:

- Warn- und Hinweisschilder für die Wandmontage (ASR A1.3/ISO 7010, VDE 0105-100, VDE 0132)
- Zwei symmetrische Erdungsgarnituren inkl. Aufhängevorrichtungen und Erdungsstange für den Anschluss an Kugelbolzen und Flachschiene
- 1x Spannungsprüfer Fabrikat Pfisterer für 10,5 kV

6.6.11 Werksabnahme

Vor Auslieferung der Komponenten findet eine Werksabnahme durch den AG statt. Diese Abnahme beinhaltet folgende Punkte:

Stückprüfung:

- Messung der Übersetzung und Nachweis der Schaltgruppe
- Prüfung mit angelegter Stehwechselspannung
- Prüfung mit induzierter Stehwechselspannung
- Messung der Leerlaufverluste / Leerlaufstrom
- Messung des Wicklungswiderstandes
- Messung der Kurzschlußspannung und Kurzschlußverluste
- Teilentladungsmessung
- Funktions- und Isolationsprüfung

Zur Durchführung der Schallmessungen, entsprechend den gültigen Normen und Vorschriften wird eine Schallpegelmessung im Prüffeld durchgeführt.

Die Nachweisversuche werden im Prüffeld unter Beaufsichtigung des AG durch den AN durchgeführt und protokolliert.

7 KLEMMENEINSATZ IN ELEKTROTECHNISCHEN ANLAGEN

7.1 Allgemeines

Reihenklemmen dienen zum Anschluss elektrischer Leiter an elektrische Betriebsmittel, oder zur Verbindung elektrischer Leiter untereinander.

Werden andere Klemmen als die in folgenden genannten nötig (siehe Kapitel 7.3 Ausführung), so ist deren Einsatz nur nach Abstimmung mit dem AG zulässig.

7.2 Klemmenleistenaufbau

Alle Kabeladern sind auf Klemme zu verdrahten.

Mehrstöckige Klemmen sind nicht zugelassen.

Mehrfachbelegungen von Klemmen sind nicht zugelassen.

Die Klemmen sind fortlaufend zu kennzeichnen. Innerhalb einer Klemmenleiste ist eine ausgebaute Platzreserve von mindesten 10 % vorzusehen, welche nach Inbetriebsetzung noch vorhanden sein muss. Bei Schaltanlagen in Einschubtechnik ist eine 20 %ige Platzreserve und eine 10 %ige Ausbaureserve vorzusehen.

Unterschiedliche Spannungsebenen auf einer Klemmleiste sind nicht zulässig.

Zwischen Plus und Minus sind jeweils Trennscheiben anzuordnen; ebenso ist mit den einzelnen Phasen einer Strom- und Spannungswandlergruppe zu verfahren.

Steuerklemmen mit gleichem Potential sind unmittelbar nebeneinander anzuordnen und mit normierten Brücken zu verbinden.

Alle Wandlerkreise müssen, ankommend vom Wandler und hinter eventuell vorhandenen Zwischenwandlern, in allen Phasen und im Summenstrompfad messbar sein.

Die Messung der Ströme muss ohne Betriebsunterbrechung möglich sein.

Alle Sekundärkreise von Stromwandlern müssen in den Klemmen kurzschließbar sein, dabei ist der Kurzschluss über Gleitstege bzw. Schraubbrücken zu realisieren.

Für Messgeräte und Schutzeinrichtungen, die ggf. während des Betriebes gewechselt werden können, ist eine Kurzschlussmöglichkeit in der Klemmenleiste vorzusehen.

Abgangsklemmen für Laststromkreise sind von Mess- und Steuerklemmen abzutrennen.

Jede Klemmenleiste muss übersichtlich aufgebaut sein, d.h. zum Beispiel, dass getrennte Gruppen für Strom-, Spannungs-, Steuer- und Meldeklemmen vorzusehen sind.

Werden mehrere getrennt abgesicherte Gleichspannungen verwendet, so muss vom Aufbau der Klemmenleiste her eine Verwechslung der einzelnen Kreise ausgeschlossen sein. Gleiches gilt für mehrere Strom- und Spannungswandlergruppen.

Klemmenleisten für Schutzzwecke sind vom Grundsatz so aufzubauen, dass der nachträgliche Einbau eines Relais jederzeit möglich ist (Strom, Spannung, Steuerung, Meldung, Hilfsspannung). Einzelheiten müssen im Rahmen der Projektierung abgestimmt werden.

Die Anschlüsse für MSR-Leitungen (Messen, Steuern, Regeln) sind räumlich durch einen möglichst großen Abstand von Anschlüssen für Leistungskabel zu trennen.

Anschlüsse von Leitungen zu Vorsteuermagnetventilen werden von anderen MSR-Leitungen an der Klemmleiste durch eine Abteilungstrennscheibe getrennt.

Die Klemmenleisten müssen gut zugänglich und leicht zu bedienen sein.

Sind Erregerkreise über Klemmen geführt, so ist für deren Isolationsbemessung die Prüfspannung der Erregerkreise zugrunde zu legen.

Die Klemmen sind auf waagrecht bzw. senkrecht anzuordnenden Tragschienen zu montieren.

Zugfederklemmen sind bis zur Größe von 35 mm² Leiterquerschnitt zu verwenden, Leiter mit größerem Querschnitt sind auf Schraubklemmen aufzulegen.

Es sind grundsätzlich Klemmen für einen Mindestquerschnitt von 1,5 mm² zu verwenden.

Die eingesetzten Klemmen sind um mindestens einen Leiterquerschnitt größer auszuwählen als der anzuschließende Leiterquerschnitt.

Einspeiseklemmen, besonders in Black Boxen, sind ausreichend zu dimensionieren, sodass mindestens 2 Kabel angeschlossen werden können. Eine Abstimmung mit dem AG ist erforderlich.

7.3 Ausführung

7.3.1 Klemmen in Stromwandlerkreisen

Es sind Schraubklemmen der Fa. Phoenix vorgeschrieben.

Bei diesen Klemmen ist für feste Klemmpunkte der Gleitsteg bzw. der Querverbindungsschieber mit Isolierung auszuführen.

Kurzschlussmöglichkeiten sind mit Schaltbrücken des Typs SB2-8/13 zu erstellen.

Es sind an geeigneten Stellen Prüfsteckerbuchsen auf den Klemmleisten entsprechend den Leiterfarben einzusetzen.

7.3.2 Klemmen in Spannungswandlerkreisen

Es sind Schraubklemmen der Fa. Phoenix vorgeschrieben.

Es sind an geeigneten Stellen Prüfsteckerbuchsen auf den Klemmleisten entsprechend den Leiterfarben einzusetzen.

7.3.3 Klemmen für Steuer- und Meldekreise

In Steuer- und Meldestromkreisen sind vom Grundsatz nur Klemmen mit Zugfeder einzusetzen.

Ist in Meldestromkreisen die Auftrennung dieser Stromkreise bei Prüfarbeiten erforderlich, so sind hier Messertrennklemmen einzusetzen.

Für Auftrennmöglichkeiten in Steuer- und Schutzstromkreisen sind Messertrennklemmen nicht zulässig.

Hinweis:

Detailabstimmungen zum jeweiligen Klemmeneinsatz sind vor Projektierungsbeginn mit dem AG durchzuführen.

7.3.4 Klemmen für Laststromkreise

Bei Klemmenabgängen für verfahrenstechnische Anlagenteile wie Antriebe, usw., sind bei benötigten N-Klemmen diese mit blauen Reihenklemmen auszuführen. Bei Licht- und Steckdosenstromkreisen sind ebenfalls Durchgangsklemmen zu verwenden.

7.3.5 Klemmleistenbeschriftung

Die Beschriftung der Klemmleisten hat grundsätzlich mit maschinell hergestellten Beschriftungen zu erfolgen. Handschriftliche Beschriftungen sind nicht zulässig.

Die Zählung der Klemmen hat von oben nach unten bzw. von links nach rechts zu erfolgen.

Zählung beginnt immer mit „1“.

Gleiche Zählnummern innerhalb einer Klemmenleiste sind nicht zulässig.

7.3.6 Klemmenleistennummerierung

Die nachfolgend aufgelisteten Klemmleistenbezeichnungen sind zu verwenden. Ausnahmen hiervon sind mit dem AG abzustimmen.

Klemmleistenbezeichnung	Verwendung
-X01	Spannungsebene 400V/ 690V AC
-X02	Spannungsebene 230V AC
-X03	Spannungsebene 220V DC
-X04	Spannungsebene 24V DC
-X05	Spannungswandler 100V/1,732
-X06	Stromwandler
-X07	Thermistor
-X08	PT 100
-X09	Türverdrahtung
-X10	Signalaustausch
-X11	frei
-X12	frei
-X13	frei
-X14	frei
-X15	frei
-X16	frei
-X17	frei
-X18	frei
-X19	frei
-X20	Potentialklemmleisten
-X21	frei
-X22	frei
-X23	frei
-X24	frei
-X25	frei
-X26	frei
-X27	frei
-X28	frei
-X29	frei
-X30	Potentialklemmleisten (M)
-X100	Fremdspannung

8 ZWISCHENKLEMMENKÄSTEN

Die Zwischenklemmenkästen sind aus Aluminiumdruckguss, Kunststoff oder V2A-Stahl in Schutzart mindestens IP 55 auszuführen. Die Ausführung ist in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen zu wählen und mit dem AG abzustimmen.

9 BESCHRIFTUNG UND BLINDSCHALTBILDER

9.1 Außenbeschriftung (Anlagen, Geräte und Schränke)

Die Beschilderung ist gemäß Spezifikation C1.13 Beschilderung auszuführen. Diesen Vorlagen entsprechend sind die elektrotechnischen Anlagenteile bzw. Schränke mit Resopal-Schildern zu versehen, auf denen das KKS und der Klartext eingraviert sind (im Regelfall weißes Schild mit schwarzer Schrift).

Die Schilder sind dauerhaft mittels Schrauben oder Niete an die jeweiligen Anlagenteile bzw. Schrankbleche zu befestigen (Kleben ist nicht zulässig).

Bei Schalt- und Steuerschränken, die auch von hinten zugänglich sind, ist auch auf der Rückseite des Schrankes ein identisches Schild anzubringen, im Bedarfsfall, vornehmlich bei längeren Schrankreihen, auch auf den Stirnseiten.

Auf der Vorderseite der Schränke sind Blindschaltbilder anzubringen.

Die Farben der Blindschaltbilder sind mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Klartext, Ausführung und Anbringungsort der Schilder sowie der Blindschaltbilder sind mit dem Auftraggeber abzustimmen. Des Weiteren ist der Einspeiseort anzugeben.

9.2 Innenbeschriftung (Geräte- und Betriebsmittel, Aderkennzeichnung)

Die Beschriftung ist gemäß Spezifikation C1.13 Beschilderung auszuführen.

Die Beschriftungen sind neben und auf den Geräten mittels eines geeigneten Klebstoffes oder geschraubt an einer übersichtlichen Stelle dauerhaft anzubringen. Das verwendete Material muss für die maximal zu erwartenden Temperaturen geeignet, lichtbeständig und säurefest sein. Diese Qualitätsmerkmale müssen für 40 Jahre garantiert werden. Selbstklebende Beschriftungsplaketten bzw. -bänder können, soweit sie den erwähnten Anforderungen genügen, nach erfolgter Zustimmung durch den Auftraggeber eingesetzt werden.

Die Beschriftung selbst muss in Maschinenschrift ausgeführt sein. Handbeschriftung ist nicht zulässig.

Bei externen Automatenabzweigen ist neben der schrankinternen Gerätekenzeichnung der Verbraucher oder Zielort für jeden Abzweig mit KKS und Klartext zu beschriften.

Die Beschriftung der Klemmen muss immer leserichtig waagerecht angeordnet sein.

Die schrankinterne Verdrahtung erhält eine Aderkennzeichnung mit der Nummer der jeweiligen Klemme.

Die Nummerierung muss fortlaufend und in Dekadenbeschriftung erfolgen.

10 BELEUCHTUNGS- UND STECKDOSENANLAGE

Die Beleuchtungs- und Steckdosenanlage ist gemäß Spezifikation C4.6 „Verkabelung, Installation, Beleuchtung, Steckdosen“ auszuführen.

11 STEUERUNGEN

11.1 Steuerspannungen

11.1.1 Hauptschaltanlagen

- Steuerspannung für Mittelspannungsschaltanlagen 220 V GS
- Steuerspannung für NS-Schaltanlagen 690 V Leistungsschalterabzweige 220 V GS, Schützabzweige 230 V, 50 Hz
- Steuerspannung für NS-Schaltanlagen 400 V Leistungsschalterabzweige 220 V GS, Schützabzweige 230 V, 50 Hz

Die 220-V-GS-Steuerspannungen werden doppelt (redundant) bis an den Schrank herangeführt und sind im Schrank mit Leistungsdioden zu entkoppeln (keine Paralleldioden). Vor den Leistungsdioden ist ein Schalter anzuordnen. Eine Prüfmöglichkeit der Dioden während des Betriebes ist vorzusehen.

Die 230 V, 50 Hz Steuer- und Signalspannungen sind in jeder Verteilung, pro Halbschiene getrennt über Steuerspannungstransformatoren zentral zu bilden (VDE 0100/60, Hilfsstromkreise).

Die Absicherung der Steuerspannungsstromkreise hat selektiv mit Automaten mit angebautem Hilfsschalter (mindestens 1 Ö + 1 S zur Signalisierung) zu erfolgen.

Die Steuerspannungsautomaten, die zugehörigen Hilfsrelais für Steuerung und Verriegelung sowie die Klemmen sind den jeweiligen Hauptbetriebsmitteln räumlich zuzuordnen.

Die Steuerspannungstransformatoren sind so zu bemessen, dass auch unter den ungünstigsten Schaltbedingungen die zulässigen Steuerspannungsgrenzen gemäß VDE 0100/60 von 0,95 – 1,05 UN nicht unter- bzw. überschritten werden.

Bei der Bemessung der Steuerspannungstransformatoren ist eine zusätzliche Auslegungsreserve von 30 % zu berücksichtigen.

11.1.2 Unterverteilungen, Black Boxen

Die Steuerspannung für die 220 V GS-Leistungsabzweige und 230 V / 50 Hz Schützabzweige 230 V, 50 Hz wird mittels Koppelrelais an die leittechnische Steuersignalspannung angepasst.

Die 230 V, 50 Hz Steuer- und Signalspannungen sind in jeder Verteilung, pro Halbschiene getrennt über Steuerspannungstransformatoren zentral zu bilden (VDE 0100/60, Hilfsstromkreise).

Die Absicherung der Steuerspannungsstromkreise hat selektiv mit Automaten mit angebautem Hilfsschalter (mindestens 1 Ö + 1 S zur Signalisierung) zu erfolgen.

Die Steuerspannungsautomaten, die zugehörigen Hilfsrelais für Steuerung und Verriegelung sowie die Klemmen sind den jeweiligen Hauptbetriebsmitteln räumlich zuzuordnen.

Die Steuerspannungstransformatoren sind so zu bemessen, dass auch unter den ungünstigsten Schaltbedingungen die zulässigen Steuerspannungsgrenzen gemäß VDE 0100/60 von 0,95 – 1,05 UN nicht unter- bzw. überschritten werden.

Bei der Bemessung der Steuerspannungstransformatoren ist eine zusätzliche Auslegungsreserve von 30 % zu berücksichtigen.

11.2 Koppelrelais zur Leittechnik

Es sind zur Anpassung der +24-V-Ausgangssignale der Leittechnik an die Steuerspannung der Schaltgeräte und zur Leistungsverstärkung Koppelrelais notwendig. Das Fabrikat der Koppelrelais wird vom Lieferanten der ZLT festgelegt.

Die Koppelrelais gehören zum Lieferumfang des Auftragnehmers und sind in die Unterverteilung bzw. Black-Box einzuplanen und einzubauen.

11.3 Umrichter in Black Boxen

Sind Umrichter Bestandteil einer Black Box, so ist sicherzustellen, dass nach Spannungsausfällen in der elektrischen Eigenbedarfsversorgung bis zu 4 s nach Spannungswiederkehr, die Stromrichter automatisch wieder in Betrieb gehen.

Störmeldungen dürfen in dieser Zeit keine abgesetzt werden. Die 24 V DC Steuerspannung wird als redundant eingespeiste externe Batteriespannung ausgeführt, somit ist ein Neuinitialisieren des Umrichters ausgeschlossen.

Weitere Details sind mit dem Auftraggeber abzustimmen.

12 KABEL UND LEITUNGEN

12.1 Grundlegendes

Kabel- und Leitungstypen sowie Aderzahlen werden nachstehend, sofern nicht anderweitig in der Spezifikation C4.6 „Verkabelung, Installation, Beleuchtung, Steckdosen“ beschrieben, festgelegt.

In Steuerkabeln (Aderzahlen 8, 12, 24, 30, 40) ist eine Aderreserve von ca. 20 % vorzusehen.

Die Grundsätze für Kabelwege und Kabelverlegung sind ebenfalls der Spezifikation C4.6 zu entnehmen.

Kabelwege auf mit KKS gekennzeichneten Wegelementen werden über eine Kabeldatenliste dokumentiert.

12.2 Kabeltypen

Es sind grundsätzlich halogenfreie-Kabel nach Spezifikation C4.6 „Verkabelung, Installation, Beleuchtung, Steckdosen“ zu verwenden.

Sollten aufgrund der Umgebungsbedingungen Spezialkabel erforderlich sein, so sind diese Kabel auf kürzestem Weg in Räume zu führen, in denen normale Umgebungsbedingungen herrschen.

In diesen Räumen sind Zwischenklemmkästen anzuordnen, in denen die Spezialkabel enden.

Die Verwendung der Zwischenklemmkästen bedarf der Zustimmung und Abstimmung mit dem Auftraggeber.

12.3 Kennzeichnung der Adern und Außenmäntel

12.3.1 Aderkennzeichnung

Als 4adrige Leistungskabel sind N2XH-Kabel mit dem Kennbuchstaben „J“ mit 4 Leitern die Aderfarben

grün/gelb	Leiter PE Leiter bzw. blaue Zusatzkennung PEN-Leiter
braun	Phase L 1
schwarz	Phase L 2
grau	Phase L 3

zu verwenden.

Als 5adrige Leistungskabel sind mit dem Kennbuchstaben „J“ mit 5 Leitern die Aderfarben

grün/gelb	PE-Leiter
braun	Phase L 1
schwarz	Phase L 2
grau	Phase L 3
blau	N-Leiter

zu verwenden.

Hinweis:

Bei verwendetem TN-C-S Netz sind Einspeisungen in den Unterverteiler auch mit separatem PE-Leiter und nicht mit gemeinsamen PEN-Leiter auszuführen.

Bei 24-V-Gleichspannung 3-Leiter-Kabel, N2XH-O, mit den Aderfarben

schwarz	L+
grau	m
braun	s

Bei 220-V-Gleichspannung 4-Leiter-Kabel N2XH-J bzw. 5-Leiter-Kabel N2XH-J mit den Aderfarben

grün/gelb	PE
schwarz	L+
grau	L-
braun	(Reserve)

bzw.

grün/gelb	PE
schwarz	L+
braun	L+
blau	L-
grau	L-

Als Steuerkabel sind N2XH-J-Kabel mit den Aderzahlen 7, 12, 24, 30 und 40 zu verwenden. Der Mindestquerschnitt beträgt 1,5 mm².

Die grün/gelbe Ader ist ausschließlich als Schutzleiter zu benutzen. Von den schwarzen Adern mit Zahlendruck ist für den N-Leiter die Ader mit der Nr. 1 zu wählen. Sind in einem Kabel mehrere N-Leiter erforderlich, so sind die übrigen als N-Leiter zu verwendenden Adern von Fall zu Fall festzulegen. Ist kein N-Leiter erforderlich, kann die Ader Nr. 1 als Schaltader verwendet werden.

12.3.2 Außenmantelkennzeichnung

Die Farbe der Kabelmäntel ist wie folgt zu wählen:

- 10-kVKabel, PE-Mantel schwarz.
- 1-kV-Kabel: Außenmantel schwarz
- Gleichstromkabel: Außenmantel schwarz
- Elektronikabel: Außenmantel grau bzw. schwarz
- Funktionserhaltkabel: Außenmantel orange

12.3.3 Kabelquerschnitte

Die erforderlichen Kabelquerschnitte sind in Abhängigkeit des Nenn- oder Betriebsstromes, der Leitungslänge und der Legebedingungen festzulegen und werden bei der Erstellung der Kabelziehkarten durch das Kabelmanagement überprüft.

12.3.4 Kabelkennzeichnung

Alle Kabel sind an beiden Enden mit einer Kabelbezeichnung gemäß Kabelliste zu versehen.

Alle Kabel müssen vor und nach Durchbrüchen, an Abzweigen und spätestens nach ca. 15 m gekennzeichnet werden.

Die Kabelkennzeichnung hat gut sichtbar, licht- und temperaturbeständig, wisch- und verrottfest und unverlierbar zu erfolgen. Es sind Beschriftungsbänder (LxB 3 x 1 cm) mit einer Schrifthöhe von min 2,5 mm, erhältlich mit der Kabelziehkarte, zu verwenden.

12.3.5 Abstände zwischen den Kabeln

Zur Verminderung von Störeinflüssen müssen Leittechnikabel und Leistungskabel auf getrennten Pritschen verlegt werden.

Der Mindestabstand beträgt:

- 300 mm der NS-Kabel zu HS-Kabel
- 600 mm der Leittechnikabel zu HS-Kabel
- 300 mm der Leittechnikabel zu NS-Kabel

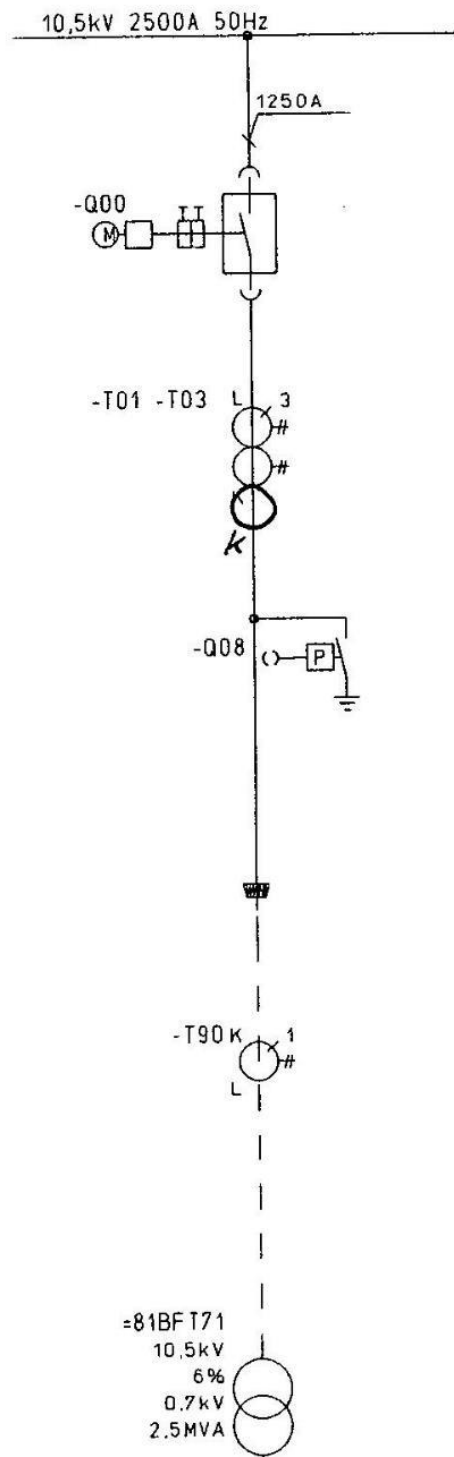
13 FARBGEBUNG FÜR ELEKTROTECHNISCHE ANLAGEN UND MASCHINEN

Spannungsebene	Bezeichnung	Farbe	RAL
660/690V	NSV => Haupt- und Hilfsantriebe	Taubenblau	5014
380/400V	NSV => Haupt- und Hilfsantriebe	Lichtgrau	7035
380/400V	TÜS/GÜS	Lichtgrau	7035
	Anfahrumsrichter, Erregereinrichtung	Lichtgrau	7035
380/400V	NSV => Notstromschiene, USV, WR, GR, EUE (AU unterbrechungslos)	Reinorange	2004
380/400V	NSV => Fremdversorgung, Sichere Schiene, Notstromaggregat (AU mit Kurzzeitunterbrechung)	Lichtgrau	7035
380/400V	NSV => Normallicht Kraft Sicherheitslicht (AU mit Kurzzeitunterbrechung)	Lichtgrau	7035
380/400V	NSV => Notlicht (AU unterbrechungslos)	Hellorange	2008
220V DC	NSV, Gleichrichter	Ockergelb	1024
24/48V DC	System 1 => Gleichspannungsverteilung, Gleichrichter	Maisgelb	1006
24/48V DC	System 2 => Gleichspannungsverteilung, Gleichrichter	Grünbeige	1000
	Steuerschränke, Datenschränke, sonstige Schränke	Lichtgrau	7035

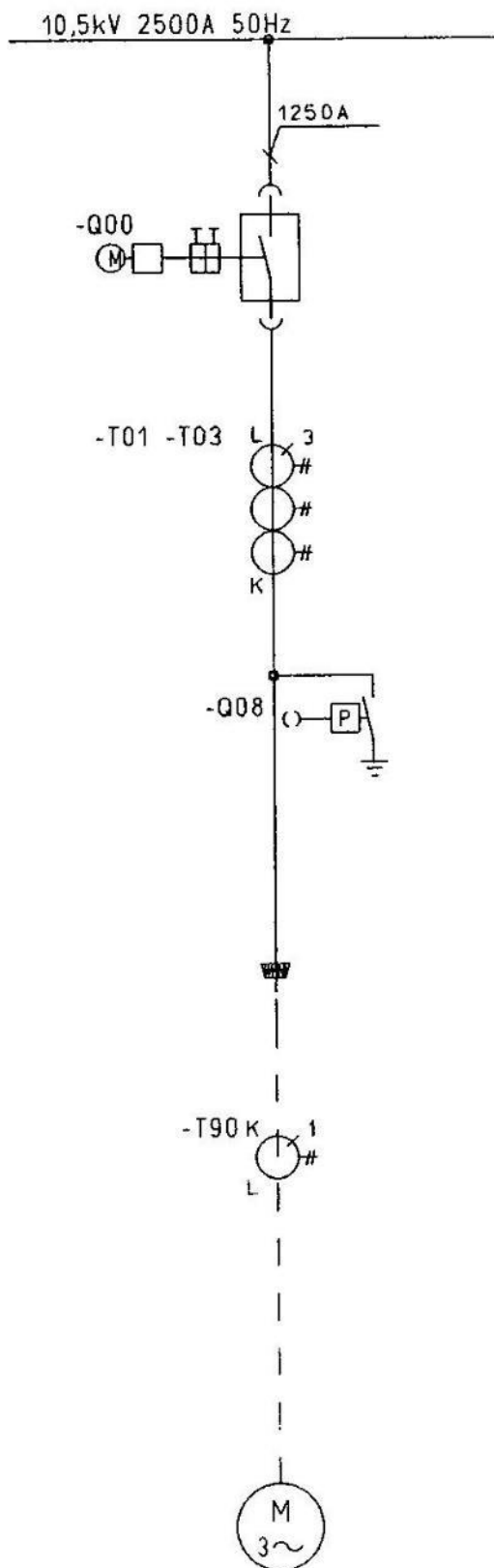
14 ANLAGE

14.1 Anlage 1 MSA-Typicals

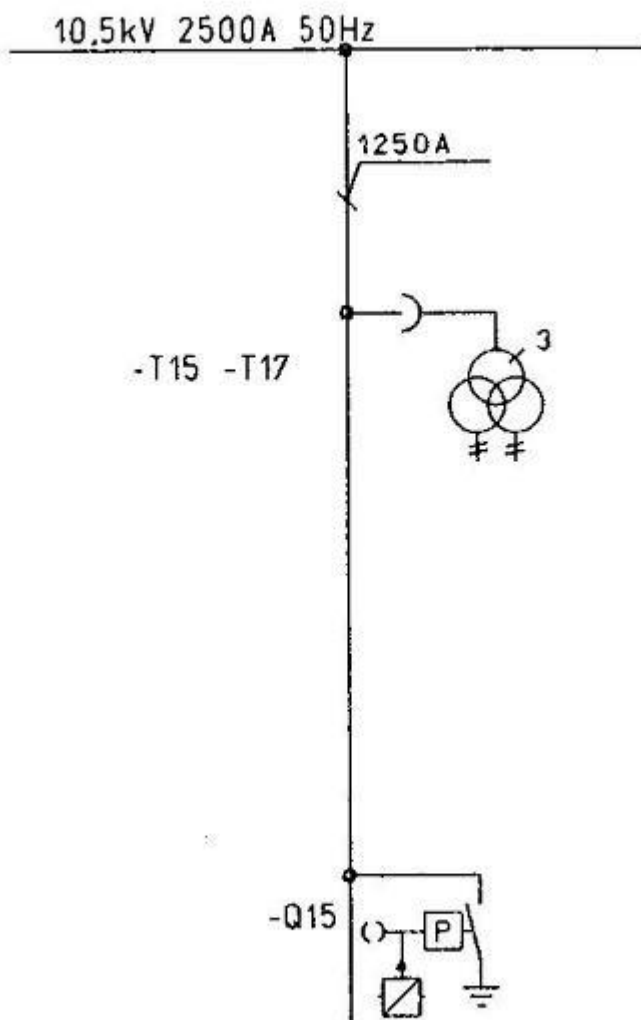
MSA Trafo- Kabelabgangsfeld



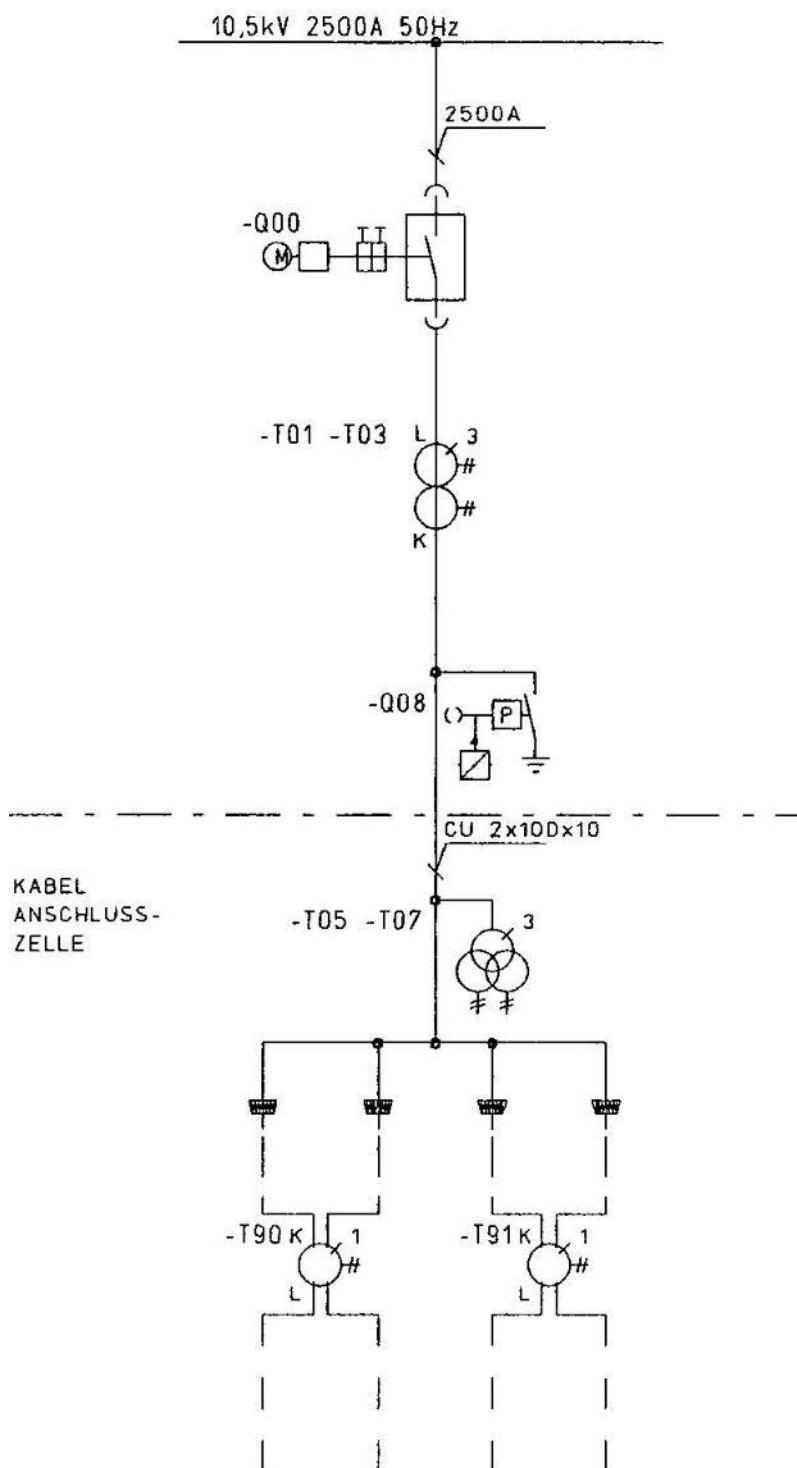
MSA Motorabgangsfeld, Direktansteuerung oder über FU



MSA Messfeld



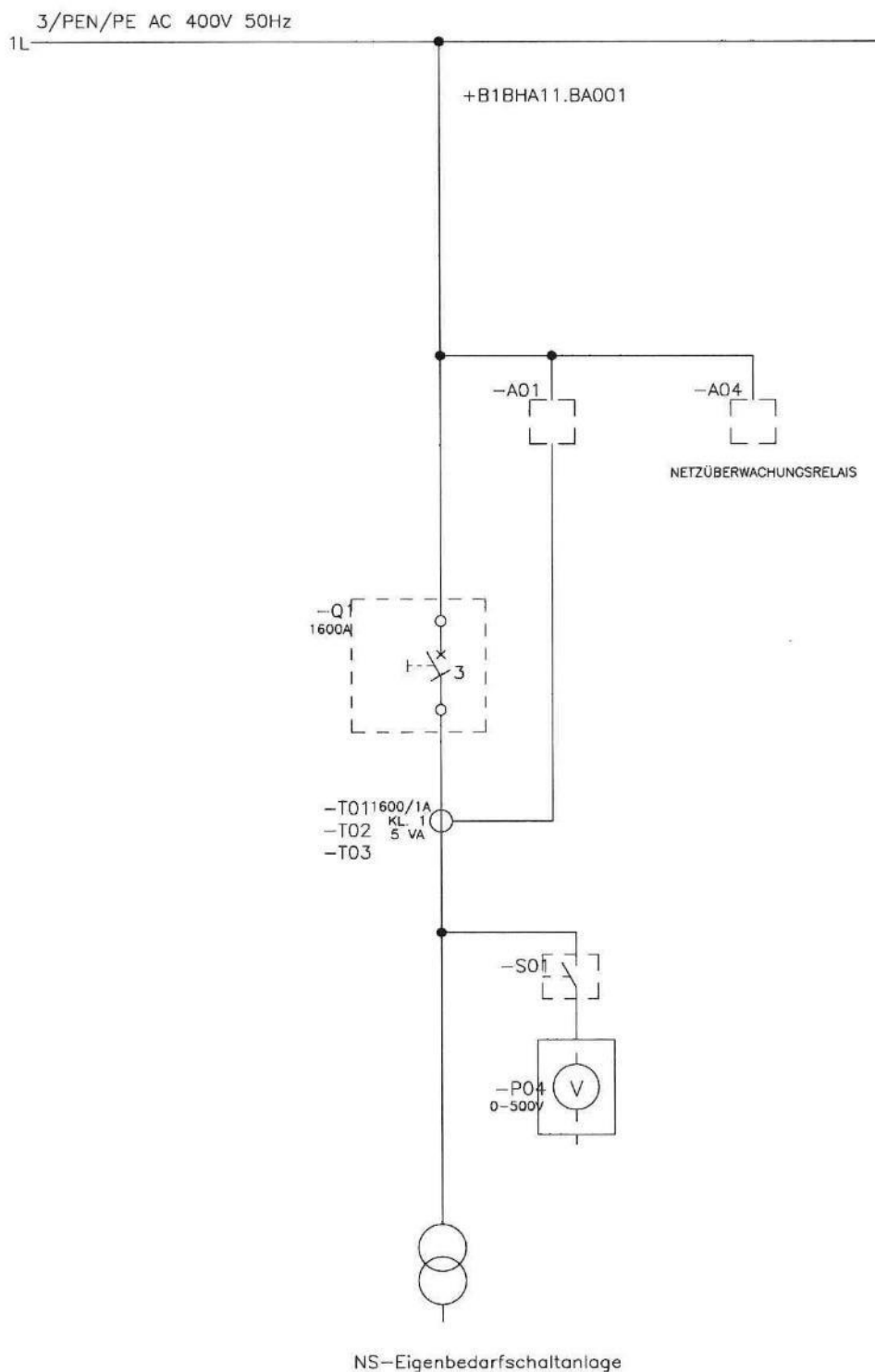
MSA Einspeisefeld



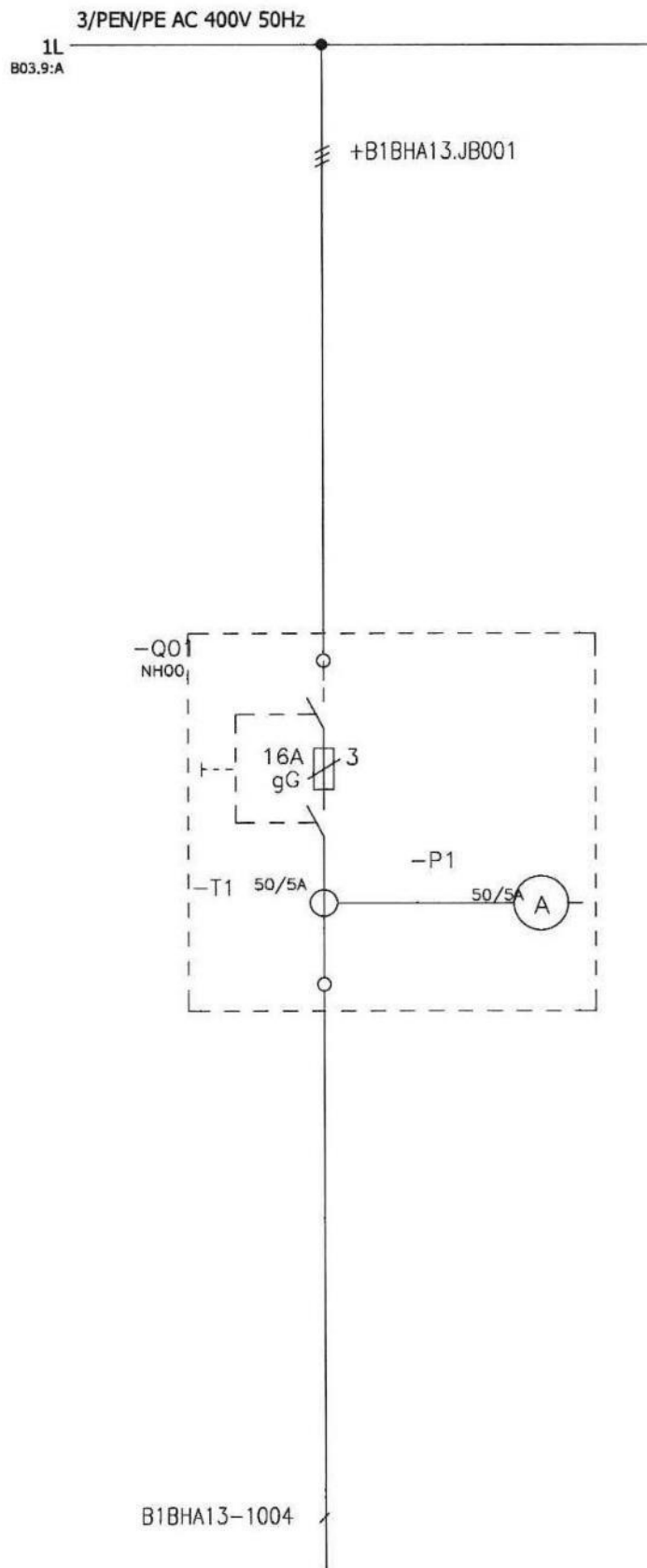
14.2 Anlage 2 NSA-Typicals

1	Einspeisung		ESP1600
2	Sicherungsschaltleiste		NH
3	Automatenabgang 1 polig		CB_1p
4	Automatenabgang 3 polig		CB_3p
5	Kabelabgang, z. B. für Stellantrieb ohne CutOff		KAB
6	Kabelabgang, z. B. für Stellantrieb mit CutOff (Öffner löst aus.)		KAB_C
7	Abgang Antrieb mit An- steuerung durch ZLT und CutOff		DOL

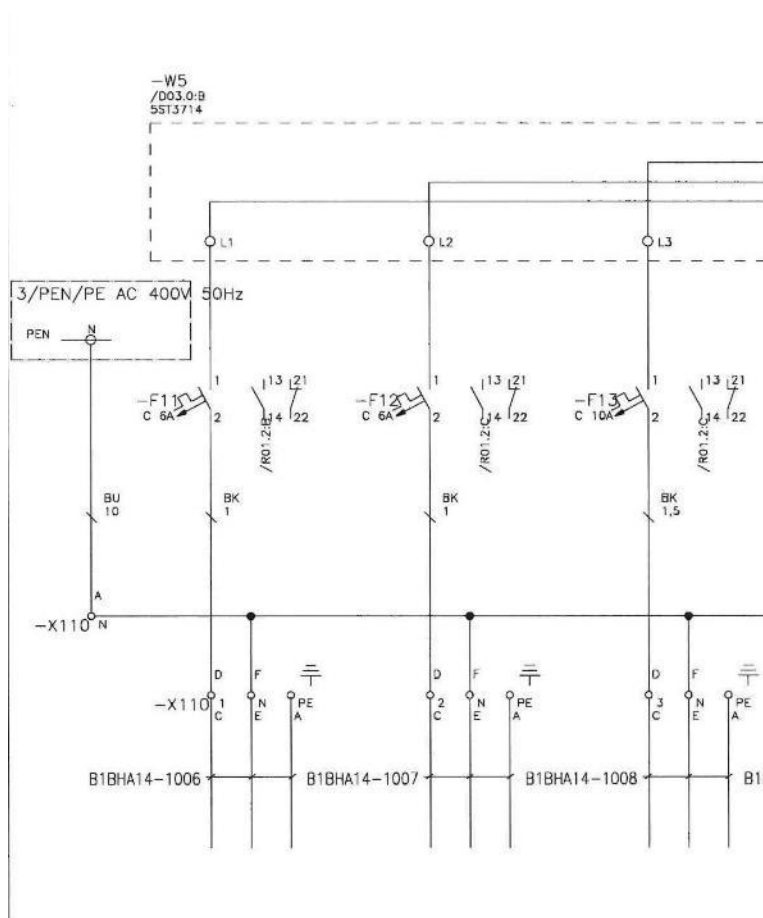
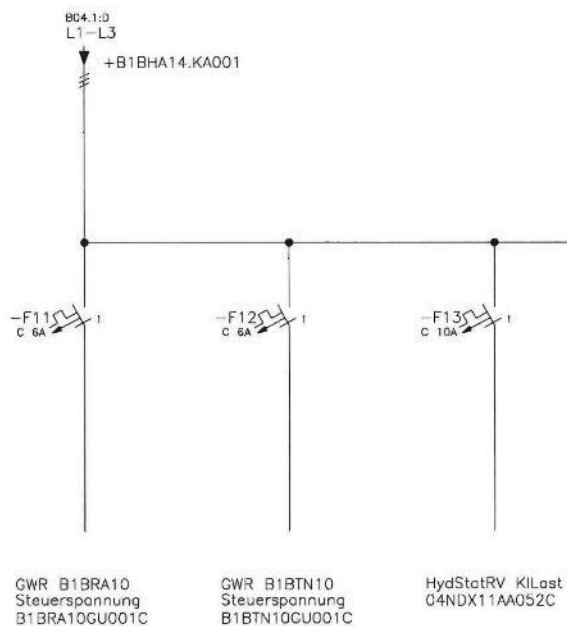
1. Typical: Einspeisung Beispiel ESP1600

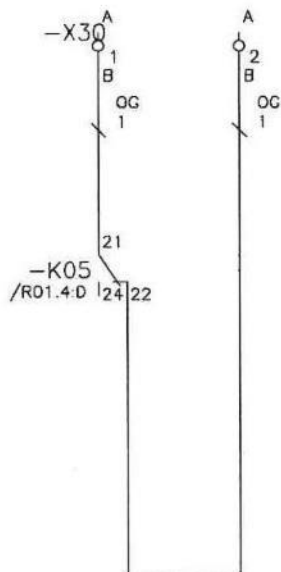
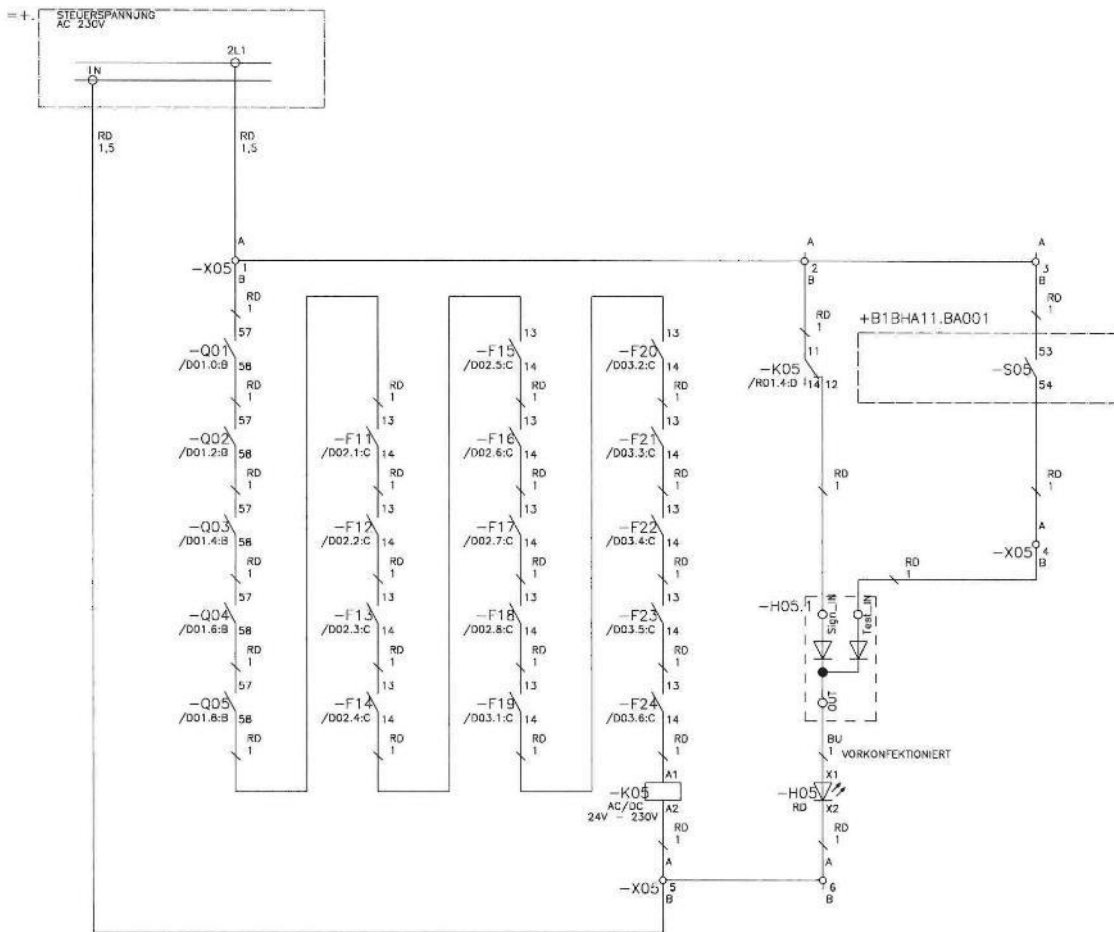


2. Typical: NH

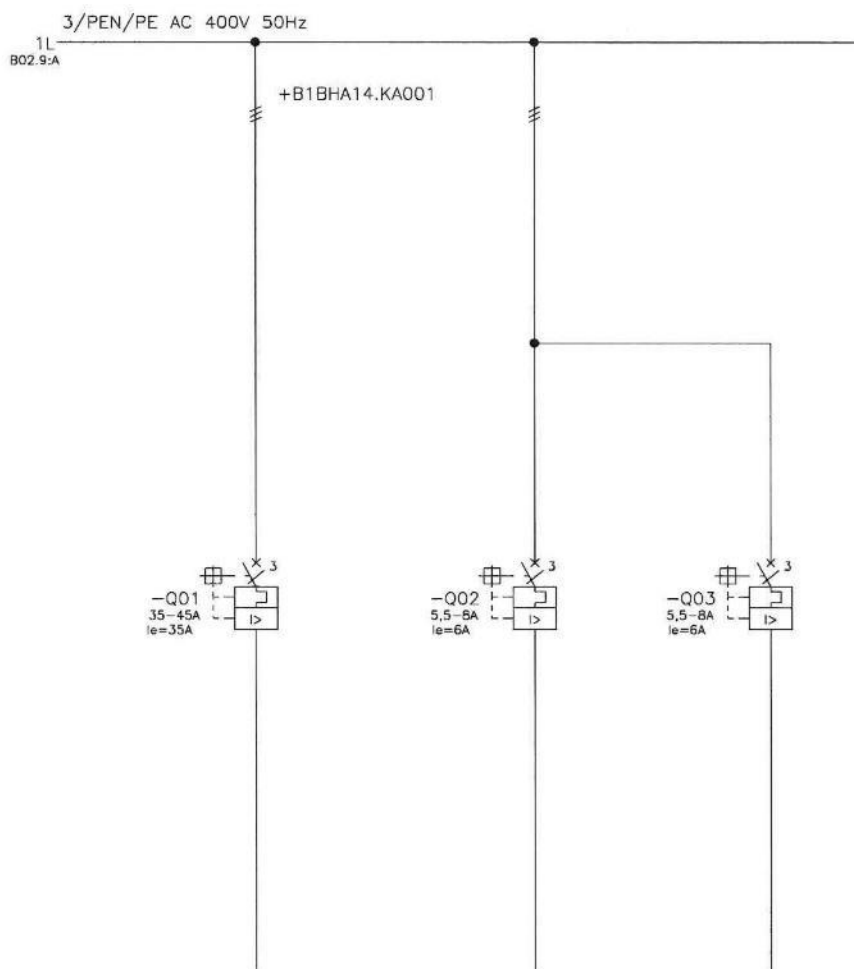


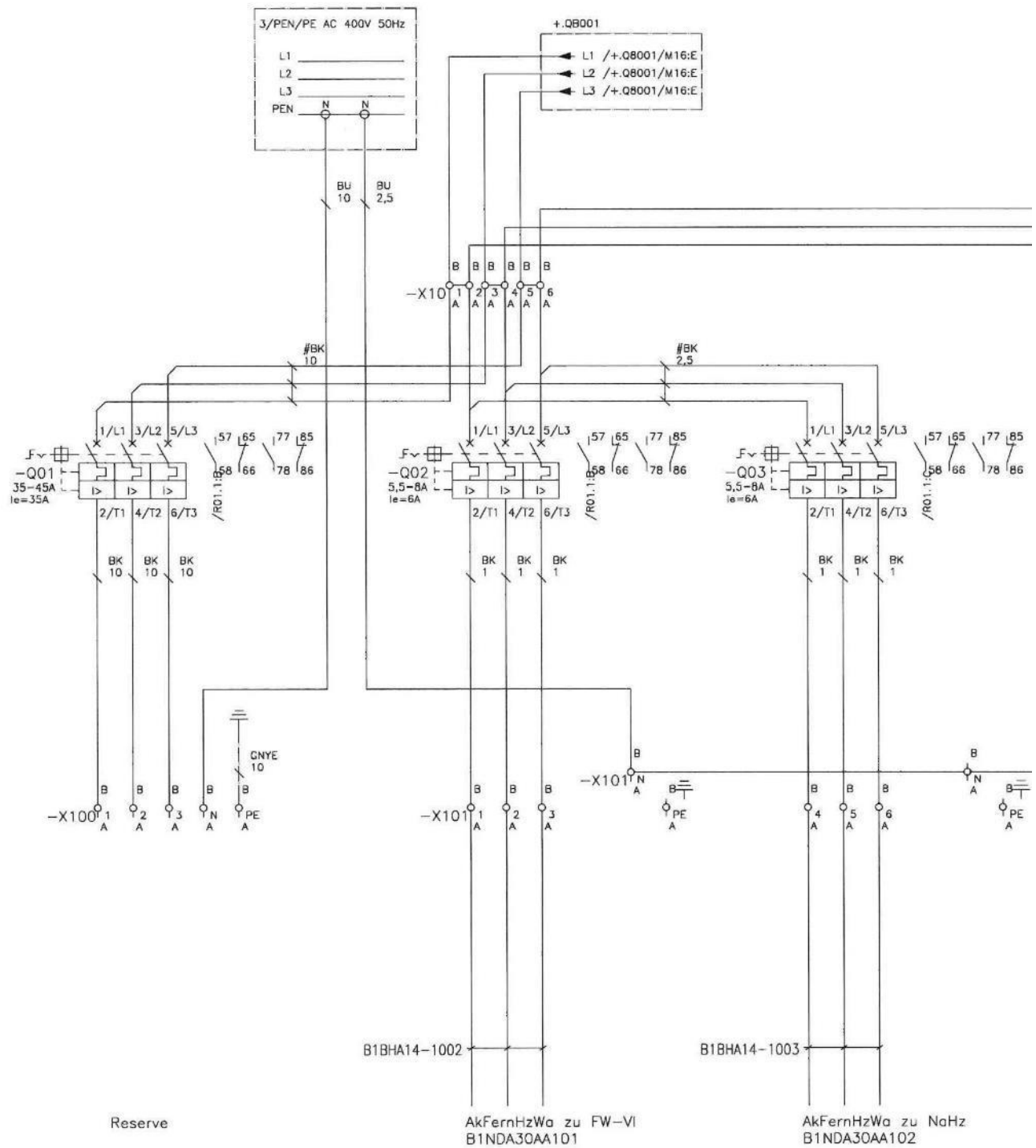
3. Typical: CB_1p



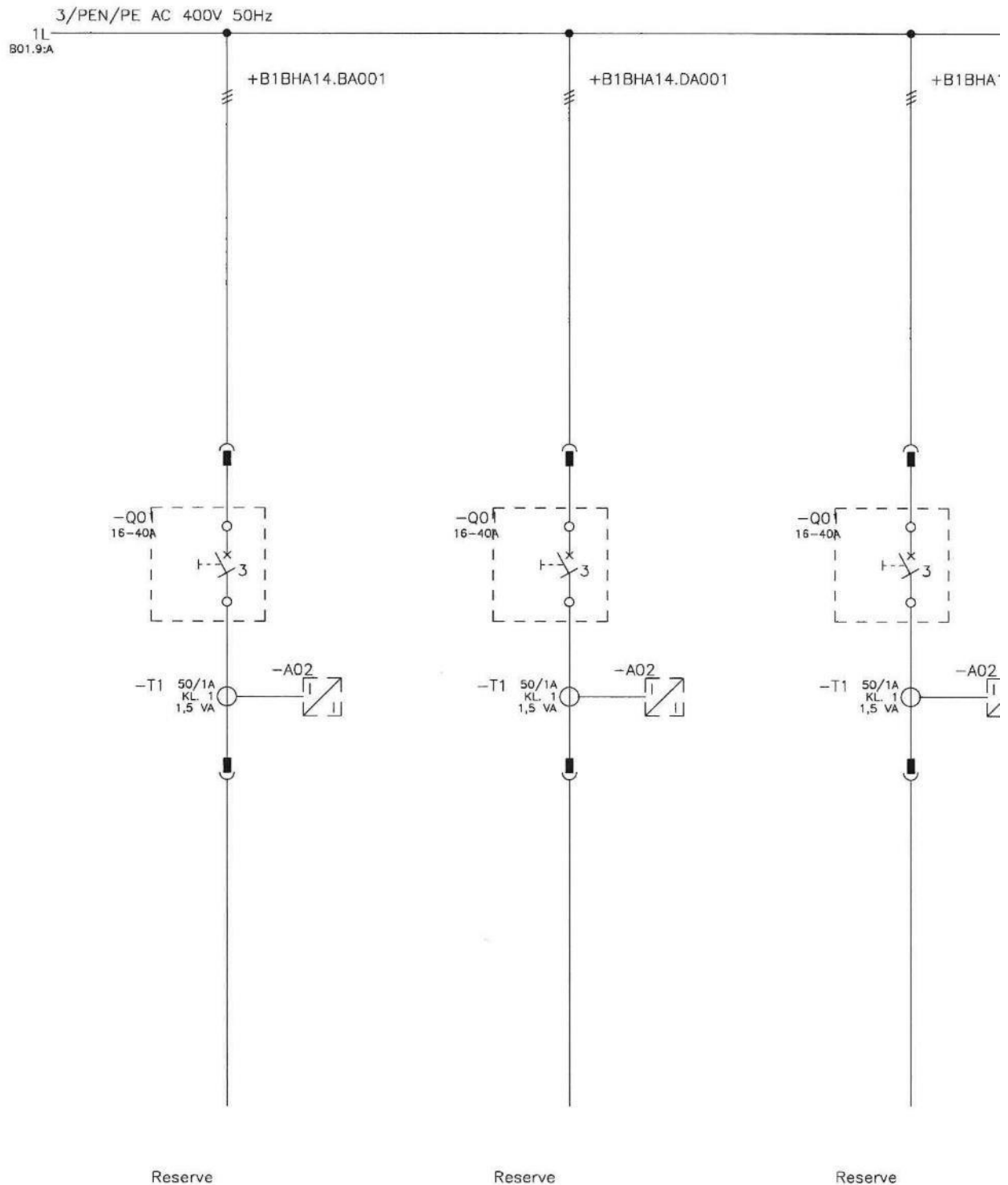


4. Typical: CB_3p

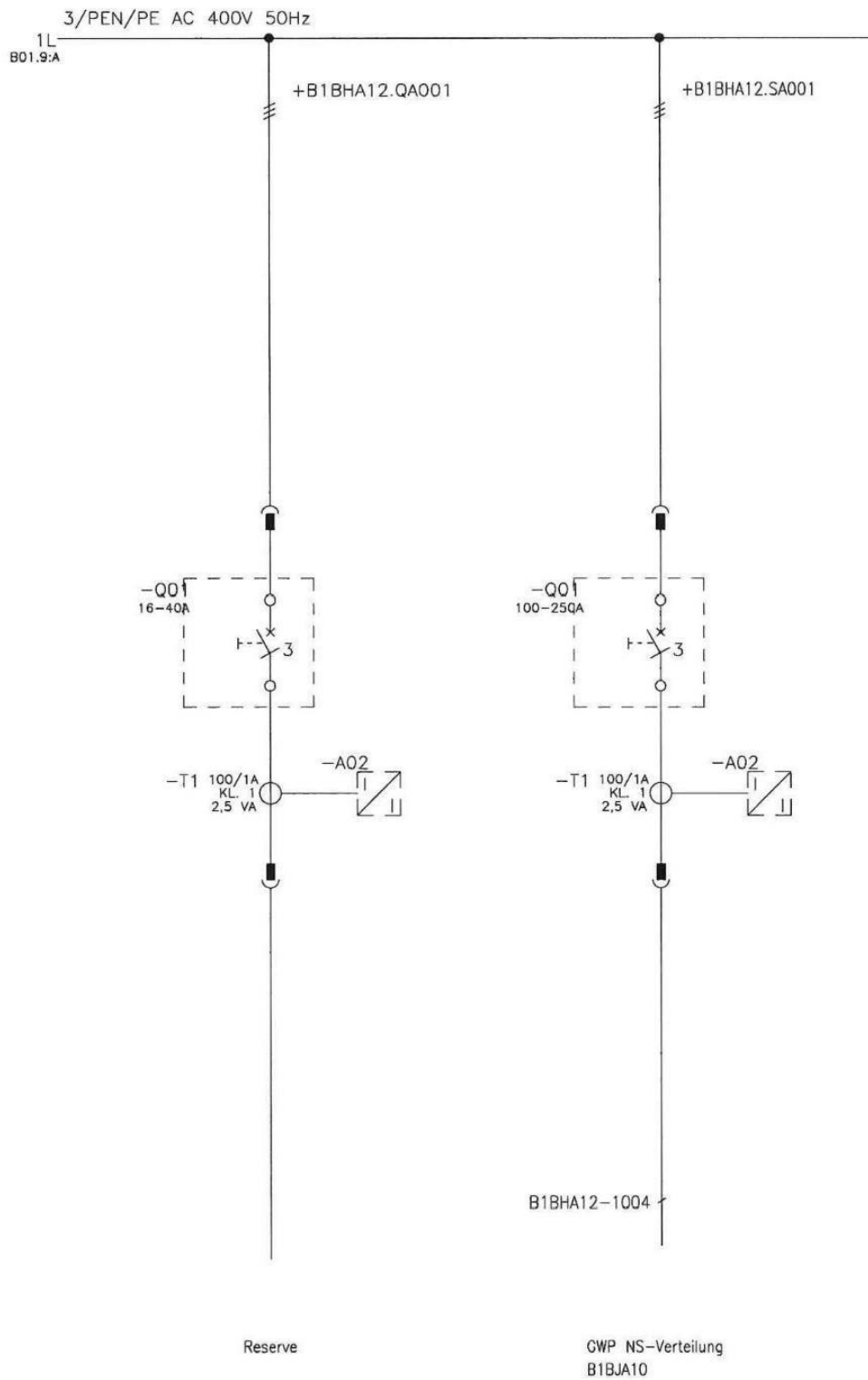


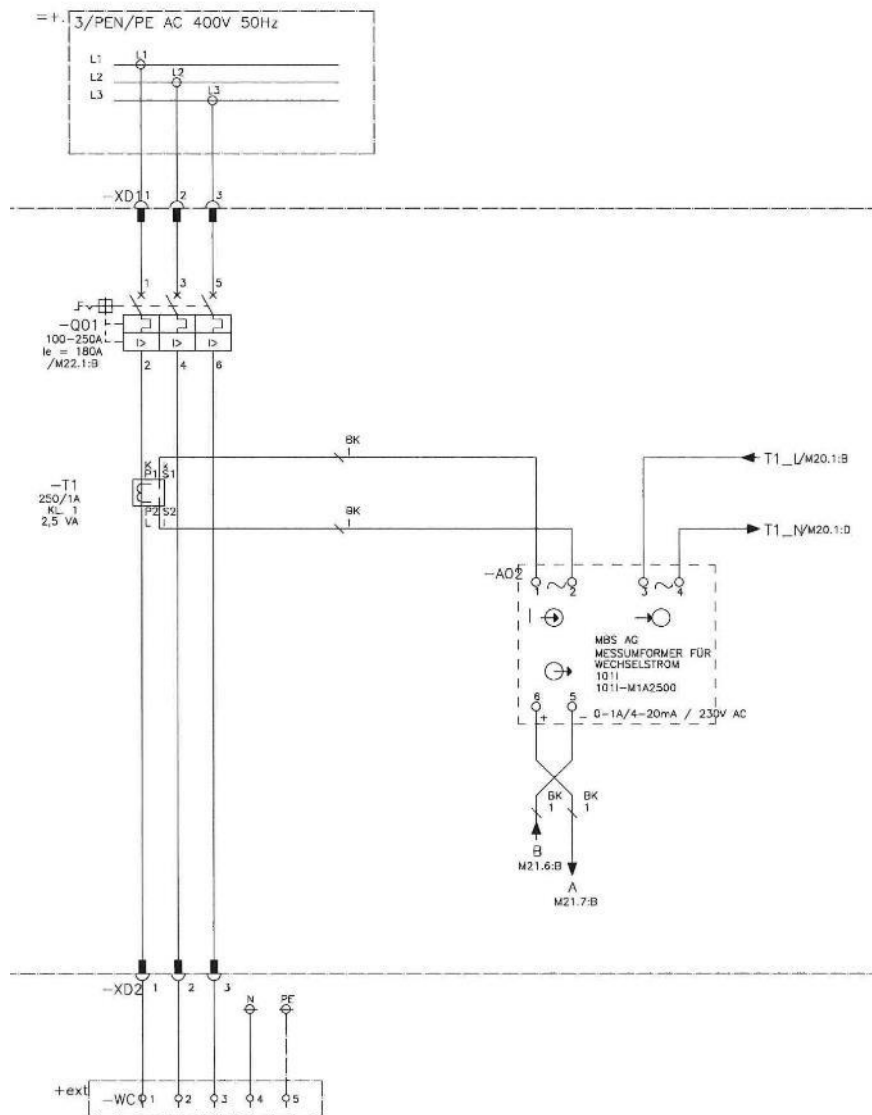
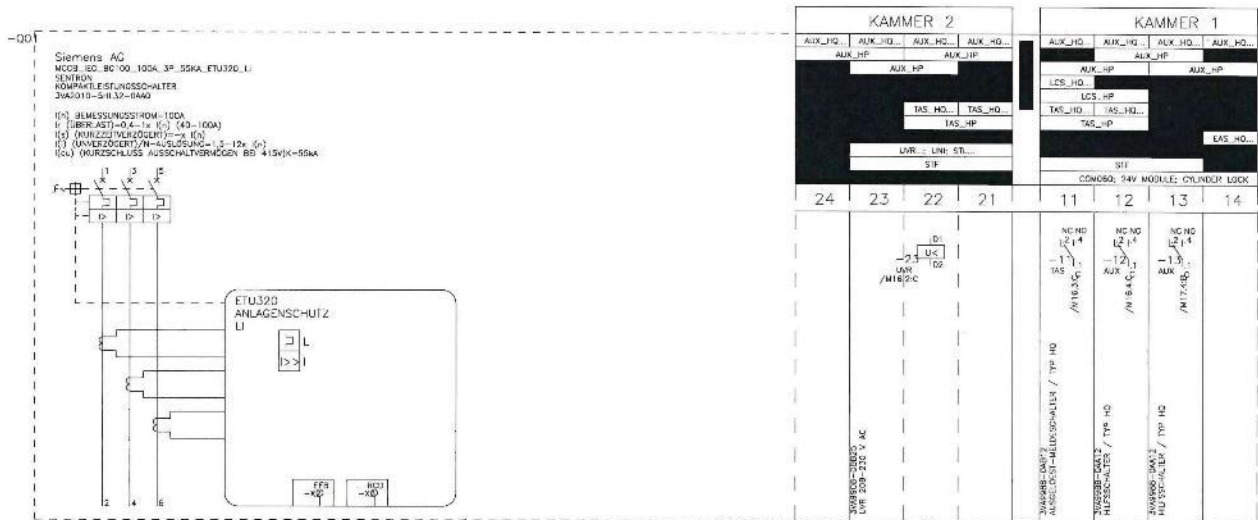


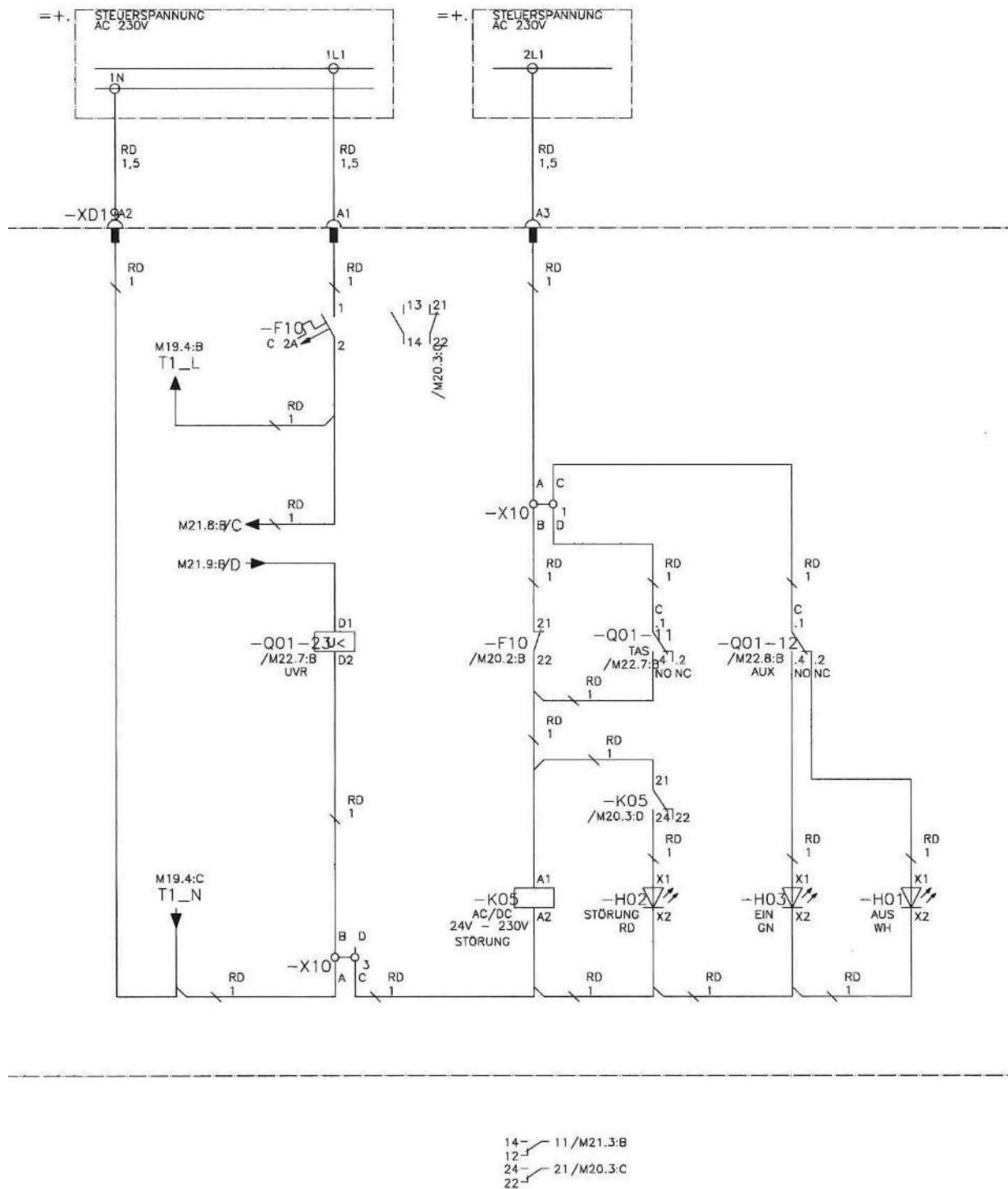
5. Typical: KAB



6. Typical: KAB_C





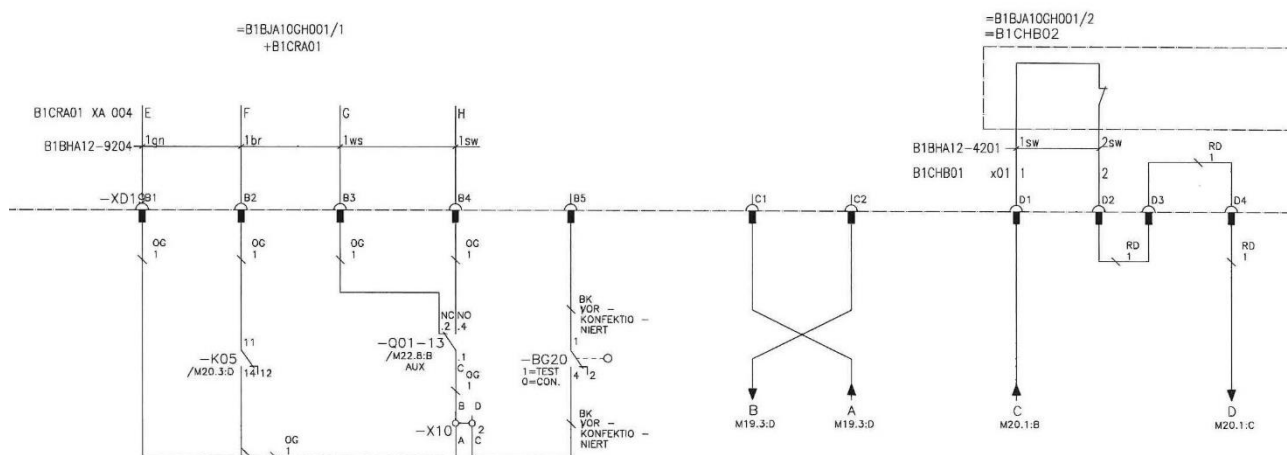


UNTERSpannungsauslöser
CUTOFF

Störung

Ein

Aus



RM
STÖRUNG

RM
AUS

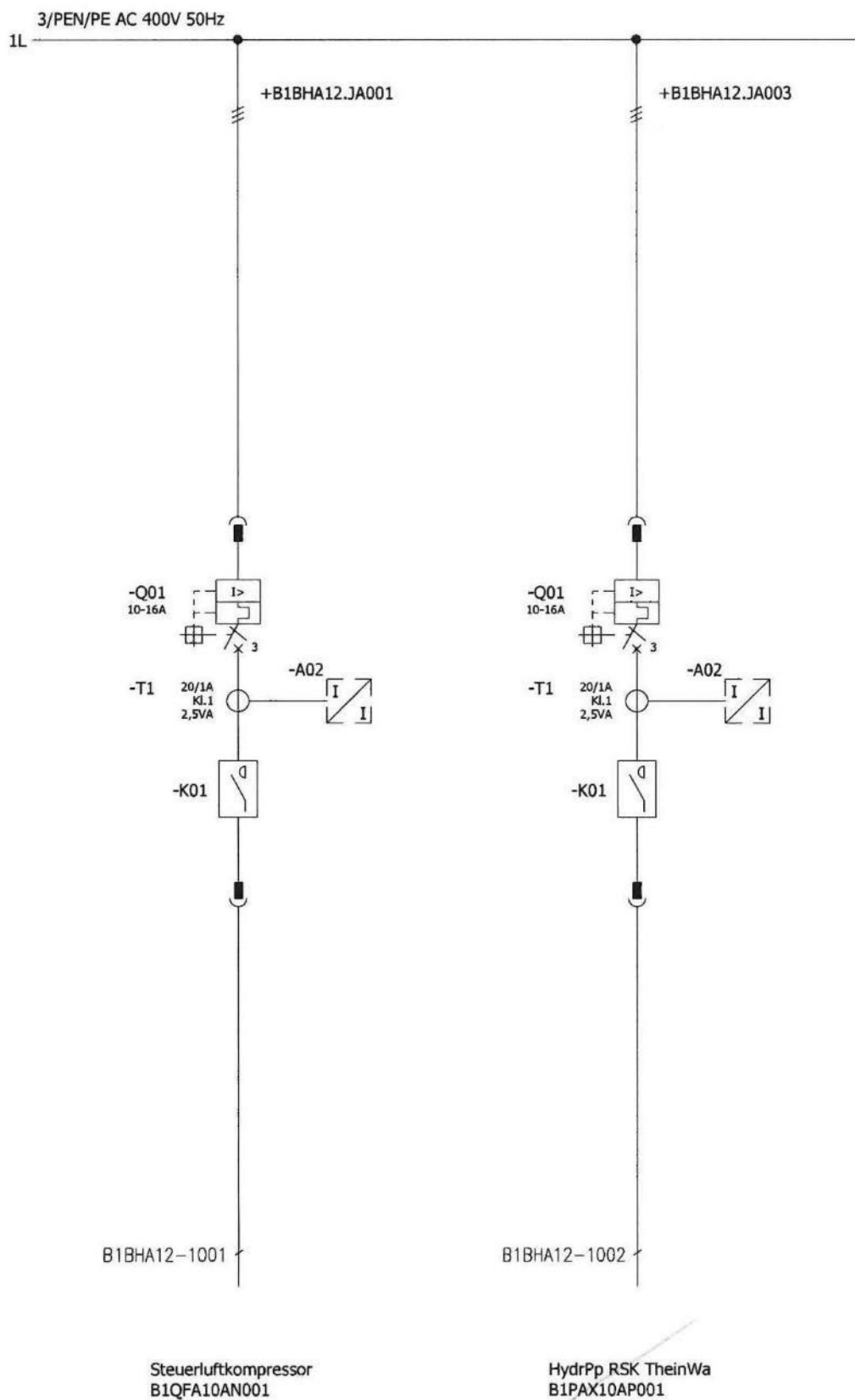
RM
EIN

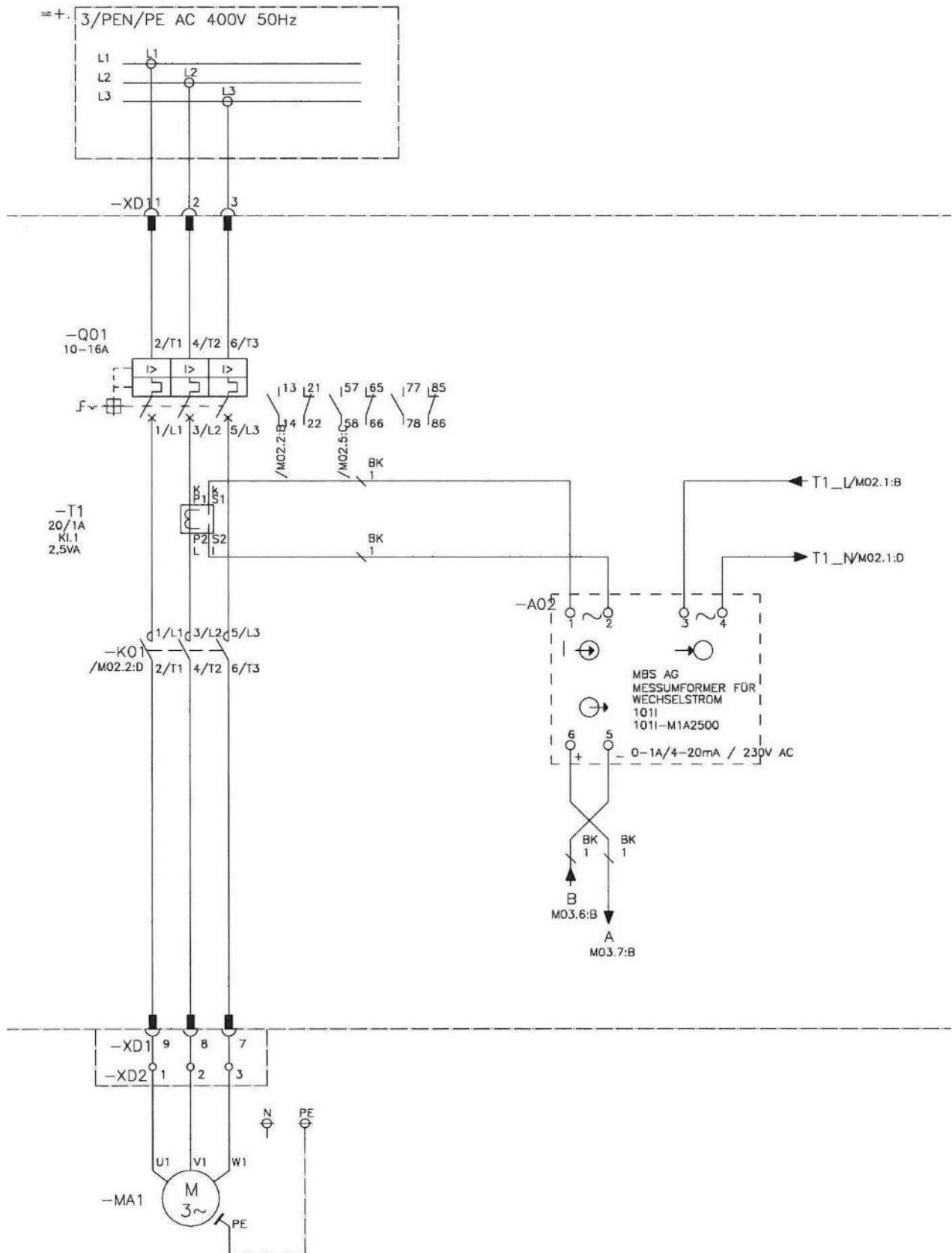
RM
TEST

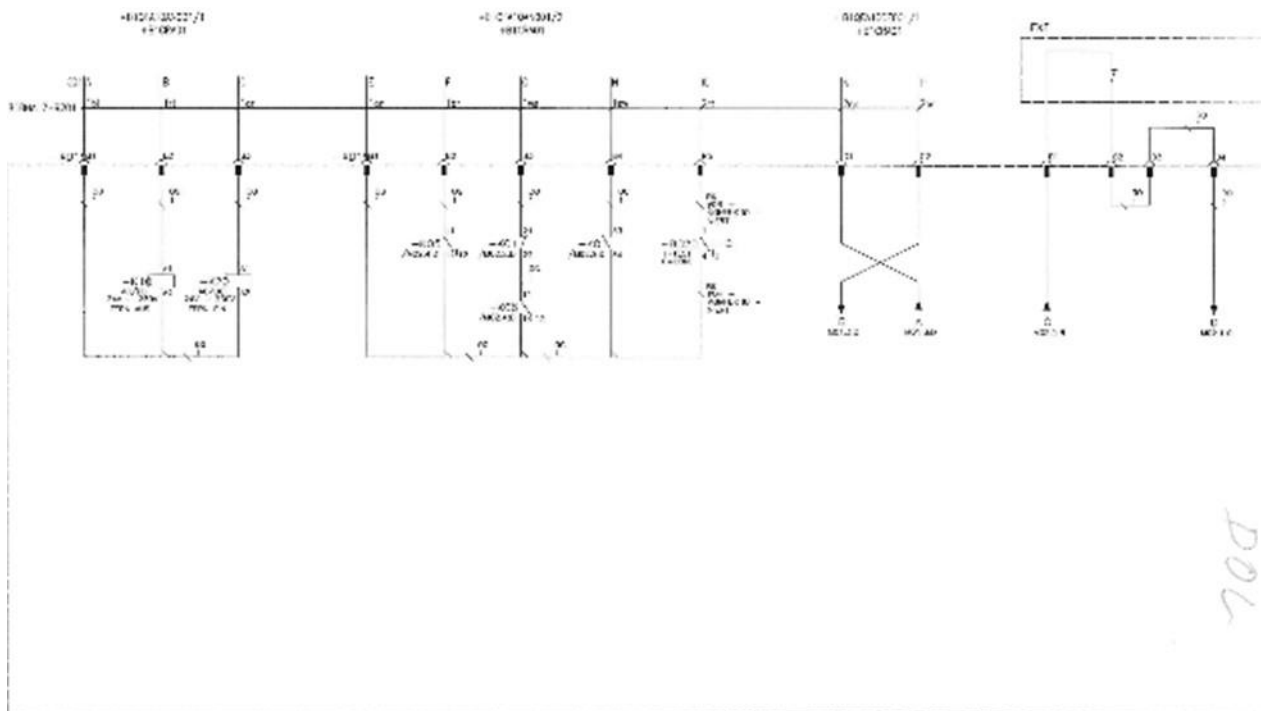
STROM
4-20mA

CUT-OFF

7. Typical: DOL







DOC

