WS 14010

Berliner Wasserbetriebe

Richtlinie | 08.10.2024

Technische Richtlinie EMSR – Anlagen für Klärwerke und OWA Tegel

Revision 2.5



Hr. Busse, PB-W/G/EA; Hr. Müller, TS-E; Hr. Pötsch, AE-T/L, Hr. Till, AE-T/L

Inhaltsverzeichnis

1 Änderungsübersicht 7

2 Einleitung 8

2.1 Anwendungsbereich 8
2.2 Vorschriften 9
2.3 Begriffe 9
2.4 Qualitätssicherung 10

3 Allgemeine Anforderungen 10

3.1 Allgemeines 10
3.2 Betriebssicherheit 12
3.2.1 Auswahl der Betriebsmittel 12
3.2.2 Übliche Fabrikate auf den Werken 12
3.2.3 Materialien 13
3.2.4 Schutz vor aggressiver Atmosphäre 14
3.2.5 Bauliche Anforderungen 14
3.2.6 Brandmelder 25
3.2.7 Fehlerlichtbogen-Schutzschalter (AFDD – Brandschutzschalter) 25

4 Schutzarten, Schutzmaßnahmen und Schutzvorkehrungen 26

4.1 Schutzarten 26
4.2 Schutz gegen elektrischen Schlag 27
4.2.1 Allgemeines 27
4.2.2 Basisschutz 27
4.2.3 Automatische Abschaltung der Stromversorgung 27
4.2.4 Doppelte oder verstärkte Isolierung 28
4.2.5 Schutztrennung 28
4.2.6 Kleinspannung SELV und PELV 28
4.2.7 Zusätzlicher Schutz 28
4.2.8 Fehlerschutz bei Frequenzumrichtern und USV-Anlagen 29
4.2.9 Erdungsanlage 29
4.3 Potentialausgleich 29
4.3.1 Schutzpotentialausgleich 30
4.3.2 Zusätzlicher Schutzpotentialausgleich 30
4.3.3 Potentialausgleich in Ex-Anlagen 31
4.3.4 Blitzschutz – Potentialausgleich 31
4.3.5 EMV – gerechter Potentialausgleich 31
4.4 Überspannungsschutz 31

4.5 Schutz gegen Auswirkungen eines Störlichtbogens 32

5 Energieversorgung 32
5.1 Stationäre Eigenerzeugungsanlagen 33
5.1.1 Allgemeines 33
5.1.2 Netznotstrombetrieb 34
5.1.3 Netzersatzbetrieb 34

6 Anforderungen an Schaltanlagen und Schaltschränke 34
6.1 Konstruktive Besonderheiten 34
6.2 Energieerfassung 36
6.2.1 Energieerfassung in verfahrenstechnischen Anlagen 36
6.2.2 Energieerfassung für Fremdverbraucher 36
6.2.3 Energieerfassung für elektrotechnische Betriebsmittel 37
6.3 Zugänglichkeit von Schaltanlagen und Schaltschränken 38
6.4 Innenverdrahtung 38
6.5 Überstromschutz 40
6.5.1 Allgemein 40
6.5.2 Schutz von Steuer- und Messstromkreisen 41
6.6 Erdungs- und Kurzschließvorrichtung (EuK) 42
6.7 Mittelspannungsanlagen 42
6.7.1 Allgemein 42
6.7.2 Farbgebung der MS – Schaltschränke 43
6.7.3 Luftisolierte MS – Schaltanlagen (Vorzugsvariante) 43
6.7.4 Gasisolierte Anlagen 44
6.7.5 Sekundärtechnik 45
6.7.6 Verriegelungen Mittelspannung 46
6.7.7 Messungen in MS-Anlagen 47
6.7.8 Getrennte Aufstellung Mittelspannungsschaltanlage – Transformatoren (Vorzugsvariante) 48
6.7.9 Gemeinsame Aufstellung Mittelspannungsschaltanlage – Transformatoren 49
6.8 Niederspannungsanlagen 49
6.8.1 Niederspannungs - Netzformen 49
6.8.2 Allgemein 50
6.8.3 Niederspannungs – Hauptverteilungen 52
6.8.4 Steuerschränke- und Meldeschränke 63
6.8.5 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) 68
6.8.6 60 V DC – Anlagen 69
6.8.7 24 V DC – Anlagen 70
6.8.8 Batterien 70
6.8.9 Ortssteuerstellen (OSS) 71
6.8.10 Zentrale Klemmenkästen (ZKK) im Außenbereich 73

6.8.11 Reparaturschalter 73
6.8.12 Not-Halt / Not-Aus - Stromkreise 74

7 Transformatoren 74
7.1 Netztransformatoren 75
7.2 Verteilungstransformatoren 75

8 Antriebstechnik 76
8.1 Motoren 76
8.1.1 Allgemeines 76
8.1.2 Anlassarten 77
8.2 Stellantriebe 77
8.3 Generatoren 77
8.4 Frequenzumrichter 78
8.4.1 Allgemein 78
8.4.2 Montage von Frequenzumrichtern 79
8.4.3 Antriebsstreckenauslegung Kreiselpumpe – Asynchronmotor – FU 80
8.4.4 Auswahl von Motoren für FU-Betrieb 80
8.4.5 Oberschwingungen 81
8.4.6 Anschluss FU - Motor 81

9 Automatisierungstechnik 81
9.1 Prozessleitsystem 81
9.2 Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) 81
9.3 Kommunikation/BUS-Systeme für Feldebene 82
9.4 Schaltanlagenautomatisierung 82
9.5 Gebäudeautomatisierung 82

10 Messtechnik 82
10.1 Wichtige Richtlinien 82
10.2 Allgemein 83
10.3 Ausführung 83
10.4 Spannungsversorgung 84
10.5 Signalübertragung 84
10.5.1 Binäre Signale 85
10.5.2 Analoge Signale 85
10.5.3 Übertragung per BUS 85
10.6 Messumformer 85
10.7 Analytik 86

11 Kommunikationsanlagen 86

12 Installationsanlagen 86
12.1 Allgemein 86
12.2 Steckdosenstromkreise 86
12.2.1 Steckdosenkombinationen 87
12.3 Innenraumbeleuchtungsanlagen 87
12.3.1 Ersatzbeleuchtung zum Verlassen der Arbeitsstelle 88
12.3.2 Sicherheitsbeleuchtung 88
12.4 Außenbeleuchtungsanlagen 88

13 Kabel, Leitungen, Kabeltragsysteme 89
13.1 Allgemeines 89
13.2 Zulässiger Spannungsabfall 90
13.3 Verlegung 91
13.3.1 Allgemeines 91
13.3.2 Einleiterkabel 92
13.4 Materialien 93
13.5 Bevorzugte Kabeltypen 93
13.6 Kabeleinführungen/Anschlüsse 93
13.7 Kennzeichnung/Beschriftung von Kabeln und Leitungen 94
13.7.1 Kennzeichnung Neutralleiter 94
13.7.2 Aderkennzeichnung innerhalb von Niederspannungskabel 94
13.7.3 Kennzeichnung von eigensicheren Kabeln und Leitungen 95

14 Baustrom 95

15 Anlagenkennzeichnungssystem, Schilder 96
15.1 Anlagenkennzeichnungssystem (AKS) 96
15.2 Schilder 96
15.2.1 Allgemeines 96
15.2.2 Schilder für ausgenommene Stromkreise 96

16 Dokumentation 97
16.1 Allgemein 97
16.2 Zu übergebene Unterlagen 97
16.3 A-, U-, V,- M- und Kabellisten 100

17 Prüfungen, Inbetriebsetzung, Inbetriebnahme 100

18 Probebetrieb 101

19 Ersatzteile/Wartungsangebot 101

20 Ansprechpartner 102

Anlagen 103

Anlage 1 BWB-EMSR – Richtlinien (Kap. 2.2) 104
Anlage 2 Transformatorkammer (Kap. 3.2.5.3) 105
Anlage 3 Signalübertragung zum Verteilnetzbetreiber am Beispiel der E.DIS (Kap. 5.1) 106
Anlage 4 Zentral geerdetes TN – Netz (Kap. 6.8.1) 107
Anlage 5a Netzkonzept Energieverteilung MS – NS mit Leittechnik (Kap. 6.8.2.1) - siehe Normendatenbank WS 14627 108
Anlage 5b Netzkonzept Energieverteilung für allgemeine Verbraucher (Kap. 6.8.2.1) -siehe Normendatenbank WS 14628 109
Anlage 5c Netzkonzept Energieverteilung mit redundanter Einspeisung Verfahrenstechnik, allg. Verbraucher (Kap. 6.8.2.1) siehe Normendatenbank WS 14629 110
Anlage 6a Musterschaltung MCC - Einrichtungsantrieb (Kap. 6.8.3.7) 111
Anlage 6b Musterschaltung MCC - Zweirichtungsantrieb (Kap. 6.8.3.7) 112
Anlage 6c Musterschaltung MCC - NH-Sicherungsabgang (Kap. 6.8.3.8) 113
Anlage 7 Blindstromkompensation, Strompfadverschaltung bei Paralleleinspeisung (Kap. 6.8.3.11) 114
Anlage 8.1 Prinzipschaltbild USV – Anlage Einfacheinspeisung (Kap. 6.8.5.1) 115
Anlage 8.2 Prinzipschaltbild USV – Anlage parallel redundant (Kap. 6.8.5.2) 116
Anlage 9 Prinzipschaltbild Beleuchtungsverteilung Normalspannung - USV – Anlage (Kap. 12.1, 12.3) 117
Anlage 10 Beispiel einer Übereinstimmungserklärung (Kap. 13.3.1) 118

Verzeichnis der Tabellen 119

Verzeichnis der Abbildungen 120

1 Änderungsübersicht

Datum	Rev.	Kap.	Beschreibung	Quelle
25.07.2023	2.4	3.2.5	Druckberechnung für NS-Räume werden nur noch in Ausnahmefällen gefordert, da: in den Normen nicht vorgesehen, keine allgemeinen Berechnungsprogramme vorhanden.	PB-W/G/EA
08.04.2024	2.4	3.2.5.7	Zugelassene Farbgebung für Doppelbodenplatten eingeführt.	PB-W/G/EA
20.10.2023	2.4	3.2.5	Es sind nur RCDs mit min. 48 monatiger Betätigung der Prüftaste einzusetzen.	Till
20.10.2023	2.4	4.3.13.2.5	Ergänzungen/Präzisierungen für die Anwendung eines Schutzpotentialausgleich.	Till
05.04.2024	2.4	5.1	Stationäre Eigenerzeugungsanlagen: Unterscheidung Netznotstrom- und Netzersatzbetrieb	Till
05.04.2024	2.4	6.1	Schaltschrank-Anreihungen sind mit Schottwänden ausführen.	Müller
15.08.2024	2.4	6.5.1	Es sind nur Leitungsschutzschalter mit der Energiebegrenzungsklasse 3 einzusetzen.	Till
16.08.2024	2.4	6.8.3	Bezeichnung „Niederspannungs-Hauptverteilungen“ präzisiert.	
31.05.2023	2.4	6.8.2.1 6.8.3.7	Energieeinspeisungskonzept überarbeitet: Generell keine MCC-Einschübe in NS-Hauptenergieverteilungen → Steuerungskomponenten der Antriebe werden in ausgelagerten Schaltschränken integriert.	Alle

Datum	Rev.	Kap.	Beschreibung	Quelle
	2.4	3.2.5.10	Neue EltBauVO Brandenburg und BbgFeuVs und die Auswirkungen auf Batterieräume.	PB-W
	2.4	6.8.4.1	Netztrenneinrichtungen in Schaltschranktüren sind nur bis 63 A zugelassen.	TS-E
16.08.2024	2.4	6.8.2.2	Farbgebung FU-Schränke	Alle
16.08.2024	2.4	6.8.8.1	In Batterieräumen sind nur die Batterie-Bauart „geschlossen“ zu verwenden.	Till/Müller
06.06.2023	2.4	12.4	Verweis auf den Werksstandard "ökologische Außenbeleuchtung“ - WS 15950	PB-S
30.01.2024	2.5	8.1.1, 8.4.1	Neue Energieeffizienzsklassen für Motoren und FUs	PB-W/V/A, Hr. Eichler
23.05.2024	2.4	8.2, 10.5.3, 6.8.3.10 und andere	Präzisierungen Einsatz ProfiNet, als bevorzugter Feldbus	AE-T/L, Hr. Loth

2 Einleitung

2.1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie behandelt allgemeine Hinweise und spezielle Anforderungen der EMSR-Technik für die Abwasserreinigung der Berliner Wasserbetriebe. Ebenfalls erläutert sie die Zusammenhänge zu anderen Richtlinien.

Die Richtlinie wendet sich in erster Linie an EMSR-Planer, die einzelne, für sie zutreffende, Themen in ihrer Planung zu berücksichtigen haben. Daneben sind auch spezielle Ausführungsvorschriften benannt, die durch die ausführenden Firmen angewendet werden müssen.

2.2 Vorschriften

Die Planung und Ausführung der EMSR-Anlagen muss den anerkannten Regeln der Technik sowie allen einschlägigen Vorschriften, Normen, Bestimmungen, Regeln und Richtlinien genügen. Allgemein zu berücksichtigen sind z. B.:

- EN, IEC, DIN, VDE, DWA, VDI
- Explosionsschutzverordnung
- Arbeitsstättenrichtlinien, Betriebssicherheitsverordnung und den sich daraus ableitenden Technischen Regel für Betriebssicherheit (TRBS . . .)
- Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften BGV, GUV,
- Landesbauordnungen
- Bundesemissionsgesetz (siehe auch die innerbetriebliche Regelung zur Anzeige von HF- und NF-Anlagen)
- Niederspannungsrichtlinie, Maschinenrichtlinie
- Verwendungsverbote und Verwendungsbeschränkungen von Baustoffen der Berliner Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen (siehe Kapitel 3.2.3)

Weitere interne Richtlinien und Qualitätsanforderungen:

- Einheitsschaltpläne für Einschübe von Niederspannungsschaltanlagen
- Kommunikations-Richtlinie
- SPS-Richtlinie
- Projektierungs-Handbücher PCS7
- Standardschaltungen für Schieberantriebe
- Anlagenkennzeichen für Klärwerke (für KW Ruhleben innerhalb der „E-Normen KW Ruh“)
- Sigraph-Richtlinie
- BWB – AUTOCAD - Standards
- Dokumentationsrichtlinie
- Notstromversorgung für Abwasserpumpwerke (gilt generell auch im Klärwerksbereich)

Der Zusammenhang zwischen der vorliegenden EMSR-Richtlinie und wichtigen mitgeltenden BWB-Richtlinien wird im Schema „BWB-EMSR-Richtlinien“ symbolisiert (Anlage 1).

Der Auftragnehmer hat mit der zuständigen Elektro-Abteilung (Energietechnik oder Prozessleittechnik) auch die ergänzenden Richtlinien, Prinzipschaltungen oder Referenzunterlagen umzusetzen.

2.3 Begriffe

AG:	Auftraggeber	In der Regel die Fachabteilung PB-W/G
AN:	Auftragnehmer	Ausführendes Unternehmen

Betreiber:	Organisationseinheit (OE) Abwasserentsorgung (AE), in der Regel der Projektverantwortliche (PV), kann aber auch die verantwortliche Elektrofachkraft AE oder der Anlagenverantwortliche der Organisationseinheit Technischer Service (TS-E) sein

Begriffe der Energieerzeugung bei Vorhandensein eines BHKW, Mikrogasturbine Turbogenerator, Windkraftanlage, PV-Anlagen

Erzeugung:	Komplette Wirkarbeit und –leistung die der Generator erbringen kann (negative Zählung im 4-Quadrantenzähler)
Eigenbedarf:	Der Anteil der erzeugten Wirkarbeit oder Leistung, der für den Betrieb des Aggregates nötig ist (positive Zählung im 4-Quadrantenzähler).
Einspeisung:	Der Anteil an Wirkarbeit oder Leistung, der „verfügbar“ ist und in das vorgelagerte Netz (meist Klärwerksnetz) eingespeist wird (negative Zählung im 4-Quadrantenzähler).

(Erzeugung – Eigenbedarf = Einspeisung)

Lieferung:	Der Anteil an eingespeister Energie, der in das öffentliche Netz eingespeist

2.4 Qualitätssicherung

Um einen regelkonformen Aufbau einzelner Anlagen sicherzustellen, müssen Anlagen vor Inbetriebnahme durch Sachverständige abgenommen werden:

- Ex-Anlagen sind Gewerke übergreifend zu prüfen. Verantwortlich ist die Verfahrenstechnik.
- Geforderte Sicherheitsbeleuchtungen und Brandmeldeanlagen sind vorzugsweise vom, bereits am Standort aktiven, Sachverständigen zu begutachten.

Die Abstimmung der Planungsergebnisse mit dem Sachverständigen, der später die Abnahmen durchführen soll, ist anzuraten.

3 Allgemeine Anforderungen

3.1 Allgemeines

Alle zutreffenden Vorgaben dieses Kapitels sind im Leistungsverzeichnis (LV) zu berücksichtigen.

Bei Planung und Ausführung der EMSR-Technik sind Bedingungen eines rauen Betriebes der Abwasserreinigung zu beachten. Schwierige Betriebsbedingungen wie z.B. Wasser, Abwasser, Aerosolnebel, verstärkte mechanische Schwingungen usw. sowie die teilweise Errichtung der Anlagen im Freien. Insbesondere wird auch auf erhöhte Korrosionsgefahren hingewiesen, die durch das Austreten von (Schwefelwasserstoff) H_2S aus dem Abwasser verursacht wer-

den. EMSR-Anlagen und Betriebsmittel sind entsprechend den Einsatzbedingungen so auszuwählen, dass sie allen auftretenden Einwirkungen betriebssicher standhalten, ggf. ist vom Hersteller die Eignung zu bestätigen.

Die in dieser Technischen Richtlinie zusammengestellten Anlagenanforderungen, sind grundsätzlich für alle Anlagen zu beachten. Die Spezifikation ist jedoch kein Normenkatalog, der ohne Berücksichtigung örtlicher Situationen bedingungslos angewandt werden kann. Die Forderungen können zwangsläufig nur in den Fällen zur Anwendung kommen, in denen die beschriebenen bzw. geforderten elektrotechnischen Einrichtungen zum jeweiligen Lieferumfang gehören. Mittel- und Niederspannungsschaltanlagen, Netzersatz-, Notstrom- und USV-Anlagen sowie Prozessleitsysteme sind in jedem Falle hinsichtlich Ausführung und Umfang mit dem AG zweckentsprechend und sinnvoll abzustimmen.

Alle Anlagen sind nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu erstellen, überflüssige Kosten und Investitionen sind zu vermeiden. Grundsätzlich sind kostengünstige, industriell gefertigte Serienprodukte einzusetzen und auf Sonderanfertigungen ist zu verzichten.

Alle Befestigungsmaterialien, Kleinmaterial, Klemmen, Verdrahtungskanäle, Bezeichnungsmaterial sind im Leistungsverzeichnis ggf. nicht separat aufgeführt und gehören jedoch zum Liefer- und Leistungsumfang.

Bevor der AN mit der Fertigung von durch ihn zu liefernden Komponenten oder Teilanlagen beginnt, sind verbindliche Ausführungs-/Konstruktionszeichnungen, auch für die Schaltanlage, dem AG zur Zustimmung vorzulegen (Werksplanung).

Alle zu liefernden Komponenten, Teilanlagen und Systeme sind mit Rücksicht auf die öffentliche Elektrizitätsversorgung und den sicheren Betrieb so zu gestalten und zu betreiben, dass Störungen in der Versorgung anderer Kunden oder in den Anlagen des VNB ausgeschlossen sind.

Es sind Schutzvorkehrungen gegen ein Überschreiten der bereitgestellten Leistung sowie gegen störende Beeinflussung des Netzes, insbesondere durch unzulässig hohe Stromstöße, Oberwellen, unzulässig hohen Blindstrom und gegen Kurzschlussströme zu treffen.

Es sind nur Teile, Werkstoffe und Zubehör, die den DIN-, VDE-Vorschriften und der TAB des zuständigen VNB sowie in Deutschland gültigen Europanormen entsprechen, zu verwenden. Der AG behält sich grundsätzlich die Bemusterung der Gleichwertigkeit von Materialien und Geräten vor.

Anlagen sind mit rd. 20 % Reserve auszurüsten. Dies bezieht sich im Wesentlichen auf Steuerschränke, Schaltanlagen und Kabelwege, aber auch auf Räume und installierte Leistung sowie Verteilungen.

Schaltschränke, Klemmkästen, Abzweigdosen sind generell an gut zugänglichen Orten zu platzieren. Abzweigdosen, Klemmkästen in Doppelböden und abgehängten Decken sind in der Regel nicht zulässig. Ist dies nicht zu vermeiden, muss ein Hinweis an einzusehender Stelle angebracht werden.

Elektrische Betriebsräume, Leitstände und Warten sind mit PVC-freien, ableitfähigen Installationsdoppelböden auszurüsten. Werte der Höchstableitwiderstände siehe Kap. 3.2.5.7.

Berücksichtigung von Brandabschnitten im Gebäude, siehe Kap. 3.2.5.8.

Bei Umbauten bestehender Anlagen/Maschinen sind sämtliche, nicht mehr benötigten Komponenten im Schaltschrank bzw. in der Peripherie zu demontieren und die Dokumentation entsprechend zu berichtigen.

Überlassene Unterlagen dürfen ohne Erlaubnis des Auftraggebers weder kopiert noch dritten Personen zugänglich gemacht oder anderweitig ausgewertet werden.

Während der Gewährleistungsphase muss für Instandsetzungsarbeiten ein Kundendienst des Lieferanten kurzfristig zur Verfügung stehen. Diese Frist muss als verbindliche Terminzusage Bestandteil des Angebots sein.

3.2 Betriebssicherheit

Die EMSR-Anlagen sind robust und störungsarm zu planen und auszuführen. Bei der Planung aller Räume ist auf leichte Einbringmöglichkeiten der EMSR-Anlagen zu achten, ebenso wie auf spätere Erweiterungen bzw. leichten Austausch von Anlagenteilen. Anlagenteile und Betriebsmittel sollen so beschaffen sein, dass Wartungsarbeiten auf ein Minimum beschränkt sind. Grundsätzlich ist bei der Planung zu berücksichtigen, dass Wartungsarbeiten an Mittelspannungs- und Niederspannungshauptverteilungen nicht zur Abschaltung führen. Notwenige Abschaltungen an verfahrenstechnischen Anlage sind mit dem Betreiber abzustimmen.

Sofern die verfahrenstechnische Anlage in einzelne Straßen (Linien) d. h. verfahrenstechnische Blöcke aufgeteilt ist, sind die EMSR-Anlagen ebenfalls nach Straßen aufzubauen. Die Straßen müssen dann unabhängig voneinander funktionieren. Daraus folgt, dass Anlagenteile, die nur einmal bzw. übergeordnet vorhanden sind, funktionell nicht einer Straße zugeordnet werden dürfen. Diese Konzeption ist auf allen Ebenen der EMSR-Technik zu beachten, bei Schaltanlagen ebenso wie in der Prozessleit- und Messtechnik.

Brandabschnitte sind aus dem Brandschutzkonzept zu entnehmen.

3.2.1 Auswahl der Betriebsmittel

Es dürfen nur elektrische Betriebsmittel eingesetzt werden, die mit Werkzeugen nach VDE oder DIN montiert und gewartet werden können. Diese dürfen nur im Originalzustand und ohne jegliche Veränderung eingebaut werden. Unzulässig sind z. B. Aufbohren von Befestigungslöchern oder das Entfernen von Gehäuseteilen. Die Aufbau- und Installationsvorschriften der Geräte- und System-Hersteller sind einzuhalten.

3.2.2 Übliche Fabrikate auf den Werken

Für besondere Betriebsmittel sind die üblichen Fabrikate der Standorte zu beachten.

Betriebsmittel	Fabrikat/ Typ
Prozessleitsystem Klärwerke	Siemens PCS 7
SPS	Siemens S7 Weitere Kenndaten, siehe „Technische Richtlinie SPS“
Bedien- und Beobachtungspanel für SPS	Siehe „Technische Richtlinie SPS“
BUS-System Kopplung PLS – SPS, PLS – periphere Betriebsmittel, SPS – periphere Betriebsmittel	Siehe „Technische Richtlinie Kommunikationssysteme in der Automatisierungstechnik“ in der Normen-Datenbank
Frequenzumrichter	In Abhängigkeit vom Standort: • Münchehofe (Mhf), Ruhleben (Ruh), Stahnsdorf (Std): SINAMICS • OWA Tegel (OWA), Schönerlinde (Schl), Waßmannsdorf (Was): Danfoss
Durchflussmessungen	ABB oder gleichwertig
Druckmessungen	VEGA Grieshaber KG (im eProcurement gelistet)
Pegelmessungen	VEGA Grieshaber KG (im eProcurement gelistet)
DDC (Heizung, Klima, Lüftung)	Kieback & Peter DDC4002 oder DDC420

3.2.3 Materialien

Materialien, die vollhalogenierte oder teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW, HFCKW, CFCl) enthalten oder unter Verwendung dieser Stoffe hergestellt wurden, sind im Innenbereich nicht anzuwenden. Ausnahme: Wenn nicht sichergestellt werden kann, dass sich die Materialien dauerhaft außerhalb von Flüssigkeiten befinden sind diese zugelassen.

Der Einsatz halogenierter Materialien im Außenbereich wird für die BWB zugelassen, wenn die Materialien UV-Strahlungen ausgesetzt sind oder dauerhaft in Flüssigkeiten liegen.

Bei Kabeln erfolgt der Übergang in den halogenfreien Bereich am ersten planmäßigen Klemmenpunkt innerhalb des Gebäudes. Ein extra Klemmenkasten ist nicht erforderlich.

Alle Materialien, die mit belasteten Medien in Berührung kommen (z. B. Befestigungsschrauben, Muttern, Ankerdübel, Unterlegscheiben etc.), sind aus dem V4A-Werkstoff Nr. 1.4404 oder alternativ 1.4571.[1]

3.2.4 Schutz vor aggressiver Atmosphäre

Als Schutz gegen aggressive Umgebungsluft sind in erster Linie geeignete Materialien anzuwenden. Darüber hinaus müssen Betriebsmittel und Steuerschränke gegebenenfalls mit sauberer, evtl. gefilterter Luft versorgt werden (falls erforderlich: Aktivkohlefilter), im Einzelfall sind gasdichte Betriebsmittel einzusetzen.

Elektrische Betriebsräume und ggf. Schalt- und Messschränke in der Peripherie, sind vor korrosiver Belastung zu schützen.

3.2.5 Bauliche Anforderungen

Siehe auch in Kap. 3.2.5.4 die Vorgaben über die gemeinsame Aufstellung von MS- und NS-Anlagen in einem Raum.

Wenn Fenster in elektrischen Betriebsräumen erforderlich sein sollten, sind diese auf der Nordseite anzuordnen.

Wasserleitungen und Heizleitungen in elektrischen Betriebsräumen sind zu vermeiden. Ausnahmen sind mit der örtlichen verantwortlichen Elektrofachkraft abzustimmen.

Grundsätzlich ist von Dachöffnungen, z.B. um Tageslicht zu nutzen, zu entrauchen oder für andere Zwecke, abzusehen. Falls sie doch erforderlich sind, dürfen sie nicht über Schaltschränken angeordnet werden.

Die Druckfestigkeit ist für einen Kurzschlussfall in einem mit Mittelspannungsschaltanlagen ausgerüsteten Raum nachzuweisen.[2] Druckentlastungsöffnungen sind nach den Ergebnissen der Berechnungen im Gebäude einzuplanen.

Türen von elektrischen Betriebsräumen sind mit Panikschlössern auszustatten und öffnen nach außen. Die Schlösser werden für den Einbau von Profilzylinder des jeweiligen E-Schließkreises bzw. für ein elektronisches Schließsystem vorbereitet.

Die Betonfußböden sind mit einem staubbindenden Anstrich zu versehen. Das gilt auch für Fußbodenkanäle.

Räume, zu denen Verteilnetzbetreiber - Personal (VNB – Personal) Zutritt haben muss (siehe TAB des VNB), sind direkt von außen zugänglich. Die entsprechenden Zugangstüren und ggf. die Toreinfahrt sind mit einer Doppelschließung zu versehen.

---

1 beide Stähle sind mischbar, d.h. es gibt keine Korrosionsprobleme

2 Für Räume mit Niederspannungsschaltanlagen sind keine normativen Berechnungen vorhanden. Sie werden nur in besonderen Fällen gefordert.

Die Aufstellung von Schalt- und Messschränke mit Sichtfenster und/oder Ableseinstrumente in der Peripherie, hat vorzugsweise in Richtung „Nord“ zu erfolgen. Natürliche Beschattungen sind zu nutzen.

3.2.5.1 Be- und Entlüftung

Auf Grundlage von Wärmeberechnungen ist eine für den Anwendungsfall möglichst optimale Lüftungsart auswählen.

a) Mechanische Zulufteinbringung

- die Innentüren der E-Räume dreiseitig dichtend auszuführen (als Abluftöffnung ist die untere Türfuge offen zu lassen)
- Zulufteinbringung in den E-Raum erfolgt mit minimalem Volumenstrom über einen Sorptionsfilter
- Zulufteinbringung unter Beachtung der Hauptwindrichtung

b) Umluft-Kältegeräte

- Diese Geräte sind reine Umluftgeräte und tragen keine Außenluft in den Raum hinein. Bevorzugt kommen, im Sinne der Verfügbarkeit, je E-Raum zwei teilredundante Kältegeräte (z.B. 2x 70%) zum Einsatz kommen.
- Die Innentüren der E-Räume sind allseitig dichtend auszuführen.

Die Umgebungstemperaturen wurden wie folgt festgelegt:

- Räume mit Batterien +8°C bis +25°C
- Übrige Innenräume mit elektrotechnischen Komponenten, wenn nicht gesondert gefordert: +5°C bis +40°C

3.2.5.2 Erstausrüstung eines elektrischen Betriebsraums:

Gegenstand	Bemerkung
Warnschild "Hochspannung Lebensgefahr für: Hochspannung- und Mittelspannung, Zugangstüren außen	
Warnschild "Starkstrom, Lebensgefahr" für: Niederspannungsanlagen, Zugangstüren außen	Auch auf Schaltschränken außerhalb von elektrischen Betriebsräumen.

Gegenstand	Bemerkung
	
Verbotsschild „Zutritt für Unbefugte verboten“ für: abgeschlossene Hoch,- Mittel- und Niederspannungsräumen, an Zugangstüren außen	
Verbotsschild „Kein Zutritt für Träger von aktiven Implantaten“ für: Hochspannungsräumen, an Zugangstüren außen	
Verbotsschild „Kein Zutritt für Träger von aktiven Implantaten“ mit Zusatzschild „30 cm Abstand von den Schaltanlagen“ für: abgeschlossene Mittel- und Niederspannungsräumen, an Zugangstüren außen	 30 cm Abstand von Schaltanlagen
Magnetschild „Arbeitsgrenze“	
Hinweisschild Feuerlöscher an Zugangstüren außen	
Hinweisschild Feuerlöscher am Feuerlöscherstandort	
Magnetschilder "Nicht Schalten"	 

Gegenstand	Bemerkung
Magnetschilder "Geerdet und kurzgeschlossen"	
Hinweisschilder Erste-Hilfe – Maßnahmen	Jeweils für elektrische und allgemeine Unfälle
Doppelbodenplattenheber	
Feuerlöscher **Anzahl gem. Brandschutznachweis**	
Betätigungsstange für HH-Sicherungen	Optional
3-polige Erdungs- und Kurzschließvorrichtung	Bei Traforäumen immer, sonst optional
Erdungsstange	Optional
elektrisch isolierte Stehleiter	in Abstimmung mit dem Anlagenverantwortlichen
Flucht- und Rettungswegeplan	
Gebotsschild 5 Sicherheitsregeln	
Übersichtsschaltplan Gesamtnetz	
Übersichtsschaltplan der elektrischen Anlagen vor Ort	
1 Tisch	Optional
2 Stühle	Optional
Aktenschrank	Optional

Gegenstand	Bemerkung
Rollschrank	 Beispiel: Stumpf Metall GmbH Best.-Nr. 3091107 (lichtgrau/lichtgrau)
Schnurgebundenes Telefon	
Akku-LED - Handscheinwerfer Ex-Ausführung mit den Funktionen (Weitstrahler/Arbeitslicht/Stand-licht)	Fabr.: Gifas, Typ: „Flash LED-EX" mit Ladestation 230V AC
Spannungsprüfer	Für Mittelspannungsanlagen, richtet sich nach der jeweiligen Spannungsebene, aber immer mit optischer und akustischer Anzeige. <u>Empfehlungen:</u> • Bemessungsspannung: 6 -20 kV Hersteller/Typ: Dehn/ • Bemessungsspannung: 10 kV Hersteller/Typ: Dehn/
Arbeitsschutzhelm mit Visier	z: B: Fa. Dehn, Elektriker-Schutzhelm ESH1000SO (Farbe Orange) und Schutzschirm mit Steckclip und Kinnschutz AP-SCL2SC
NH-Griff mit Stulpenhandschuh	Optional

3.2.5.3 Räume für Niederspannungsschaltanlagen

Jeder Sammelschienenabschnitt einer NS- Anlage wird in einem separaten abgeschlossenen feuerhemmenden elektrischen Betriebsraum aufgestellt, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Ein Störfall (z.B. Feuer od. Störlichtbogenereignis) an der NS-Anlage, der zu einem langanhaltenden (> 3 Tage) Ausfall relevanter verfahrenstechnischen Anlagen mit gravierende Einschränkungen für den Klärwerksbetrieb[3] führen könnte und
- die Betriebsströme der Sammelschienen können Ströme > 250 A führen.

Automatisierungsgeräte, die Verbraucher beider Sammelschienenabschnitte steuern oder regeln, sind in einem separaten feuerhemmenden Betriebsraum unterzubringen.

3.2.5.4 Mittelspannungsräume

Jeder Sammelschienenabschnitt einer MS - Anlage wird in einem separaten abgeschlossenen feuerhemmenden elektrischen Betriebsraum aufgestellt, wenn folgende Bedingung erfüllt ist:

- Ein Störfall (z.B. Feuer od. Störlichtbogenereignis) an der MS-Anlage, der zu einem langanhaltenden (> 3 Tage) Ausfall relevanter verfahrenstechnischen Anlagen mit gravierende Einschränkungen für den Klärwerksbetrieb[4] führen könnte.

Darüber hinaus ist zu beachten:

- Die bauliche Ausführung von Räumen für Schaltanlagen hat in Anlehnung an die AGI-Arbeitsblätter J12 zu erfolgen. Diese können bei den BWB angefordert werden. Türenabmessung für Schaltanlageneinbringung (MS+NS) Höhe = 2,5 m, Breite =2,0 m.
- In Mittelspannungsräumen dürfen Leitungen und Einrichtungen, die nicht unmittelbar zum Betrieb der jeweiligen elektrischen Anlagen erforderlich sind, nicht vorhanden sein.[5] Das heißt u.a., dass NS-Anlagen zur Versorgung und Steuerung verfahrenstechnischer Betriebsmittel nicht zugelassen sind.
- Raumabschließende Bauteile elektrischer Betriebsräume für Schaltanlagen mit Nennspannungen über 1 kV, ausgenommen Außenwände, sind feuerbeständig auszuführen.
- In Abhängigkeit von der Höhe des Kurzschlussstroms und den räumlichen Verhältnissen sind für die bauplanende Abteilung rechtzeitig Vorgaben für eventuell notwendige Druckentlastungsöffnungen zu machen.
  - Innentüren: mindestens feuerhemmend, selbstschließend und rauchdicht; aus nichtbrennbaren Material
  - Außentüren: selbstschließend; aus nichtbrennbaren Material

3.2.5.5 Anforderung an Lüftung- und Kältetechnik

In Bearbeitung

---

[3] Innerhalb der Planung ist mit dem Betreiber die Wichtigkeit der verfahrenstechnischen Anlagen zu klären. Ein Umspannwerk fällt immer unter diese oberste Kategorie.

[4] Innerhalb der Planung ist mit dem Betreiber die Wichtigkeit der verfahrenstechnischen Anlagen zu klären. Ein Umspannwerk fällt immer unter diese oberste Kategorie.

[5] Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen (EltBauVO) für Berlin bzw. Brandenburg.

3.2.5.6 Transformatorräume

Musteraufbau siehe Anlage 2

Trafokammern sind vorzugsweise auf der Nordseite von Gebäuden anzuordnen.

Zu- und Abluftöffnungen befinden sich in derselben Wand.[6]

Raumabschließende Bauteile elektrischer Betriebsräume für Transformatoren mit Nennspannungen über 1 kV, ausgenommen Außenwände, sind feuerbeständig auszuführen.

Die bauliche Ausführung von Räumen für Transformatoren und Schaltanlagen hat in Anlehnung an das AGI-Arbeitsblatt J11 (können bei den BWB angefordert werden) und unter Beachtung der „Verordnung über den Bau Betriebsräumen für elektrische Anlagen (EltBauVO)“ zu erfolgen.

Folgende Kenndaten sind Grundlage einer Planung:

- Gewicht eines Transformators: _____ t
- Kabelraum unterhalb der Gehfläche >= 0,8 m (Kabelbiegeradius beachten)
- Der mittlere Abstand der Schienen für die Trafos muss _____ cm betragen. Schienenbreite ca. 15 cm, links und rechts 0,5 cm Aufkantung.
- Gehfläche in den Trafokammern aus verzinkten Gitterrosten (geklammert).
- Die Gitterroste dürfen eine max. Fläche von 0,75 x 1,0 m haben. Hintergrund: Die Herausnehmbarkeit nach der Trafomontage soll gegeben sein.
- Die Gitterroste werden mit schraubbaren Klammern justiert.
- Nach der Verlegung der Kabel (Mittelspannungs-, Niederspannungs- und Steuerkabel sowie Potentialausgleichsleitungen) müssen die Roste an den entsprechenden Durchtrittsstellen ausgeschnitten und mit verzinkten Aufkantungen von >10 cm Höhe als Trittschutz für die Kabel versehen werden.
- Im Bereich der Aussparungen sind keine Auflagewinkel zu montieren.
- Für die Zuführung der Kabel werden je Trafokammer drei Durchbrüche benötigt.
- Durchbruch für die MS-Kabel _____ cm x _____ cm
- Durchbruch für die NS-Kabel _____ cm x _____ cm
- Durchbruch für die Steuerleitungen _____ cm x _____ cm
- Die Zuluftöffnung je Trafokammer benötigt einen freien Lüftungsquerschnitt von _____ m². Die Abluftöffnungen je Trafokammer sind mit einem freien Lüftungsquerschnitt von 1,1 x Zuluftöffnung vorzusehen.
- Der Höhenunterschied zwischen Zu- und Abluftgitter muss >_____ m betragen. Je größer der Abstand, desto besser.

[6] Vermeidung von Schneeverwehungen und Verschmutzungen.

- Anforderungen an die Lüftungsgitter: stochersicher, kleintiersicher, schneesicher, günstiger Strömungsbeiwert.
- Im Falle eines Kurzschlusses in der Trafokammer, dürfen Personen, die sich in unmittelbarer Nähe der Trafokammeraußentüren aufhalten, nicht gefährdet werden (beispielsweise durch aufschlagende Türen oder thermische Auswirkungen eines Lichtbogens)
- Zuluftöffnungen im Keller
- Fläche der Druckentlastungsöffnungen _____ m².
- Die Trafokammeraußentüren sind mit Türfeststellern zu versehen.[7]
- Ein Anbieter für Lüftungsgitter und/oder Türen mit Lüftungsgittern ist z. B. die Fa. Betonbau GmbH, 31167 Bockenem.
- Maschenweite der Gittertüren ca. 40 x 40 mm.
- Die Trafokammeraußentüren sind in Abstimmung mit dem Betreiber zu beschriften. Schrifthöhe ca. 30 cm.
- Vor jeder Trafokammer wird eine Anlieferungsebene 2,5 x 2,5 m gebraucht, die das Gewicht der Trafos + 500 kg tragen kann.
- Der Zugang in die Trafokammern ist barrierefrei, also z.B. ohne Überwindung von Türschwellen, zu gestalten. Hintergrund: Das Herausrollen eines Trafos soll problemlos erfolgen können.
- Hinter den Trafokammeraußentüren sollen im Abstand von ca. 0,2 m nach außen öffnende Gittertüren (Maschenweite: 40 mm x 40 mm) montiert werden, die die gesamte Türöffnung abdecken. Lichte Breite im geöffneten Zustand >1,8 m, Höhe >2,20 m (weitergehende Ausführungshinweise und Verriegelungen der Türen siehe Kap. 6.7.8).
- Die Außenabmessungen der Transformatoren sind von einer Annäherungszone umgeben, in der, von der Gitterrostebene bis in eine Höhe von 2,20 m, keine Einbauten zugelassen sind. Kabel- und Schienenverbindungen sind außerhalb dieser Zone zu montieren. Die Mindestabstände siehe Tab. A.1 DIN VDE 0105-100:2015-10. Auf der Rückseite des Transformators dürfen die Mindestabstände auf 0,7 m reduziert werden.
- Türseitig ist die Grenze der Annäherungszone über die gesamte Breite durch eine rot/weiße Kette zu kennzeichnen. Zwischen Kette und Gittertüren ist über die gesamte Raumbreite ein freier Arbeitsbereich von 1,00 m vorzusehen.

3.2.5.7 Doppelböden

Höhe:	vorzugsweise 800 mm[8]
Bodenplattenmaß:	600 x 600 mm
Bodenbelag:	PVC-frei (z.B. Linoleum), grau-marmoriert

[7] Diese Regelung ist trotz der gegenteiligen Anforderung in der EltBauVO umzusetzen: Eine zuschlagende Tür beim Einlegen einer EuK kann für den Mitarbeiter lebensgefährlich sein.

[8] Bei Höhen < 800 mm ist ein sorgfältiger Kabeltrassenausbau und eine übersichtliche Kabelverlegung nicht mehr möglich.

Farbtöne: RAL 7035, 7038, 7040

Ableitwiderstand: 10^6 bis 10^7 Ω

Der Doppelboden ist, in der Regel, für eine Punktlast von 5000 N, bei Einsatz von Innentransformatoren oder Mittelspannungsschaltgeräten entsprechend höher, auszulegen.

Die zulässige Belastung ist auf einem Schild, jeweils in der Nähe der Eingangstüren, gut sichtbar anzugeben.

Die Unterkonstruktion besteht aus korrosionsgeschützten, höhenverstellbaren Stützen, die mit dem Rohfußboden verschraubt bzw. verklebt werden. Beim Verkleben ist die Verträglichkeit von Anstrich zur Staubbindung und dem Stützenklebstoff mit der Fachgruppe Bau abzuklären.

Auf die Stützen ist aus Hohlprofilen eine Tragekonstruktion aufzuschrauben, auf die die Bodenplatten elektrisch leitend und fixiert aufgelegt werden.

In Abhängigkeit von den zugelassenen Lasten ist im Bereich von Schaltschränken, insbesondere bei Mittelspannungs- und Niederspannungsverteilungen, eine Grundrahmenkonstruktion vorzusehen. Diese ist gemäß den Schaltschrankabmessungen unterteilt und mit den Gehbereichsflächen konstruktiv fest verbunden.

Alle Metallteile der Doppelbodenkonstruktion sind elektrisch leitend zu verschrauben. Die Gesamtkonstruktion ist in den Schutzpotentialausgleich der Gesamtanlage einzubeziehen.

Die Doppelbodenkonstruktion muss auch dann noch standsicher sein, wenn auf den Grundrahmenkonstruktionen bereits Schaltschränke stehen und alle Bodenplatten entfernt wurden.

Die Bodenplatten dürfen nicht locker, müssen untereinander beliebig auswechselbar und leicht einlegbar bzw. wieder herausnehmbar sein.

In Schalträumen, in denen sich Niederspannungs-Hauptverteilungen auf oder Mittelspannungskabel unter dem Doppelboden befinden, sind die Bodenplatten zu verschrauben.

Für den Montagezeitraum im E-Raum sind provisorische Bodenplatten (z.B. gebrauchte Platten) in identischen Abmessungen und Qualität für das sichere Begehen des Doppelbodens zu verlegen. Die endgültigen neuwertigen Bodenplatten werden erst nach Abschluss aller Montagearbeiten verlegt, um Beschädigungen vorzubeugen.

3.2.5.8 Brandschutztechnische Anforderungen

Öffnungen von elektrischen Betriebsräumen zu anderen Räumen, sind brandtechnisch zu verschließen. Brandschutzkissen sind für zeitlich begrenzte Schottungen einzusetzen. Der Hersteller muss eine Übereinstimmungserklärung der Dokumentation beilegen und an der Schottung ebenfalls den Nachweis anbringen.

3.2.5.9 Erdungsanlagen

Nach DIN VDE 0100-540, 542.1.1, ist in TN-Systemen ein Fundamenterder für alle neuen Gebäude zu errichten. In unterirdischen Schächten, Kanäle oder Regenbecken, ist eine Erdungsanlage (inkl. Fundamenterder) in der Regel nicht notwendig (Ausnahme: z. B. bei Vorhandensein einer Blitzschutzanlage und Ex-Zoneneinteilung).

Grundsätzlich ist das Formblatt für die Dokumentation der Erdungsanlage (Anhang A der DIN 18014) auszufüllen. Errichtung erfolgt ausschließlich über einen Elektro-Fachbetrieb oder einen Blitzschutz-Fachbetrieb. Vor Fertigstellung der Betonarbeiten erfolgt eine Abnahme durch den örtlichen Elektrobauleiter.

Der Fundamenterder des Baukörpers ist vor dem Betonieren elektrisch leitend zu verbinden. Zur Befestigung aller metallischen Einbauten, die ein fremdes Potential führen oder einschleppen können, sind mit der Bewehrung verbundene Anschweißplatten aus Werkst.-Nr. 1.4571 im Abwasserbereich bzw. aus verzinktem Stahl im übrigen Bereich zu verwenden.

Im Rahmen der Rohbauabnahme ist durch eine Blitzschutzfirma die Wirksamkeit der Erdung zu prüfen. Die Hochbauleitung hat dazu die Elektrobauleitung zu informieren. Dieser ist die Möglichkeit einzuräumen, im Rahmen der Bewehrungsarbeiten eine Sichtprüfung vorzunehmen.

Die Erdungsfestpunkte in elektrischen Betriebsräumen sind für einen Kurzschlussstrom von 11 kA auszulegen.[9]

3.2.5.10 Batterieräume

Ausführung der Batterien siehe Kap. 6.8.8.

Für alle Batterieanlagen > 20 kWh sind in eigenen Räumen vorzusehen.

Bei der Erneuerung von Bestandsanlagen (z.B. USV-Anlagen), die gemeinsam mit weiteren E-Anlagen in elektrotechnischen Betriebsräumen untergebracht sind, ist eine Separierung der Batterien anzustreben. Sollte der Aufwand für eigenständige Batterieräume unverhältnismäßig hoch sein, können die Batterien an ihrem ursprünglichen Standort verbleiben.

- Temperatur des Batterieraums: +8°C bis +25°C (jahreszeitbedingte zeitweise Temperaturüberschreitungen von 25°C werden akzeptiert)
- Natürliche Belüftung ist zu präferieren.
- Die Anforderungen zum Schutz gegen Explosionsgefahr gem. DIN EN IEC 62485-2 (VDE 0510-485-2) sind zu beachten.
- Batterieräume sollten bevorzugt auf den Nordseiten der Gebäude platziert werden.
- Es werden keine Anforderungen zur H_2S-Reduktion bei der Belüftung von Batterieräumen gestellt.

[9] Die zugehörigen Teile der Erdungsanlage, wie z.B.Maschenverbindungen und Anschlussfahnen etc. werden projektspezifisch dimensioniert.

- Der Aufstellungsort der Batterie sollte nicht in einem Raum mit direkter Öffnung zu einem Treppenraum erfolgen. Falls genau dieser Anwendungsfall eintritt, wird die Öffnung mit einem feuerhemmenden, rauchdichten und selbstschließenden Abschluss versehen.

Ausrüstung:

- Trinkwasseranschluss für Erste Hilfe, oder Augendusche aus Flaschen, sind in Abstimmung mit der Fachabteilung PB-W/G vorzusehen.
- Arbeitsschutzausrüstung für die Wartung, wie Schutzbrille, säurefeste Kleidung, Augenspülflaschen.

Bauteil	Ausführung
Wände	elektrolytbeständiger Anstrich, Fliesen, Beschichtung o. Ä
Decke	glatte Oberfläche
Fußböden	elektrolytbeständiger, ableitfähiger Boden ≤ 10^8 Ω gemäß TRGS 727, 8.2
Fenster	nicht notwendig
Türen	Anti-Panik-Schließsystem, Kennzeichnung als elektrischer Betriebsraum
Erdungssystem	leitfähige Bänder oder Litzen verbunden mit der Gebäudeerdung, zwei Anschlüsse pro Einzelfläche
Lüftung	entstehendes Gasgemisch muss natürlich oder mit einer technischen Lüftung abgeführt werden

Darüber hinaus gehende Forderungen für Speichersysteme zur Nutzung regenerativer Energien sind in der „Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen im Land Brandenburg“ (EltBauVO) hinsichtlich baulichen Brandschutz und Einsatz von Löschanlagen beschrieben und zu beachten. Ausdrücklich fallen Batterien zur unterbrechungsfreien Stromversorgung von IT-, Prozess-, Schaltanlagen- und Gebäudeleitsystemen nicht in den bauordnungsrechtlichen Anwendungsbereich der EltBauVO. [10]

[10] Memo Frau Mehrabi vom 04.06.2024

3.2.6 Brandmelder

Brandmelder in elektrotechnischen Anlagen haben das Ziel, typische elektrische Brandrisiken (z. B. hohe Temperaturen durch lose Kontakte ohne Rauchbildung) rechtzeitig zu erkennen und zu melden. In Abhängigkeit von Forderungen aus einem evtl. vorhandenen Brandschutzgutachten erfolgt die Aufschaltung der Meldungen auf eine „Brandmeldeanlage“ oder eine „Hausalarmanlage“.[11] Die Brandmelder werden in besonders gefährdeten Bereichen eingebaut:

- Kompensationsfelder
- Kabelanschlussräume in NS-Hauptverteilungen (optional)
- Steuerschränke mit besonderer Wichtigkeit (in Abstimmung mit dem Betreiber)
- Abgeschlossene elektrische Betriebsräume
- Trafokammer (hier werden zwei redundante Brandmelder installiert)[12]
- Innerhalb von Doppelböden ≥ 600mm (in Abstimmung mit dem Betreiber)
- In begehbaren Kabelkellern und Kabelkanälen

In Abstimmung mit der Fachabteilung PB-W/G, werden in elektrotechnischen Anlagen generell Mehrfachsensor-Brandmelder mit zwei optischen und zwei thermischen Sensoren eingesetzt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Rauch– und Wärmesensoren des Gerätes als ODER-Funktion miteinander verknüpft werden.[13]

3.2.7 Fehlerlichtbogen-Schutzschalter (AFDD[14] – Brandschutzschalter)

Generell werden AFDD in verfahrenstechnischen Anlagen nicht gefordert. Ausnahmen:

- Endstromkreise von Leitwarten.[15]
- Räume/Anlagen mit erhöhtem Brandrisiko, die so im Brandgutachten oder in gesetzlichen Regelungen definiert sind.

[11] Brandmeldeanlage: für gesetzlich, nach einem Brandschutzgutachten, geforderte Brandmelder
Hausalarmanlage: für, zusätzliche, im Brandschutzgutachten nicht geforderte, installierte Brandmelder

[12] Für Trafokammern bestehen keine gesetzlichen Vorgaben für die Installation von Brandmeldern, sie erhöhen jedoch die Betriebssicherheit. Die Prüffristen wurden auf zwei Jahre festgelegt. Um die Zuverlässigkeit der Überwachung zu verbessern, sind zwei Melder vorzusehen

[13] Abhandlung von Hr. Banusch, PB-W/G, vom 27.05.2014, „Brandmelder für elektrotechnische Anlagen“

[14] AFDD – arc fault detection device

[15] Steckdosenstromkreise werden zusätzlich durch RCD geschützt.

4 Schutzarten, Schutzmaßnahmen und Schutzvorkehrungen

4.1 Schutzarten

Betriebsmittel	Präzisierung	Schutzart
Steuerschränke, auch Pulte, Bedienkonsolen, Leitstände, NS-Verteilungen,	Im Freien	IP 54
	In verfahrenstechnischen Betriebsräumen	IP 54
	In elektrischen Betriebsräumen	IP 40
Endschalter		IP 65
Motoren	Im Freien	IP 54
Messumformer	In verfahrenstechnischen Betriebsräumen	IP 54
	In elektrischen Betriebsräumen	IP 40
	Im Freien	IP 54 bis IP 68
Magnetventile		IP 54
Klemmenkästen/Verteiler	Im Freien	IP 65
Klemmenkästen/Verteiler	Innen	IP 54
Schalter/Taster	In verfahrenstechnischen Betriebsräumen	IP 54
Schaltanlagen	In elektrischen Betriebsräumen	IP 40
Leuchten	In verfahrenstechnischen Betriebsräumen	IP 54
	In Büroräumen, Leitständen	IP 20
	Im Freien	IP 54

Betriebsmittel	Präzisierung	Schutzart
Lichtverteilungen	In verfahrenstechnischen Betriebsräumen	IP 54
	In elektrischen Betriebsräumen	IP 40
Ortsteuerstellen		IP 54
Betriebsmittel innerhalb Schaltschrankkombinationen		IP 2X

Kabeleinführungen sind grundsätzlich von unten vorzusehen (Ausnahme: Abzweigkästen in Installationsanlagen). Nur in Sonderfällen ist die Einführung abweichend zulässig. In diesen Fällen sind Kabeleinführung IP 68 zu verwenden.

In elektrischen Betriebsräumen kann die Kabeleinführung in Steuerschränke oder Verteilungen von unten durch den offenen Boden erfolgen, wenn durch Kunststoff bzw. Blechabdeckungen mindestens die Schutzart IP 30 erreicht wird.

4.2 Schutz gegen elektrischen Schlag

4.2.1 Allgemeines

Für Neuanlagen werden folgende Schutzmaßnahmen in der Regel ausgeschlossen und nur in Rücksprache mit der örtlichen verantwortlichen Elektrofachkraft erlaubt:

- Schutz durch Hindernisse,
- Schutz durch Anordnung außerhalb des Handbereichs“ (DIN VDE 0100-410 Anhang B),
- Schutz durch nichtleitende Umgebung
- Schutz durch erdfreien örtlichen Potentialausgleich.

4.2.2 Basisschutz

Alle eingesetzten elektrischen Betriebsmittel besitzen mindestens den Schutzgrad IP 2X bzw. IPXXB (Prüffinger nach DIN EN 60529), Ausnahme siehe Kompensationsanlagen, Kap. 6.8.3.11.

4.2.3 Automatische Abschaltung der Stromversorgung

Einsatz in Kombination mit dem Basisschutz als Fehlerschutz für das automatische Abschalten der Stromversorgung innerhalb der in der DIN VDE 0100-410:2007-6 festgelegten Abschaltzeiten. Der Nachweis der Einhaltung der Abschaltzeiten hat rechnerisch oder messtechnisch zu erfolgen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.

Werden die Abschaltzeiten nicht erreicht, sind weitere Maßnahmen zu ergreifen (zusätzlicher Schutzpotentialausgleich, Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)).

4.2.4 Doppelte oder verstärkte Isolierung

Siehe DIN VDE 0100 -410

Ein Schutzleiter ist leitend auf der ganzen Länge vorzusehen und auf eine isolierte Klemme aufzulegen. Die Abschaltbedingungen sind auch hier bei der Erstprüfung nachzuweisen.[16]

4.2.5 Schutztrennung

DIN VDE 0100 -410

4.2.6 Kleinspannung SELV und PELV[17]

Der geschützte Stromkreis muss aus einer geeigneten SELV- oder PELV-Stromquelle versorgt werden. Weitere Anforderungen siehe DIN VDE 0100-410

4.2.7 Zusätzlicher Schutz

Bei Vorliegen bestimmter äußerer Bedingungen können zusätzliche Schutzvorkehrungen notwendig sein.

4.2.7.1 Zusätzlicher Schutzpotentialausgleich

Die Anwendung ist rechnerisch oder messtechnisch zu begründen (beispielsweise wenn die Abschaltzeiten gemäß 4.2.3 nicht eingehalten werden).

4.2.7.2 Zusatzschutz mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)

Alle Stromkreise mit Schutzkontaktdosen und CEE-Steckdosen bis 63 A werden durch RCD mit einem Bemessungsdifferenzstrom von nicht mehr als 30 mA versehen. Die in der DIN VDE 0100-410:2007-06 genannten Ausnahmen, gelten nicht für die Abwasserentsorgung der BWB. Die Anzahl der Steckdosen pro Stromkreis, ist mit der zuständigen Elektro-Abteilung zu vereinbaren.

Es sind nur RCDs einzusetzen, in denen der Hersteller eine notwendige Betätigung der Prüftaste mit mindesten 24 Monaten angibt.

Eine Reihenschaltung von RCDs ist nur gestattet, wenn die Selektivität sichergestellt ist (Ausnahme: ortsveränderliche Betriebsmittel mit PRCD an Steckdosenverteiler oder Baustromverteilungen). Darüber hinaus darf keine RCD Typ A einer RCD des Typs B oder B+ vorgeschaltet sein.[18]

Steckdosenkombinationen in verfahrenstechnischen Räumen werden immer mit RCD Typ B+ ausgerüstet (siehe Kap. 12.2.1).

---

[16] Im Falle eines Austauschs eines Betriebsmittels der Schutzklasse II (SK II) gegen ein Betriebsmittel der SK I sind die Abschaltbedingungen gegen elektrischen Schlag einzuhalten.

[17] Kleinspannung: ≤50V AC, ≤120V DC; SELV-protection by safety extra-low voltage (aktive Leiter und Körper sind **nicht** geerdet); PELV-protection by protective extra-low voltage (aktive Leiter und Körper sind geerdet).

[18] Durch, am Typ B angeschlossene, oberwellenerzeugende Betriebsmittel (FU), kann der vorgeschaltete Typ A soweit vormagnetisiert werden, dass keine Auslösung erfolgt (VdS 3501, 8.12).

Ein Schutz mit RCD von Stromkreisen mit besonderen Steckvorrichtungen (z.B. sog. Harting-Stecker) ist nicht immer notwendig.[19]

Folgende Einspeisungen zu ortsfesten Anlagen werden durch RCD, 30 mA, geschützt:

- Räumer mit Schleifringkörper (falls sich auf den Räumern Frequenzumrichter befinden, sind RCD Typ B zu verwenden)
- Rohrbegleitheizungen
- Beleuchtungsstromkreise in Räumlichkeiten mit Trockenbauwänden (Typ B).

Ein eventuell weiterer Einsatz von RCD zum Schutz von ortsfesten Betriebsmitteln oder Stromkreisen mit besonderen Steckvorrichtungen, ist mit der zuständigen Elektro-Abteilung abzustimmen.

4.2.8 Fehlerschutz bei Frequenzumrichtern und USV-Anlagen

Das Auftreten von gefährlichen Berührungsspannungen bei Körper- oder Erdschluss, wird durch die eingestellte Strombegrenzung verhindert.[20] Durch eine Gefährdungsbeurteilung bzw. als Vorgabe des Herstellers, kann der Einsatz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD), Typ B, erforderlich sein.

4.2.9 Erdungsanlage

siehe 3.2.5.9

4.3 Potentialausgleich

Ein Potentialausgleich kann für folgende Anwendungsfälle notwendig sein:

1. Schutzpotentialausgleich, einschließlich eines evtl. notwendigen zusätzlichen Schutzpotentialausgleichs
2. Potentialausgleich in überwachungsbedürftigen Anlagen
3. Blitzschutz – Potentialausgleich
4. EMV – gerechter Potentialausgleich

Die Notwendigkeit eines Potentialausgleichs ist immer zu erläutern und nachzuweisen. Zum Beispiel benötigen Steighilfen, Geländer oder Kabeltrassen aus Stahl oder Edelstahl in einem Pumpenschacht in der Regel keinen Schutzpotentialausgleich. Aus Gründen des Blitzschutzes oder zu Vermeidung elektromagnetischer Beeinflussungen, kann aber ein Potentialausgleich an diesen leitenden Teilen notwendig sein.

Alle Schutzleiter, Schutzpotentialausgleichsleiter, Erdungsleiter und Funktionspotentialausgleichsleiter sind mit der Haupterdungsschiene verbunden. Pro Anschluss darf nur ein Kabel geklemmt werden. Falls keine besonderen Bedingungen vorliegen (hohe Kurzschlussströme),

---

[19] z. B.: braucht ein kleinerer, ölarmer Kompressor mit „Harting-Stecker“, nicht mit RCD geschützt werden.

[20] DIN VDE 0100-410, Abschn. 411.3.2.5: Eine automatische Abschaltung ist nicht gefordert, wenn innerhalb der, normalerweise, geforderten Abschaltzeit, die Ausgangsspannung (Berührungsspannung) auf ≤ 50 V AC bzw. 100V DC begrenzt wird. (siehe auch de 21/09, „Abschaltbedingungen bei Frequenzumrichtern“ und de 21/2015 „Kurzschluss bei Energiespeicher“).

sind die Querschnitte für die Schutzpotentialausgleichsleiter nach Abschnitt 542.4 und 544.1 der DIN VDE 0100-540: 2007-06 auszuwählen.

In Bereichen mit hoher Schwefelwasserstoff-Belastung sind blanke Teile zu vermeiden. Beispielsweise ist der, normalerweise, blanke Teil zwischen Kabelschuh und Isolierung Potentialausgleichsleiter, mit einem Schrumpfschlauch zu versehen.

4.3.1 Schutzpotentialausgleich

Der Schutzpotentialausgleich ist Bestandteil der Schutzmaßnahme gegen elektrischen Schlag »Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung«. Er soll verhindern, dass das Potential der neutralen Erde nicht in das Innere des Gebäudes gelangt. Die besonderen Anforderungen an den Schutzpotentialausgleich sind in 411.3.1.2 der DIN VDE 0100-410 beschrieben. Insbesondere soll hier auf die in den Schutzpotentialausgleich einzubeziehenden **fremden** leitfähigen Teile verwiesen werden. Danach brauchen in den Schutzpotentialausgleichsleiter nicht eingebunden werden[21]:

- Geländer in einem Raum,
- metallene Treppen und Steighilfen,
- Türen, Türzargen,
- Schaltschranktüren, in denen sich keine oder elektrischen Betriebsmittel ≤ 50 V AC bzw. ≤ 120 V DC befinden,
- Edelstahlkamine.

Mit einem Schutzpotentialausgleich sind immer zu versehen:

- von außen, mit dem Erdreich in Verbindung stehende, metallische Rohrleitungen
- Heizungsrohre
- Lüftungskanäle
- Schaltschranktüren an denen sich elektrische Betriebsmittel mit einer Spannung ≥ 50 V AC bzw. ≥ 120 V DC befinden
- Berührbare Bewehrungen von Gebäudekonstruktionen aus Beton

Hinweis: Für die Anwendung eines Schutzpotentialausgleichs ist das Vorhandensein eines elektrischen Anschlusses an leitenden Gehäusen (sog. „Erdungsschauben“) nicht ausschlaggebend.

Eine „Weiterschleifung“ von Schutzpotentialausgleichsleitern ist gestattet.

4.3.2 Zusätzlicher Schutzpotentialausgleich

Kommt zur Anwendung:

[21] Entscheidungskriterium: die leitenden Teile haben keine unmittelbare Verbindung zum Erdpotential

- wenn die Abschaltzeiten für die automatische Abschaltung der Stromversorgung nicht erreicht werden (vorzugsweise sind in diesem Fall RCD einzusetzen)
- in Bereichen mit erhöhter Gefährdung:
  - Bereiche mit erhöhter elektrischer Gefährdung (siehe BGI 594)
  - Wasserbecken aller Art (Regenbecken, Vorklärbecken, Belebungsbecken, Nachklärbecken).

4.3.3 Potentialausgleich in Ex-Anlagen

Auf den Schutz vor Selbstlockerung ist in diesen Anlagen besonders zu achten. Beachtet werden muss, dass auch hier alle Körper elektrischer Betriebsmittel und fremde leitfähige Teile an das Potentialausgleichssystem angeschlossen werden. Ein wichtiges Kriterium bei der Entscheidung ein leitfähiges Teil in den Potentialausgleich einzubeziehen, ist die Vermeidung von Funkenbildung durch statische Aufladungen.

4.3.4 Blitzschutz – Potentialausgleich

Ist ein Gebäude/Bauwerk in eine Blitzschutzklasse eingeteilt, so ist ein äußerer und innerer Blitzschutz zu errichten. Innerhalb des inneren Blitzschutzes sind leitende Konstruktionsteile, wie Rohrleitungen, Konstruktionsteile, Kabelschirme, auf die ein Überschlag stattfinden kann, mit den blitzstromführenden Teilen über eine Blitzschutz-Potentialausgleichsschiene oder die Haupterdungsschiene zu verbinden.

4.3.5 EMV – gerechter Potentialausgleich

Es handelt sich hier um eine rein „funktionelle“ Vermaschung (Funktionspotentialausgleich). Hier wird ein vorhandener Schutzpotentialausgleich durch, meist örtlich begrenzt, verschiedene Maßnahmen (direkte Verbindung FU – Motorgehäuse, Faraday’sche Käfig, Stahlmatten im Fußboden) ergänzt.

Verlegesysteme (Kabeltrassen, Kabelrinnen), auf deren informationstechnische Kabel und Leitungen verlegt werden, sind grundsätzlich:

- in ihrem Verlauf, wo immer möglich, mit Erdpotential, metallenen Gebäudekonstruktionen und, über örtliche Potentialausgleichsschienen, mit der Haupterdungsschiene zu verbinden.
- Parallel geführte Verlegesysteme sind mindestens alle 20 m miteinander zu verbinden.

4.4 Überspannungsschutz

Der Einsatz eines Überspannungsschutzes ist optional. Die Notwendigkeit ist in der Planung nachzuweisen (Gefährdungsanalyse).

Falls ein Überspannungsschutz in Ex-Anlagen erforderlich ist, sind die Überspannungsschutzgeräte außerhalb der Ex-Zonen zu installieren.

Beispiele für die Erfordernisse eines Überspannungsschutzes können sein:

- Außenbeleuchtung
- Kabel/Leitungen aus Bereichen mit hoher Überspannungsgefährdungen (Blitzschutzgefährdung)
- Server, Clients der Automatisierungstechnik

In diesen Fällen ist das gesamte Überspannungsschutzkonzept auszuführen.

4.5 Schutz gegen Auswirkungen eines Störlichtbogens

Der Überstromschutz ist so auszulegen, dass eine Lichtbogenenergie von 168 kJ an einer möglichen Arbeitsstelle[22] nicht überschritten wird (siehe auch Kap. 6.8.2.6).

5 Energieversorgung

Bei der Planung und Ausführung der Energieversorgung sind neben den gültigen DIN VDE-Vorschriften grundsätzlich die -Technischen Anschlussbedingungen (TAB) - des zuständigen Verteilnetznetzbetreibers (VNB) zu beachten.

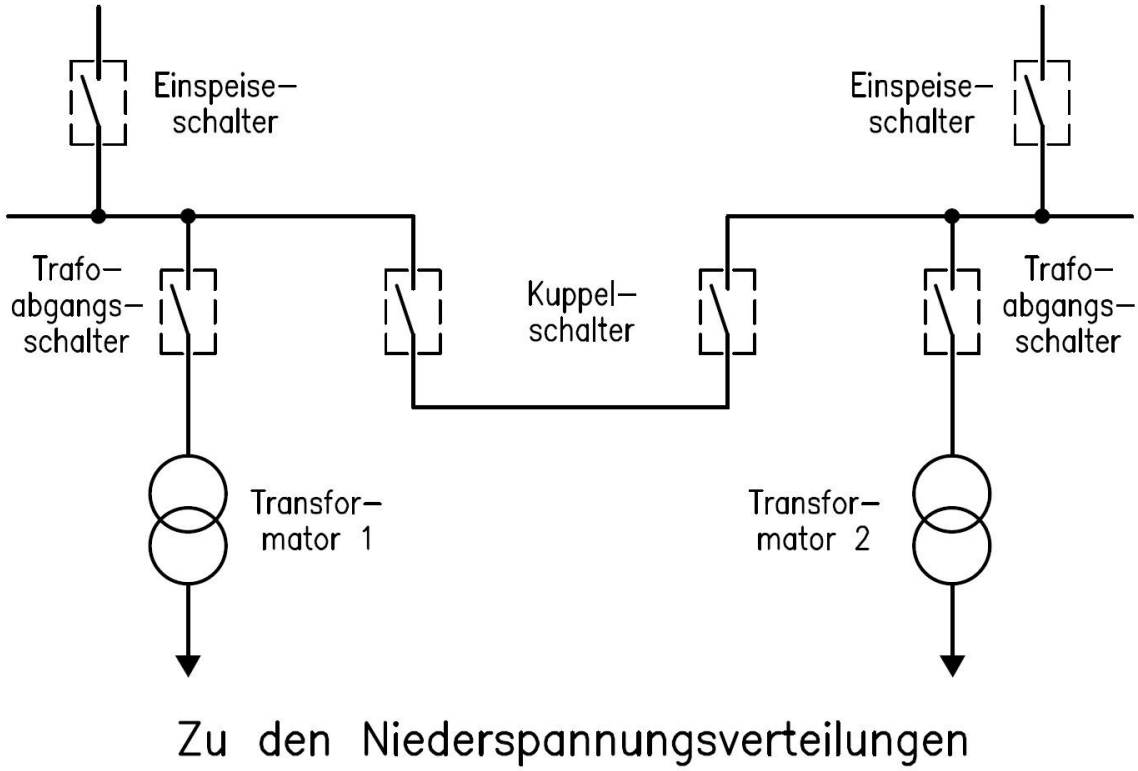
Die Errichtung neuer oder die Ergänzung bestehender kundeneigener Mittelspannungs-Übergabestationen ist nur durch, im Installateur Verzeichnis des VNB für die Errichtung von Mittelspannungsanlagen eingetragenen, Unternehmen durchzuführen.

Um die Kurzschlussleistungen herabzusetzen, werden die MS- und NS-Anlagen in der Regel mit offener Kupplung betrieben. Dies ist durch technische Maßnahmen sicherzustellen. Ausgenommen hiervon ist lediglich ein kurzzeitiges Zusammenschalten zum Zweck der unterbrechungsfreien Umschaltung. Falls eine überlappende Umschaltung gefordert ist, muss, mit Hilfe einer Kurzschlussberechnung, die Kurschlussfestigkeit der geplanten/vorhandenen Anlage bezüglich Parallelbetriebs von zwei Transformatoren geprüft werden. Die Anlagen sind so auszulegen, dass die Kurzschlussströme die Kurzschlussfestigkeit nicht übersteigen.

Automatische Umschaltungen in Mittel- und Niederspannungsschaltanlagen sind in den Klärwerken der BWB nicht der Regelfall. Ein geplanter Einsatz ist mit der örtlichen Elektrofachkraft abzustimmen.

Damit alle wichtigen Verbraucher im Störungsfall über einen zweiten Versorgungsweg sicher betrieben werden können, sind Mittelspannungsanlagen, Kabeltrassen (Kap. 13.3.1) sowie die den Transformatoren nachgeschalteten Niederspannungshauptverteilungen redundant aufzubauen.

[22] In Regel wird darunter, notwendige Schalt- oder Messarbeiten bei geöffneten Schaltschranktüren verstanden.



Bevorzugt sind zentrale Mittelspanungs-Energieschwerpunkte zu errichten. Über diese werden über ausgelagerte Transformatoren mehrere verfahrenstechnische Anlagen versorgt.

5.1 Stationäre Eigenerzeugungsanlagen

5.1.1 Allgemeines

Stationäre Eigenerzeugungsanlagen sind grundsätzlich für einen Netzparallelbetrieb vorzusehen.

Das Anfahren von mehreren, parallel fahrbaren, Eigenerzeugungsanlagen, hat nach einer „Prioritätensteuerung“ zu erfolgen.

Der Verteilnetzbetreibers (VNB) hat das Recht einer Einflussnahme auf die Eigenerzeugungsanlagen der BWB. Die jeweiligen VNB haben dazu in ihren Technischen Anschlussbedingungen unterschiedliche Vorgaben. Insbesondere sind die Hinweise für die geforderte Kommunikationsschnittstelle zu beachten (siehe Beispiel e.dis in der Anlage 3).

Eigenerzeugungsanlagen sind gemäß VDE-AR-N 4110/4120 unter Beteiligung des Verteilnetzbetreibers, einer akkreditierten Stelle, des Anlagen Errichters, Planers und Betreibers zu zertifizieren. Die Dokumente des Zertifizierungsprozesses sind Teil der zu übergebenen Unterlagen Diese werden unter dem Anlagenkennzeichen =00A bzw. =0A0 (Beispiel KW Ruhleben) eingeordnet.

Ein Lastprobestart eines stationären Dieselaggregats erfolgt immer über eine Netzsynchronisation mit dem verfügbaren Netz der Allgemeinstromversorgung. Eine Belastung der Generatoren mit Lastwiderständen ist nur in begründeten Ausnahmefällen des Netzbetreibers zugelassen.

5.1.2 Netznotstrombetrieb

Folgende Kriterien sind für Eigenerzeugungsanlagen mit Netznotstrombetrieb zu beachten:

- Diese Eigenerzeugungsanlagen müssen bei Ausfall der Allgemeinstromversorgung in der Lage sein, die wichtigsten Anlagen des Werkes zu versorgen. Eine Absicherung des Spitzlastbetriebs ist nicht vorgesehen. Die Auswahl erfolgt mit dem Auftraggeber.
- Das Prozessleitsystem/Schaltanlagenleitsystem übernimmt die übergeordnete Koordinierung Allgemeinstromversorgung - Netzersatzbetrieb, d.h. u.a:
  - Ab- und Zuschaltung von Mittel- und Niederspannungsschaltanlagen, sowie der Sternpunkte
  - Freigabe Netzersatzbetrieb
  - Unterscheidung zwischen Inselbetrieb und Netzwiederkehr **vor** Anlauf der Eigenerzeugungsanlage
  - Die Generatorleistung ist im PLS darzustellen. Eine automatische Lastbegrenzung ist zu berücksichtigen
  - Berücksichtigung evtl. vorhandener Kurzschlussstrombegrenzer im Netz
- Bei Netzwiederkehr erfolgt eine Netzsynchronisation ohne Verbraucherunterbrechung.

5.1.3 Netzersatzbetrieb

Die Eigenerzeugungsanlagen übernehmen bei Ausfall der Allgemeinstromversorgung die normale Betriebsfahrweise.

6 Anforderungen an Schaltanlagen und Schaltschränke

6.1 Konstruktive Besonderheiten

- Material: vorzugsweise Stahlblech
- Tür-Öffnungswinkel mind. 170 Grad, im Innenbereich ohne Türfeststeller
- Türschließsysteme sind nur über ein Betätigungselement bedienbar (keine 4 separaten Öffnungssteller). Alle sog. Reiber werden mit innen liegenden Gestängen so verbunden, dass sie sich von außen **nur mit einem** Knebel öffnen und schließen lassen.
- Außerhalb von abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen sind alle Steuerschränke mit genormten Profilzylindern und Sicherheitsschließung zu liefern. Der Halbzylinder wird später von BWB gegen einen Zylinder mit BWB-Schließung ausgetauscht. In abgeschlossenen elektr. Betriebsstätten sind Klappgriffe vorzugsweise mit Druckknopfbetätigung zu verwenden.
- Material für Schaltschränke:

  - Innen: halogenfreier Kunststoff (in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen), lackierter Stahl oder; in stark belasteten Orten, Edelstahl (Qualität 1.4301).
  - Außen: Edelstahl (Qualität 1.4301)[23]
- von außen beschriftet nach BWB-Schilderliste
- Bodenbleche: geteilte Bleche mit Kabeleinführungsöffnungen
- Alle metallischen Teile des Schaltschrankes sind flächig und gut leitend miteinander zu verbinden. Gegebenenfalls sind Kontakt- oder Kratzscheiben zu verwenden.
- Es sind nur zum Schaltschranksystem gehörende Profile, Montageelemente und -bausteine zu verwenden.
- Anreihsystem mit Schottwänden der einzelnen Felder
- Trennung des inneren Funktionsbereichs Hauptsammelschiene zu Geräten und Kabelanschlüssen
- Beim Einbau von Geräten mit erhöhter Verlustwärme, insbesondere Frequenzumrichter, ist auf ausreichende Wärmeabfuhr zu achten (z. B. Zu- und Abluftöffnungen, Achtung: Lüftungsgitter in Kopfhöhe, hinter deren sich elektrotechnische Betriebsmittel befinden, die bei einem evtl. Kurzschluss verstärkte Auswirkungen nach außen haben könnten, sind zu vermeiden (feste Sammelschienen fallen nicht darunter). Beim Einbau von Lüftern sind Luftfilter vorzusehen.
- Umgebungstemperatur: 40 C°
- Abdeckungen sind mit Griffen auszustatten.
- Die Schaltschränke sind so zu projektieren und zu belegen, dass für den nachträglichen Einbau von Schaltgeräten, Sicherungen, Anschlussklemmen usw. mindestens 20 % Platzreserve zur Verfügung steht. Die Belegung ist so zu wählen, dass sich die funktionsbezogene Zusammengehörigkeit in der Anordnung der Geräte niederschlägt. Innen liegende Verdrahtungskanäle sollen ca. 20 % Reserve zur Nachverdrahtung aufweisen.
- Schaltgeräte, elektrische Betriebsmittel, Sicherungen, Klemmen usw. sind entsprechend den Herstellerbestimmungen und anlagenbezogen an zugänglicher Stelle einzubauen. Das Auswechseln von Geräten muss ohne die Demontage benachbarter Geräte möglich sein. Die Geräte und Klemmen sind gut leserlich und dauerhaft mit Kennzeichen aus den Schaltplänen zu beschriften. Die Kennzeichnung darf nicht durch Verdrahtung verdeckt und nicht auf den Deckeln von Verdrahtungskanälen angebracht werden.
- Schütze, Relais, elektromechanische Betriebsstundenzähler usw. (geschaltete Induktivitäten) sind mit Löschgliedern zu beschalten. Die Beschaltung muss direkt an der jeweiligen Spule erfolgen.
- Geschaltete Induktivitäten bzw. deren Schaltgeräte (Schütze, Motorschutzschalter) sollen mindestens 10 – 15 cm von prozessorgesteuerten Baugruppen entfernt sein.

[23] Die, in der Vergangenheit verwendeten, Schaltschränke (und auch Kabelkanäle) aus GfK, zeigen bei hoher UV-Belastung starke Zersetzungserscheinungen. Eine nachträgliche Instandsetzung ist mit hohem Aufwand verbunden.

- Separate Schaltschranksteckdose (ohne Lampe) → Schaltschrankbeleuchtung ohne Steckdose.
- Meldungen ausschließlich drahtbruchsicher (1-Signal = keine Störung).
- Das Bedienen und Beobachten der Einspeise- und Kuppelschalter von Fern ist in einer, wenn vorhanden, Schaltanlagenautomatisierung zu integrieren (siehe Kap. 9.4 und 9.5 – zurzeit in Bearbeitung).

6.2 Energieerfassung

6.2.1 Energieerfassung in verfahrenstechnischen Anlagen

Für betriebswirtschaftliche Untersuchungen, Abnahmemessungen und perspektivische Optimierungen des Energieeinsatzes sind, in Abstimmung mit dem Betreiber, in Niederspannungsschaltanlagen oder Steuerschränke elektronische Energieverbrauchszähler mit Profibus DP- oder ProfiNet-Schnittstelle (Multimessgeräte) in ausreichender Zahl so vorzusehen, dass der elektrische Energieverbrauch einzelner Straßen oder wichtiger verfahrenstechnischer Anlagenteile ständig gemessen wird. Die Geräte müssen für Oberwellen geeignet sein.

Weitere technische Daten:

- Einbaumaß: 96 x 96 mm
- Eingangsstrom: 1A
- Eingangsspannung: 100 V/400 V AC bzw. 700 V AC (ohne Wandler)
- mit digitaler, zweizeiliger LCD-Messwertanzeige
- Ausgänge: vorzugsweise ProfiNet, wenn dessen Voraussetzungen nicht vorhanden sind, ist Profibus DP einzusetzen
- verfügbare Messgrößen: P, Q, S, W_p, W_q, cosφ, U, I
- physikalische Größen nach PI: P, W_p
- Stromverbraucher: 2-Quadranten – Energiezähler
- Stromerzeuger: geeichte 4-Quadranten – Energiezähler

Eine Mehrfacherfassung über, z. B. Multimessgeräte und Frequenzumrichter/Motorsteuergeräte, ist nicht gestattet.

6.2.2 Energieerfassung für Fremdverbraucher

Wirkarbeitserfassungen für Fremdverbraucher, welche den Berliner Wasserbetrieben rechtlich nicht zuzuordnen sind, müssen in ihrer Genauigkeit und in ihrem elektrotechnischen Aufbau (nicht in ihrem mechanischen Aufbau) den Anforderungen des jeweiligen Verteilnetzbetreibers entsprechen. Es sind geeichte Messungen aufzubauen. Dazu sind einzuhalten:

- für Niederspannungsverbraucher die TAB NS Nord,

- für Mittelspannungsverbraucher im Verteilnetz der E.DIS Netz GmbH die Technische Bedingungen für Anschlüsse am Mittelspannungsnetz (TAB Mittelspannung) oder
- für Mittelspannungsverbraucher im Verteilnetz der Stromnetz Berlin GmbH die Technischen Anforderungen Mittelspannung (TA-MS).

Stromwandler sind mit einer Mindestleistung von 5 VA, einem Sekundärstrom von 5 A, einer Klassengenauigkeit von 0,2s und einem Strombegrenzungsfaktor von 5 einzusetzen. Bei Wandlern mit Primärstrom < 50A kann auch die Genauigkeitsklasse 0,5s verwendet werden.

Spannungswandler sind mit einer Mindestleistung von 15 VA, und einer Klassengenauigkeit von 0,2 als einpolig isolierte Spannungswandler auszuführen.

6.2.3 Energieerfassung für elektrotechnische Betriebsmittel

Für Mittelspannungsschaltanlagen erfolgen sämtliche Erfassungen und Übertragungen von Energiewerten aus einem Kombinationsgerät für Schutz, Steuerung, Visualisierung und Messung. Ausnahmen bilden Schaltfelder von und zu Fremdverbrauchern, welche den Berliner Wasserbetrieben rechtlich nicht zuzuordnen sind (s.o.). In diesem Fall sind geeichte Messungen zu verwenden.

Die Notwendigkeit einer Energieerfassung ergibt sich, wenn eines der folgenden Kriterien erfüllt ist:

- Aggregat auf Leitklärwerk: ≥ 100 kW
- Aggregat auf geleitetem Werk: ≥ 30 kW
- Zentrifugen
- Verdichter
- Stromerzeugungsanlagen (eichrechtskonform)
- Fremdverbraucher (den BWB wirtschaftlich nicht zuzurechnen, eichrechtskonform), z.B. Baustrom
- Rezirkulationspumpen
- Umwälzpumpen
- Rücklaufschlammpumpen
- neue verfahrenstechnische Anlagen (z. B. 4. Reinigungsstufe, Prozesswasserbehandlung, …).

Weitere oder geänderte Erfordernisse sind mit dem AG abzustimmen.

Die genannten Mindestwerte gelten auch bei separaten Antrieben, wie die o.g. Rezirkulations-, Umwälz- und Rücklaufschlammpumpen. Hier sind die Energiewerte vorzugsweise aus den vorhandenen Frequenzumrichtern oder Motorsteuergeräten (z.B. SIMOCODE) zu verwenden.

Energiewerte von Trafoabgängen für Niederspannungsschaltanlagen werden in der Regel von der NS-Seite übertragen und im PI angezeigt.

Zur Erfassung von selbst erzeugter elektrischer Energie sind die entsprechenden VDE-Anwendungsregeln VDE-AR-N 4110 (Mittelspannung), VDE-AR-N 4100 (Niederspannung) und VDE-AR-N 4105) (Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz) anzuwenden. Für die Zählerfernauslesung ist ein, mit dem Netzbetreiber abzustimmende, Telekommunikationsanschluss zu installieren.

6.3 Zugänglichkeit von Schaltanlagen und Schaltschränken

Bei der Anordnung der Türen ist besonders auf Fluchtwege (Türen schlagen in Fluchtrichtung zu) und Gangbreiten zu achten. Darüber hinaus wird für alle Schaltanlagen gefordert, dass die Tiefe der freien Arbeits- und Bedienfläche vor dem Schaltschrank 1200 mm beträgt[24]. Sollten bei eventuellen Demontagearbeiten von Betriebsmitteln größere Maße erforderlich sein, sind diese zu berücksichtigen.

Bei Mittelspannungs- und Niederspannungshauptverteilungen mit Leistungsschaltern in Einschubtechnik sind mindestens 1500 mm Gangbreite vorzusehen.

6.4 Innenverdrahtung

Jegliche Innenverdrahtung hat flexibel und kurzschlusssicher[25] in Verdrahtungskanälen[26] zu erfolgen. Leitungen für analoge und Bus-Signale sind getrennt von Leistungskabeln zu verlegen. Der Mindestquerschnitt für Steuerleitungen beträgt 0,5 mm², alle anderen Leitungen sind gemäß DIN VDE entsprechend ihrer Strombelastung auszuführen.

Für die Kennzeichnung von Leitern in Schaltschränken der Maschinenrichtlinie ist grundsätzlich nach DIN EN 60204-1:2019-06 zu verfahren. Für Standardschaltanlagen nach Niederspannungsrichtlinie und für Mittelspannungsschaltanlagen wird dies nicht gefordert.

Stromkreis	Farbe	Farbkurzzeichen
400/230 V, L1, L2, L3	Schwarz	sw
N	Hellblau	bl (RAL 5012)
PE	grün-gelb	gn-ge
Steuerspannung Gleichstrom	Blau	bl (RAL 5010)
Steuerspannung Wechselstrom[1)]	rot (violett)	rt
Wandlerabgangsleitung S1 (alt k)	Schwarz	sw

[24] Eine Anpassung der Platten des Doppelbodens ist zu vermeiden. Das Standardraster beträgt 600 mm x 600 mm.

[25] kurzschluss- und erdschlusssichere Verlegung heißt hier: geschützt vor mechanischen Beschädigungen und/oder mit geeigneten Leitungstypen (siehe auch DIN VDE 0100-520, 521.11, und DIN EN 61439-1, 8.6.4).

[26] Verdrahtungskanäle sind nicht in Beleuchtungsverteilungen gefordert.

Stromkreis	Farbe	Farbkurzzeichen
Wandlerabgangsleitung S2 (alt I)	Braun	br
Ausgenommene Stromkreise[2)]	Orange	or
analoge Mess- und Stellgrößen (z.B. 0-10 V/ vorzugsweise 4-20 mA)	Weiß	ws
USV Einspeisungen/Versorgung	Grau	gr

Erläuterungen und Hinweise:

1) Steuerspannung Wechselstrom
Achtung: bei Vorhandensein von zwei Wechselspannungen (z.B. 230V AC und 24V AC) sind die Leitungen der geringen Spannungsebene in violett auszuführen.

2) Ausgenommene Stromkreise (siehe auch Kap. 15.2.2):
- Abgriffe vor dem Hauptschalter z.B. Schrankbeleuchtung/Servicesteckdose, Messungen (Fremdspannung, in Verbindung mit Warnschild). Kabeladern mit Fremdspannungen sind auf eine separate Klemmleiste zu führen. Ab dort ist die interne Schrankverdrahtung in orange auszuführen. Leitungen von der Sammelschiene bis zur ersten Überstromschutzeinrichtung können in schwarz ausgeführt werden (Typ der Leitung, siehe letzten Absatz, “**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**er Leitungstyp“).
- Steuerstromkreise für Verriegelungen

Die Zählung der Klemmen erfolgt numerisch aufsteigend von links nach rechts bzw. von unten nach oben. Bei Doppelstockklemmen ist die Nummerierung: erste Klemme: 1 oben, 2 unten; zweite Klemme: 3 oben, 4 unten. Ausnahme: standardisierte Klemmleistenblöcke für Automatisierungsbaugruppen. Potentialgleiche Klemmen erhalten ebenfalls fortlaufende numerische Bezeichnungen.

Der Klemmraum muss so bemessen sein, dass von der Klemme bis zur Kabelabfangschiene ein freier Raum von mindestens 100 mm verbleibt.

Für die Neutralleiter-Verbindung sind ausschließlich „Neutralleiter-Trennklemmen“ zu verwenden.[27]

Es sind Reihenklemmen eines Herstellers einzusetzen. Klemmen unterschiedlicher Spannungsebenen sind getrennt anzuordnen oder zumindest durch Abstände oder Trennstege zu trennen. Höhere Spannung links, niedrige rechts.

[27] Vorteil: Bei Wiederholungsprüfungen für Isolationsmessungen braucht der Leiter nicht ausgeklemmt zu werden. Geht über die Forderungen der DIN VDE-Normen hinaus. Hier müssen nur besondere Anlagen, wie z.B. in feuergefährdeten Betriebsstätten, mit Trennklemmen ausgerüstet werden.

Bevorzugt werden Federzugklemmen. Bei Anwendung von Schraubklemmen müssen Druckstück, Klemmbügel oder Klemmlasche zum Schutz des Leiters vorhanden sein, d. h. der direkte Kontakt zwischen Schraube und Leiter ist nicht zulässig.

In jede Klemmstelle darf nur eine Ader eingeführt werden (ausgenommen Doppeladerendhülsen).

Aderleitungen sind an Anschlussstellen mit Aderendhülsen mit Kunststoffkragen zu konfektionieren. Diese Aderendhülsen müssen der DIN 46228 entsprechen. Sie sind mit einer Trapez- oder Rechteckpressung zu verarbeiten.

In jedem Stromwandlerkreis sind Klemmen vorzusehen, die es erlauben ggf. die Sekundärseite kurzzuschließen oder ein Prüfgerät zwischenzuschalten.

Eigensichere Stromkreise müssen in Steuer- oder Messschränken von nicht eigensicheren Stromkreisen sicher getrennt sein. Reihenklemmen für eigensichere Stromkreise werden in einem Abstand von mindestens 50 mm zu den übrigen Klemmen angeordnet und entsprechend gekennzeichnet.

Generell sind für die Montage der Klemmen 35 mm Hutschienen zu verwenden.

Leitungsverbindungen, zu in Türen eingebauten Geräten (direkte Verbindung zu den Betriebsmitteln), sind in flexiblen Schutzrohren zu verlegen, die höchstens zu 80 % ausgenutzt werden dürfen.

Anschlüsse von Kabel und Leitungen innerhalb von Steuerschränken und Verteilern dürfen nur an ortsfesten Klemmstellen hergestellt werden. Zwischen diesen Verbindungen sind keine losen Klemmen, Lötstellen u. ä. zulässig.

Reserveabgänge von Sicherungen/Leitungsschutzautomaten sind auf die Klemmleisten zu führen.

Können Leitungen vor einem hohen Kurzschlussstrom durch eine vorgeschaltete Überstromschutzeinrichtung nicht geschützt werden, so sind diese kurz- und erdschlusssicher zu verlegen (z. B. Abgriffe vor Netztrenneinrichtungen für Servicesteckdosen, Spannungsmessungen usw.)[28].

6.5 Überstromschutz

6.5.1 Allgemein

- Grundsätzlich ist auf die kurzschlussstrombegrenzende Wirkung einer Überstromschutzeinrichtung zu achten (bei Leistungsschaltern → schnellschaltende LS bevorzugen).

[28] Vorzugsleitungstyp: NSGHFöu (DIN VDE 0100-520:2013-06, Abschn. 521.11), Beachte: 1. wenn Anwendung von H07RN-F, dann nur als einadrige Gummischlauchleitung (doppelte Isolierung aus Mantel- und Aderisolierung → deshalb keine mehradrige Leitung gestattet), 2. Leitung nicht länger als 3 m → DIN VDE 61439-1:2012-06, 8.6.4 und Tab. 4.

- Drehstromabgänge sind immer dreipolig zu schalten.
- Reihenschaltungen von mehreren Überstromschutzeinrichtungen sind zu vermeiden. Beim Einsatz mehrerer in Reihe geschalteter Schutzeinrichtungen ist selektives Abschalten zu gewährleisten.
- Alle Sicherungen, Automaten und Meldekontakte sind bis auf die Klemmleisten zu verdrahten.
- Überstromereignisse bei elektrischen Antrieben werden in Überlast- und Kurzschlussmeldung separiert.
- Sicherungen sind mit mindestens 20 % Platzreserve anzuordnen. In Steuerschränken verfahrenstechnischer Anlagen (z.B. Zentrifugen, Verdichter), sind keine Reservesicherungen vorzusehen.
- Für Sicherungen, die nicht überwacht werden sollen, ist auch kein Hilfskontakt einzubauen.
- Bei Einsatz von Leitungsschutzschaltern ist die Energiebegrenzungsklasse 3 zu wählen.[29]
- Leitungsschutzschalter von Steuerungs- und Meldestromkreisen werden grundsätzlich überwacht (1-Signal = keine Störung):
  - Leitungsschutzschalter für verfahrenstechnische Anlagen erhalten einen Hilfskontakt, keinen Fehlersignalschalter (0-Signal bei Ausschaltung und AUSGELÖST).
  - Der Schutz der Stromkreise in Schaltanlagen werden von Leitungsschutzschaltern mit Fehlersignalschalter gewährleistet (nur Meldung bei AUSGELÖST - keine Signalisierung bei Hand-AUS)[30]
  - Stromkreise in Gebäudeinstallationsanlagen werden, in der Regel, nicht überwacht. Falls Sammelstörmeldungen benötigt werden (z. B. bei Lüftungs- oder Klimaanlagen), sind Fehlersignalschalter zu verwenden[31]
  - Die Meldung AUSGELÖST bei Fehlersignalschaltern muss mit einer von vorn bedienbaren Taste getestet werden können.
  - Messstromkreise mit 4 – 20 mA erhalten keine Sicherungsüberwachung

6.5.2 Schutz von Steuer- und Messstromkreisen

Alle Steuerstromkreise sind nach verfahrenstechnischen Redundanzen abzusichern und zu überwachen. Die Steuersicherungen sind getrennt von den Leistungssicherungen, vorzugsweise im oberen Teil der Schränke, anzuordnen.

---

[29] Für die Energiebegrenzungsklasse 1 sind in DIN EN 60898-1 keine I^2t genannt. Deshalb ist eine Aussage hinsichtlich Energiebegrenzung und Durchlassenergie bei Kurzschluss hier nicht möglich -> Risiko.

[30] Eine evtl. Freischaltung eines Feldes/Zelle darf zu keiner AUSGLÖST – Meldung führen.

[31] Keine Sammelmeldung bei manueller Abschaltung. Die Meldung AUSGELÖST kann durch eine von vorn bedienbare Taste getestet werden.

Auf der jeweiligen Innenschaltschranktür ist eine Liste mit den Sicherungsbezeichnungen in Klartext anzubringen (Notwendig ab 10 Sicherungen).

Alle Sicherungselemente und Automaten müssen mit den Angaben im zugehörigen Übersichts- und Stromlaufplan übereinstimmen.

6.6 Erdungs- und Kurzschließvorrichtung (EuK)

- Gewählter Seilquerschnitt gemäß auftretenden Kurzschlussströmen (durch Berechnung nachzuweisen) und Angabe des Herstellers.
- Unabhängig von der Form der Sternpunkterdung, müssen Erdseil und Kurzschließseil denselben Querschnitt haben (Erweiterung der DIN EN 61230)[32].
- Kennzeichnung mit Herstellername, Typ, Querschnitt, Baujahr, sowie die Größen Bemessungsstrom I_r (1kA – 42 kA), Bemessungszeit t_r (0,1s – 3s) und Bemessungsscheitelfaktor n_r (2,0 in NS-Anlagen; 2,5 bei 50 Hz; 2,6 bei 60 Hz)[33]
- Phasenfestpunkte: Kugelförmig 25 mm (30 kA)
- Erdungsfestpunkte: Erdungsbolzen mit Messingmutter M 16 passend zum Erdpunkt mit unverlierbarer Flügelmutter
- Pro Transformator zwei EuK und eine Erdungsstange (örtlich anpassbar)
- Liegen E-Raum und Trafobox eng beieinander, sind EuK-Vorrichtungen im Elektroraum zu lagern. Im anderen Fall (längere Wegstrecken) ist die EuK im Traforaum anzuordnen.

6.7 Mittelspannungsanlagen

6.7.1 Allgemein

Alle Schalthandlungen der Leistungsstromkreise müssen mit geschlossenen Türen durchführbar sein. Das gilt auch für das Verfahren von Einschubleistungsschaltern nach Trenn- bzw. Betriebsstellung und das Quittieren von Überstromereignissen. Eine Minimierung des Schutzgrades ist hierbei nicht erlaubt.

Betriebsweise

	LS Einspeisung 1	LS Kupplung	LS Einspeisung 2
Normalbetrieb	EIN	AUS	EIN

[32] Zur Vermeidung von Missverständnissen: In starren bzw. direkt geerdeten Netzen (z. B. unsere NS-Netze) dürfen nach DIN EN 61230 nur selbe Querschnitte verwendet werden. In anderen Formen der Sternpunkterdung (z.B. NOSPE) ist durchaus ein verringerter Querschnitt erlaubt.

[33] Beispiel Aufschrift „20 kA-2s-2,5“: EuK hält einem effektiven Kurzschlussstrom von 20 kA über 2s und einem Stoßkurzschlussstrom von 50 kA (2,5x20kA) stand. Siehe auch ep 8/15 „Zubehör in Trafostationen“

	LS Einspeisung 1	LS Kupplung	LS Einspeisung 2
Revisionsbetrieb SSA 1	EIN	EIN	AUS
Revisionsbetrieb SSA 2	AUS	EIN	EIN

Die Leistungsschalter der beiden Einspeisungen und der Kupplung sind für eine Fernschaltung vorzubereiten. Neben der mechanischen Schaltbarkeit der Schalter, ist eine Schaltung über die Kombigeräte für Schutz, Steuerung und Überwachung vorzusehen.

Um eine unterbrechungsfreie Umschaltung vom Normalbetrieb in den Revisionsbetrieb zu ermöglichen, wird eine sog. „2 aus 3 – Schaltung“ bzw. „3 aus 4 – Schaltung“ realisiert. Damit ist eine dauerhafte Zusammenschaltung der beiden Einspeisungen ausgeschlossen. Durch einen Fern/Ort-Umschalter im Kuppelfeld, kann die Automatik entweder von Fern (bei einer vorhandenen Schaltanlagenautomatisierung) oder vor-Ort ausgelöst werden Eine Bedienung der Leistungsschalter ist, unabhängig von der Automatik, weiterhin möglich.

6.7.2 Farbgebung der MS – Schaltschränke

Anlagenart	Farbe	RAL-Farbe
≥ 1 kV ≤ 10 kV[34]	rot-orange	RAL 2001
> 10 kV	gelb-orange	RAL 2000

Ausführung: Pulverbeschichtet

6.7.3 Luftisolierte MS – Schaltanlagen (Vorzugsvariante)

Fabrikfertige, typgeprüfte, metallgekapselte, luftisolierte Schaltfelder mit Leistungsschalter /Schütz auf Schaltwagen oder Einschub mit Einfachsammelschiene, Schottung der Felder untereinander und Unterteilung der Felder in vier Räume (Sammelschienenraum, Schaltgeräteraum, Kabelanschlussraum und Niederspannungsschrank) für Innenraum-Wandaufstellung. Lieferung nach Fabrikabnahme.

- Bemessungsspannung ≥ 24 kV für 20 kV-Spannungsebene des Netzes
- Bemessungsspannung ≥ 12 kV für 6 – und 10 kV-Spannungsebene des Netzes
- Bemessungs-Kurzzeitstrom ≥ 25 kA (in Abhängigkeit von den örtlichen Netzverhältnissen → in Was und Ruh 40 kA), 3 s (für Haupt- und Erdungsstrombahn),
- Störlichtbogenqualifikation IAC A FLR nach DIN EN 62271-200:2012-08 (Pflichtprüfung) 25 kA (in Abhängigkeit von den örtlichen Netzverhältnissen), für 1 s
- Betriebsverfügbarkeit: LSC 2B

[34] Nur wenn MS-Anlagen unterschiedlicher Spannungsebene in einem Raum stehen (sonst wie ≥ 1 kV ≤ 10 kV, d. h. rot-orange)

- Zwischenwandschottung: Schottungsklasse PM (Metallschottung)
- Zugänglichkeit zum Schaltgeräteraum: verriegelungsgesteuert und werkzeugabhängig,
- Zugänglichkeit zum Kabelanschlussraum: verriegelungsgesteuert
- Zugänglichkeit zum Sammelschienenraum: werkzeugabhängig
- Schutzgrad IP3X
- Erdung nach DIN EN 62271-200
- Vakuumleistungsschalter (-schütze), UN ≥ 12 kV, I_{th} = 16/25 kA (in Abhängigkeit von den örtlichen Netzverhältnissen), 3 s, f = 50/60 Hz
- Temperaturklasse: “minus 5 Innenraum”
- Bemessungsschaltfolge: CO – 3 min CO - 3 min CO[35]
- Bei Ausfall der Betätigungsspannung muss der Kraftspeicher des Leistungsschalters (LS) mittels Handkurbel gespannt und der LS unverriegelt geschaltet werden können. Die Verriegelungen nach Kap. 6.7.6.2 sind weiterhin aktiv.
- Schaltwagen handbetätigt
- Erdungsschalter mit Handantrieb, mechanische Verriegelung und Sperrmagnet, Bemessungs-Kurzzeitstrom 25 kA (in Abhängigkeit von den örtlichen Netzverhältnissen), 3 s
- Die Schaltanlage soll über Doppeleinspeisung, Kupplung, Messung und Leistungs-schalter- bzw. Schützabgänge und Sammelschienenerdung verfügen.
- Prüfung auf Spannungsfreiheit an kapazitiv angekoppelten Messpunkten mittels Spannungsanzeigegerät
- Für den Anschluss von Mittelspannungsmotoren und Generatoren (MS und NS) sind die Leistungsschalter mit Unterspannungsspulen auszustatten.
- Spannungswandler in den Einspeisefeldern vor den Leistungsschaltern und auf den Sammelschienen (Sammelschienenspannungswandler nur bei Bedarf).
- Falls Druckentlastungsmaßnahmen bei Schaltanlagen notwendig sind, dürfen nur geprüften Druckentlastungskanälen verwendet werden. Schaltanlage und Kanäle sind bei ein und demselben Hersteller zu beziehen. Die Kanalführung ist durch eine geeignete Anlagenaufstellung und die Raumgestaltung extrem kurz auszubilden. Im Bereich der Auslassöffnung auf der Gebäudeaußenseite sind geeignete Schutzvorkehrungen (kein Personenverkehr) zu treffen.“
- Zum Schutz von MS-Motoren und – Generatoren sind Überspannungsableiter einzusetzen.

6.7.4 Gasisolierte Anlagen

Gasisolierte Anlagen sind nur in begründeten Ausnahmen zulässig.

[35] C – closed O – open, d. h. ausschalten eines Kurzschlusses → nach 3 min Wartezeit einschalten, sofortiges AUS möglich → 3 min Wartezeit

Fabrikfertig, typgeprüft, metallgekapselt mit fest eingebauten Schaltgeräten (Dreistellungsschalter, Vakuum-Leistungsschalter) für Innenraum mit Schottung zwischen Sammelschienen- und Leistungsschalterraum

- Bemessungsspannung ≥ 24 kV für 20 kV-Spannungsebene des Netzes
- Bemessungsspannung ≥ 12 kV für 6 – und 10 kV-Spannungsebene des Netzes
- Bemessungs- Stehblitzstoßspannung: 75 kV
- Isolationspegel nach Liste: 2
- Bemessungs-Kurzzeitstrom: ≥ 25 kA (in Abhängigkeit von den örtlichen Netzverhältnissen), 3 s
- Druckentlastungseinrichtungen
- Gasüberwachungseinrichtungen
- Leckrate: Wartungsfreiheit für 10 Jahre
- Schutzgrad: IPX3 - IP64
- Störlichtbogenqualifikation IAC A FLR nach DIN EN 62271-200: 2004 (Pflichtprüfung) 25 kA (in Abhängigkeit von den örtlichen Netzverhältnissen), für 1 s
- Betriebsverfügbarkeit: LSC 2B
- Zwischenwandschottung: Schottungsklasse PM (Metallschottung)

6.7.5 Sekundärtechnik

Separate DC-Anlagen inkl. Batterien, Überbrückungszeit 8 h für Übergabeschaltanlage lt. TAB[36]. Für die unterlagerten Schaltanlagen können die Spannungen von einer vorhandenen redundanten USV-Anlage zur Verfügung gestellt. Aus einer einfachen USV sind keine Betätigungs-, Steuer- und Meldespannung zu erzeugen.

Je MS-Feld sind vorzusehen:

- Betätigungs-, Steuer- und Meldespannung 60 V DC (siehe auch Kap. 6.8.6, 60 V DC-Anlagen)
- Separate Absicherungen, Aufzugmotor und Steuerspannung
- Kombigerät Schutz – Bedienung – Blindschaltbild, inkl. Schnittstelle IEC 61850 bzw. Profibus (Klärung während der Planung):
  - Vor-Ort- und Fernbetätigung
  - Messung (Strom/Spannung/Leistung/Frequenz/cosφ)

[36] Forderung in den Technische Anschlussbedingungen des Verteilnetzbetreibers (TAB) Mittelspannung. Mit den BWB-typischen USV-Anlagen, ist die geforderte Überbrückungszeit nicht zu erreichen.

  - Rückmelder für Trenn-, Leistungsschalter- und Erderstellung innerhalb des örtlichen Blindschaltbildes
  - Zur Signalisierung von Automatenfall und Schutzauslösung bzw. Anzeige am Schutz-/Feldsteuergerät auf der Tür
  - Anschaltung an die Spannungswandler-Ringleitung. Ausnahme für Einspeisefelder: Der Spannungsabgriff erfolgt hier vor dem Leistungsschalter.
- Befindet sich der Fern/Ort-Schalter in Stellung “Ort”, ist eine Ferneinschaltung zu verhindern.
- Bei Einsatz von Schaltanlagenleittechnik sind für die Sekundärtechnik besondere Vereinbarungen zu treffen.

6.7.6 Verriegelungen Mittelspannung

6.7.6.1 Allgemeines

- Verriegelungen für Einspeisungen: Es gelten die TAB des VNB
- Bei Trafoabgängen: Schlüsselverriegelung mit zugehöriger Trafokammer-Gittertür (siehe Kap. 6.7.8)
- Bei Sternpunktfeldern: Erdungsschalterverriegelung mit zugehörigem MS-Feld
- Alle Verriegelungen sind so auszuführen, dass auch im spannungslosen Zustand (Hilfsspannung fehlt) keine Gefahr für Personen und Anlagen besteht.

6.7.6.2 Feldinterne Verriegelungen EN 62271-200: 2012

- Einschübe dürfen nicht bei eingeschaltetem Leistungsschalter von Trenn- in Betriebsstellung und entgegengesetzt gefahren werden.
- Leistungsschalter dürfen nur in Betriebs- oder Trennstellung schaltbar sein.
- Der Stecker (Steuerstromkreise) für Leistungsschalter ist in das Verriegelungskonzept einzubinden.
- Steckbare Betätigungsschlüssel für die Türen der MS-Felder sind nur im komplett verschlossenen Zustand der Tür abziehbar.
- Die Tür des Kabelanschlussraums darf nur bei geschlossenem Erder zu öffnen sein.
- Die Aufhebung der Erdung ist nur bei geschlossener Tür möglich.
- An Leistungsschaltern für Motoren und Generatoren sind die mechanischen Einschaltmöglichkeiten zu blockieren.
- Abgangserdungsschalter und Einschübe sind für definiertes Erden und Verfahren gegeneinander zu verriegeln.
- Betätigungshebel/-kurbeln dürfen nur in definierten Endstellungen der Schaltgeräte abgezogen/eingesteckt werden.
- Gleichzeitig darf nur ein Schaltelement betätigt werden.

6.7.6.3 Anlagenübergreifende Verriegelungen

Sie sind vorzugsweise unter Nutzung bestehender Infrastruktur zu realisieren.

Vorzugsweise Datenübertragung per Lichtwellenleiter unter Nutzung des Kommunikationsprotokolls IEC 61850. Für Mitnahmeschaltungen sind folgende Fälle zu betrachten:

Verriegelung zwischen	Datenübertragung
MS- MS- Schalter	Lichtwellenleiter mit IEC 61850
MS- NS- Schalter mit ausgelagerten (außerhalb des MS-Gebäudes) Trafos	Lichtwellenleiter mit IEC 61850
MS- NS- Schalter innerhalb eines gemeinsamen Gebäudes	Cu-Leiter

Alle Signale sind als aktive Freigabesignale zu gestalten. Das bedeutet, dass bei Drahtbruch, ausgefallener Kommunikationsstrecke oder Kommunikationsteilnehmer die Freigabe nicht erteilt wird.

- Die Verriegelung verhindert das Verfahren des Leistungsschalters aus der Trennstellung, wenn die Kabelverbindung auf der Gegenseite geerdet ist (Sperrmagnet vorsehen).
- Die Verriegelung stellt sicher, dass Kabelfelder nur geerdet werden können, wenn der Leistungsschalter der Gegenseite in Trennstellung ist (Sperrmagnet vorsehen).
- Mitnahmeschaltung des zugehörigen Unterspannungs-Schalters. Bei abgeschaltetem Oberspannungs-Schalter oder Schaltwagen nicht in Betriebsstellung darf das Einschalten des Unterspannung-Schalters nicht möglich sein (Ausnahme Unterspannung-Schalter in Teststellung).

6.7.7 Messungen in MS-Anlagen

- In Einspeisefeldern mit zwei Sammelschienenabschnitten:

  Multimessgerät 96 x 96 mit Spannungsabgriff vor dem LS mit mindestens folgenden Kenngrößen:

  - Display mit der gleichzeitigen Anzeige von zwei Messgrößen
  - Messgrößen müssen durch Umschaltungen darstellbar sein: Spannungen 3 x Leiter/Leiter; 3 x Leiter/Erde; Strom L1, L2, L3; Wirk-, Blind- und Scheinleistung, cos(phi); kumulierte Wirkarbeit; ProfiNet-Übertragung: Spannungen 3 x Leiter/Leiter; 3 x Leiter/Erde; Strom L1, L2, L3; Wirk-, Blind- und Scheinleistung, cos(phi), kumulierte Wirkarbeit Bezug und Lieferung)
  - keine weiteren Analog-Messgeräte

- Kuppelfeld Schaltanlagen mit zwei Einspeisungen: Strommessgerät Analog L2
- Relevante Abgangszellen: Strommessgerät Analog L2

6.7.8 Getrennte Aufstellung Mittelspannungsschaltanlage – Transformatoren (Vorzugsvariante)

6.7.8.1 Allgemeines

Hinter den Trafokammeraußentüren sollen im Abstand von ca. 0,2 m nach außen öffnende Gittertüren (Maschenweite ca. 40 x 40 mm) montiert werden, die die gesamte Türöffnung abdecken. Lichte Breite im geöffneten Zustand >1,8 m, Höhe >2,20 m.

Die Gittertüren je Trafokammer bestehen üblicherweise aus zwei Flügeln. Diese Flügel müssen im geschlossenen Zustand durch einen Feststeller justiert sein, so dass sie weder durch Drücken oder Ziehen aus ihrer Lage verändert werden können. Auch demontierte Gitterroste dürfen auf die beschriebene Funktion keinen Einfluss haben.

Die Trafokammeraußentüren sind in Abstimmung mit dem Betreiber zu beschriften. Schrifthöhe ca. 30 cm.

Vor jeder Trafokammer wird eine Anlieferungsebene 2,5 x 2,5 m gebraucht, die das Gewicht der Trafos + 500 kg tragen kann.

Das Ein- oder Ausfahren der Transformatoren hat ohne Demontage von baulichen Einbauten, z.B. Türschwellen, zu erfolgen.

6.7.8.2 Gittertür-Verriegelung (Beispiel KW Was, T63, T64)

Zum Einschalten und Betreiben des speisenden Mittelspannungsleistungsschalters ist der Schlüssel der Trafogittertür zwangsweise im Mittelspannungsabgang zu hinterlegen. Hierfür ist eine technische Lösung zu wählen. Dieser Schlüssel darf erst freigegeben werden, wenn der Mittelspannungsabgang geerdet und sich der zugehörige NS-Leistungsschalter in Trennstellung befindet.

Die Schaltposition (Ein oder Aus) des Leistungsschalters wird für diese Verriegelung nicht berücksichtigt.[37]

An das Schloss der Gittertüren werden folgende Bedingungen gestellt: Der Schlüssel darf nur dann abziehbar sein, wenn beide Türflügel in der geschlossenen Endlage justiert sind und sich Schließhebel des Schlosses in der Stellung "geschlossen" befindet (entsprechende Riegelschlösser mit Zwangsschließung werden, auch für Doppelflügeltüren, u.a. von der Fa. Kerfin Gerichtsstraße 12/13, 13347 Berlin, Tel: 030/4623099, vertrieben.). Der Türfeststeller kann dann nicht mehr entriegelt werden.[38] Das Abziehen des Schlüssels darf nicht möglich sein, wenn

- der Schließhebel in der Stellung „offen“ ist oder

[37] EIN- und AUS-Schalten in Trennstellung immer möglich.
[38] Ein Aufdrücken der verschlossenen Tür soll somit verhindert werden.

- die Gittertüren offenstehend sind und der Schließhebel in der Stellung „geschlossen“ ist oder
- nur ein Türflügel geschlossen ist und der Schließhebel in der Stellung „geschlossen“ ist oder
- beide Türflügel „geschlossen“, jedoch nicht mit dem Feststeller justiert sind.

6.7.9 Gemeinsame Aufstellung Mittelspannungsschaltanlage – Transformatoren

nicht zugelassen

6.8 Niederspannungsanlagen

6.8.1 Niederspannungs - Netzformen

Die Vorzugsnetzform ist ein zentral geerdetes TN – Netz, isolierter PEN vom Transformator (Sternpunkte der Niederspannungsseite der Transformatoren sind grundsätzlich isoliert auszuführen).

Der PEN des Transformators wird auf die isolierte, durchgehende PEN-Schiene der Niederspannungs-Hauptverteilung aufgelegt (Anlage 4). Diese PEN-Schiene wird einmal mit dem zentralen Erdungspunkt (ZEP) verbunden. Dieser befindet sich in der Regel im Kuppelfeld. Es ist im unteren Bereich ein Schild anzubringen: „ZEP, zentraler Erdungspunkt, Achtung: Beim Entfernen der Brücke wird die Schutzmaßnahme aufgehoben!“. Alle abgehenden N- und PEN Leiter werden an diese Schiene angeschlossen. Von der PEN - Schiene wird die PE – Schiene gebildet, die mehrmals geerdet werden darf.

Die zentrale Haupterdungsschiene ist gut zugänglich (nicht im Doppelboden) im Raum der Niederspannungs-Hauptverteilung anzuordnen. Im TN-S System wird der ZEP, die einzige Verbindung von der PEN- zur PE-Schiene, innerhalb der NS-Hauptverteilung vorzugsweise im Kupplungsfeld angeordnet. Bei getrennter Aufstellung der Sammelschienenhälften einer NS-Hauptverteilung in mehreren Räumen, sind ZEP und Haupterdungsschiene in einem Raum vorzusehen.

Alle Anlagen nach der Niederspannungshauptverteilung sind als TN-S – Netz auszuführen. Bei doppelseitig eingespeisten Verteilungen sind deren Einspeiseschalter vierpolig auszuführen.

Bei bestehenden Anlagen in denen PEN-Leiter vorhanden sind, ist, innerhalb eines Projekts, zu prüfen ob es technisch-wirtschaftlich sinnvoll ist, die Kabel gegen Fünfleiter auszutauschen.

Für eine vorbeugende Instandhaltung soll eine „permanente Überwachung von Fehler- und Störströmen“ (allstromsensitiven Differenzstromüberwachungssystem) in einem Werk eingebaut und getestet werden.

6.8.2 Allgemein

6.8.2.1 Einspeisungs- und Steuerungskonzept

Ein wesentliches Ziel der Planung eines Netzkonzeptes ist der Schutz der Mitarbeiter vor einem eventuellen Störlichtbogen. Es sind folgende Punkte zu beachten:

- Niederspannungsschaltanlagen, die direkt Transformatoren folgen, dienen ausschließlich der Energieverteilung (Niederspannungshauptverteilungen). In diese sind keine Verbraucherabgänge zu integrieren → Anlage 5a.
- Leistungsstarke Verbraucher werden über nachgelagerte Niederspannungsverteilungen, vorzugsweise mit NH-Sicherungslasttrennschalter) versorgt → Anlage 5b.
- MCC-Einschübe für Antriebe in nachgelagerten Niederspannungsschaltanlagen sind nur in Fällen einzusetzen, wenn an einer relevanten Arbeitsstelle[39] für eine Störungssuche die Störlichtbogenenergie von 168 kJ überschritten wird → Anlage 5c.
- Für Packed Units und Schaltschränke nach Niederspannungshauptverteilungen: Wird an relevanten Arbeitsstellen die Störlichtbogenenergie von 168kJ überschritten, ist der Leistungs- und Steuerungsteil räumlich zu trennen. Die Trennung kann so weit führen, dass der Leistungsteil separat von der Niederspannungsschaltanlage eingespeist werden muss.
- Für Abgänge mit max. 63A ist keine Störlichtbogenberechnung notwendig.

6.8.2.2 Farbgebung der Schaltschränke

Anlagenart	Beispiel AKS	Farbe	RAL-Farbe
700 V NS-Schaltanlagen, FU-Schränke		Oliv-gelb	RAL 1020
400 V NS-Schaltanlagen[40]	=21CA	Mai-grün	RAL 6017
USV-Anlagen, auch USV-Verteilungen	=21DA	Zink-gelb	RAL 1018
400 V Steuer- u. Meldeschränke, FU-Schränke	=21EA, =21PA, =L31.CM101-G1	Licht-grau	RAL 7035
Beleuchtungsverteilungen	=11CJxx	Mai-grün	RAL 6017
60 V DC Anlagen[41]		Licht-blau	RAL 5012

[39] „Relevante Arbeitsstelle“: Sind Arbeitsstellen, an der unter Spannung oder in deren Nähe von unter Spannung stehender Teilen, Instandhaltungsarbeiten durchgeführt werden müssen → bei Fragen AG oder TS-E kontaktieren.

[40] auch Beleuchtungsverteilungen und kombinierte Bel.verteilungen mit Normal- und USV-Einspeisung

[41] Nur für komplette Schrankanlagen

Ausführung: Kunstharz, Ledereffekt oder leicht getupft. Pulverbeschichtet

6.8.2.3 Bauart- und Stücknachweis

Es ist ein Bauartnachweis nach DIN EN 61439-1:2012-06, Kap. 10, zu erbringen: Der Bauartnachweis beinhaltet zu jedem Einzelnachweis die gewählte Nachweismethode, das Nachweiskriterium und die Prüfberichtsnummer oder die Berechnung[42]. Insbesondere wird auf die max. zulässige Belastbarkeit der eingebauten Betriebsmittel hingewiesen[43]. Ein verminderter Bemessungsstrom, ist im Stromlaufplan am Einbaugerät zu vermerken.

An jedem Niederspannungsfeld ist ein Typenschild anzubringen.

6.8.2.4 Nachweis der Kurzschlussfestigkeit

In der Planungsphase, spätestens in der Entwurfsplanung, ist eine Kurzschlussberechnung durchzuführen (dies gilt auch für alle Steuerschränke und Beleuchtungsverteilungen ab einer Standhöhe von 1800 mm). Deren Ergebnisse sind mit den Kurzschlusswerten der geplanten Anlage zu vergleichen.

Der Nachweis der Kurzschlussfestigkeit ist durch den Auftragnehmer zu erbringen. Wird dies durch einen Vergleich mit einer Referenzkonstruktion nachgewiesen, ist die ausgefüllte Tabelle 13 (Checkliste) der DIN EN 61439-1: 2012-06 beizulegen und evtl. weitere Nachweise zu erbringen.

Eine ausreichende Kurzschlussfestigkeit und Störlichtbogensicherheit der Schaltanlage ist für jeden Betriebsfall, auch für die überlappende Umschaltung, zu gewährleisten.

In der Regel werden für Anlagen, die von zwei Transformatoren versorgt werden, folgende Werte für die Kurzschlussfestigkeit gefordert:

- Transformatorenleistungen (u_k=6%) 2000 kVA, 2500 kVA:
  - Bemessungskurzzeitstromfestigkeit I_{cw}(1s) 150 kA
  - Kurzschlussauschaltvermögen I_{cu} 150 KA
  - Störlichtbogensicherheit (IEC 61641) 150 kA (300 ms),

- Transformatorenleistung (u_k=6%) 1600 kVA:
  - Bemessungskurzzeitstromfestigkeit I_{cw}(1s) 100 kA
  - Kurzschlussauschaltvermögen I_{cu} 100 KA
  - Störlichtbogensicherheit (IEC 61641) 100 kA (300 ms), für Abgangsfelder 50 kA (siehe 6.8.3.1.2)

[42] Diese Kriterien gelten für alle Spannungsebenen. denn Prüfpunkte wie z.B. Festigkeit von Gehäusen, Luft-und Kriechstrecken, Anschlüsse sind allgemeingültig.

[43] Z.B.: ein Sicherungslastrenner NH00 160A darf unter Umständen nur mit 125A-Sicherungen bestückt werden.

- Transformatorenleistung (u_k=6%) 1250 kVA:
  - Bemessungskurzzeitstromfestigkeit I_{cw}(1s) 85 kA
  - Kurzschlussauschaltvermögen I_{cu} 85 KA
  - Störlichtbogensicherheit (IEC 61641) 85 kA (300 ms)
- Transformatorenleistung (u_k=6%) ≤ 1000 kVA
  - Bemessungskurzzeitstromfestigkeit I_{cw}(1s) 65 kA
  - Kurzschlussauschaltvermögen I_{cu} 65 KA
  - Störlichtbogensicherheit (IEC 61641) 65 kA (300 ms)

6.8.2.5 Nachweis der Störlichtbogensicherheit

Für Energieverteilungsanlagen (Kap. 6.8.3) sind alle sieben Kriterien des Personen- und Anlagenschutzes nach DIN EN 61439-2 Beiblatt 1: 2016-01, Kap. 8.7, zu erfüllen. Die Prüfergebnisse sind mit den Angebotsunterlagen vorzulegen.

6.8.2.6 Instandhaltungskonzept

Instandhaltungsarbeiten/Störungssuche sind teilweise an unter Spannung sehenden Anlagen durchzuführen. Auch bei derartigen Arbeiten ist der Personenschutz zu gewährleisten. Deshalb ist während der Planung für alle Anlagen eine Gefährdungsanalyse über das bestehende Restrisiko einer Neuanlage anzufertigen. Es sind dem Betreiber Vorschläge zur Risikominderung zu unterbreiten. Zum Beispiel sind nach DGUV Information 203-077 (BGI 5188) Niederspannungsanlagen und Steuerschränke so zu konzipieren, dass Gefährdungen durch Störlichtbögen, ggf. auch unter Verwendung geeigneter Schutzausrüstungen, ausgeschlossen werden können. Die Störlichtbogenenergie ist für alle Schaltschränke zu berechnen. Das BWB-Instandhaltungspersonal verwendet in der Regel Persönliche Schutzausrüstungen gegen thermische Auswirkungen eines Störlichtbogens (PSAgS) der Klasse 1. An einer möglichen/notwendigen Arbeitsstelle ist deshalb eine Lichtbogenenergie von W_{LB} ≤ 168 kJ einzuhalten.

6.8.3 Niederspannungs – Hauptverteilungen

Art der Anlage	Merkmal
Niederspannungs-Hauptverteilungen	• Zwei Einspeise-Leistungsschalter • Kupplung besteht aus einem Leistungsschalterfeld und einem Lastrennschalterfeld • sind hinter Transformatoren oder nach einer vorgelagerten NS-Hauptverteilung angeordnet

Die Anlagen sind nach DIN EN 61439-2:2012-06 auszuführen. Sind in einem Klärwerk bzw. OWA Tegel bereits Anlagen eines Typs vorhanden, ist dieser Typ, falls er nach wie vor dem

Stand der Technik entspricht und keine Abkündigung des Herstellers bekannt ist, auch für neue Projekte zu verwenden.

6.8.3.1 Konstruktive Gestaltung

Die Abgänge und Antriebe werden unter Berücksichtigung der technologischen Anlagenverfügbarkeit möglichst linienbezogen auf die Sammelschienen verteilt (siehe auch 3.2).

In der Regel werden Niederspannungshauptverteilungen mit zwei oder, in Ausnahmefällen, mit drei Sammelschienenabschnitten errichtet.

Innenraumschaltanlage, Schutzart IP 40 oder höher (IP 30 mit halogenfreier Kunststoffabdeckung gegenüber Kabelraum bzw. Doppelboden).

Einspeise- und Kuppelleistungsschalter sind ausschließlich in Einschubtechnik vorzusehen. Für MCC-Felder (Motor Control Center) ist technisch-wirtschaftlich zu untersuchen (siehe auch 6.8.3.7) ob zur Anwendung gelangt:

- Einschub – oder Einsatztechnik
- Auslagerung von Steuerungs- und Leistungskomponenten für Motoren in einen separaten Schaltschrank. Einspeisung über Sicherungslasttrennschalter von der NS-Verteilung unter Beachtung einer linienbezogenen Energieaufteilung → siehe auch 6.8.2.1.

Allgemeiner Aufbau:

- Anreihbare Einzel-Schaltschränke für Einspeisungen, Kupplungen und Abgänge (Energieverteiler), in Stahlblechausführung, feuerverzinkt und lackiert, Korrosionsbeständigkeit nach DIN EN 61439-1, 10.2.2, Schärfe A alternativ Schärfe B (wenn erhöhte Anforderungen bestehen).
- Einspeise- und Kuppelleistungsschalter befinden sich in der Mitte der Anlage
- Bei Schaltanlagen in Wandaufstellung oder bei Rücken- an Rückenaufstellung müssen sämtliche Instandhaltungsarbeiten (z.B. Inspektionen und Reinigungen der Horizontal-Sammelschienen) von vorn möglich sein. Ist die Bedingung nicht erfüllbar, ist eine Aufstellung im freien Raum erforderlich.
- Selbstschließende Lüftungsöffnungen im Störlichtbogenfall
- optional zwei Blindleistungskompensationen (separate Aufstellung, Sammelschienen nicht durchverbunden, siehe auch Kap. 6.8.3.11) pro Sammelschienenabschnitt
- Vorzugsweise werden Frequenzumrichter und Schaltgeräte für Installationsanlagen in Festeinbau außerhalb der Schaltanlage angeordnet und von außen bedienbaren Sicherungslasttrennschaltern versorgt.[44]
- Jedes Feld (jeder Schrank) ist unterteilt in Sammelschienenraum - Geräteraum – Kabelanschlussraum. Die drei Funktionsräume der inneren Unterteilung sind durch Trennwände gegeneinander zu schotten. Gemäß DIN EN 61439-1 sind folgende innere Unterteilungen zugelassen:

[44] Verringerung der Störlichtbogengefährdung

- Form 4b Einspeise-, Kuppel- und Leistungsschalter-Abgangsfelder
- Form 3b MCC – Felder

- Die Schaltanlagen erhalten aufgemalte oder geklebte Blindschaltbilder und Resopal-Hinweisschilder (grau mit schwarzer Schrift, Texte nach genehmigter Schilderliste) mit Kunststoffnieten befestigt.
- Die Türverschlüsse sind aus Kurzschlussgründen konstruktiv mit mehreren Reibern ausgeführt. Alle Reiber sollen mit innen liegenden Gestängen so verbunden werden, dass sie sich von außen **nur mit einem** Knebel öffnen und schließen lassen (Prinzip des Basküleverschlusses). Vom Bieter muss zwingend der Nachweis dieser Ausführung als Teil einer Bauartnachweisprüfung erbracht werden.
- Ein eventueller Fehler in einem Feld, darf die Funktionsfähigkeit der anderen Felder nicht beeinflussen

6.8.3.1.1 Konstruktive Gestaltung Einspeise- und Kuppelfelder

- Sämtliche Bedienhandlungen sind bei geschlossenen Türen möglich
- Felder bestückt mit dreipolig- oder vierpolig schaltenden, offenen Leistungsschalter in Volleinschubtechnik mit Motoraufzug (230 V AC) und Handaufzug
- Die Türen sind beim Verfahren „Test – Betriebsstellung“ verriegelt
- Störlichtbogenfeste Schottung zwischen den Funktionsräumen
- Shutter vor den Sammelschienen
- Keine Reihenklemmen im Kabelanschlussraum
- Im Kuppelfeld werden zwei Sätze Messbuchsen, abgesichert mit NH-Sicherungen[45], für den Phasenvergleich SSA I und II eingebaut.

6.8.3.1.2 Konstruktive Gestaltung Abgangsfelder

- Jedes Abgangsfeld bilden eine konstruktive Baueinheit bestehend aus Kabelanschluss-, Sammelschienen- und Geräteeinschubraum
- Störlichtbogensicherheit (IEC 61641): 50 kA (300 ms)[46]
- Das Bemessungs-Betriebskurzschlussausschaltvermögen I_{cs} der Schutzgeräte muss 50 kA, bzw. bei Transformatoren > 1600 kVA 75 kA betragen.
- Sämtliche Bedienhandlungen sind bei geschlossenen Türen möglich
- Automatische Shutter vor den Vertikalsammelschienen je Einschub
- Montagemöglichkeit von störlichtbogensicheren Abdeckungen der Einschubfächer nach der Entnahme der Einschübe
- Störlichtbogensichere Trennung zwischen Haupt- bzw. Feldsammelschiene Richtung Kabelanschlussraum

---

45 Aufgrund ihrer Auslösecharakteristik begrenzen NH-Sicherung, bis zu einer bestimmten Größe, Störlichtbogenenergie deutlich besser als Leistungsschalter

46 Abweichender Wert zu Kap. 6.8.2.4: da die Abgangsfelder in der Regel nur von einem Transformator versorgt werden und deshalb die Kurzschlussleistung deutlich geringer ist.

- Breite der Kabelanschlussräume: 400 oder 600 mm
- Gummitüllen über den Kabelanschlüssen

6.8.3.2 Elektrotechnische Besonderheiten

- Stromwandler: .../1 A,
- Leistungsschalter für Einspeisungen und Kupplung haben dieselben technischen Daten und sind mechanisch austauschbar. Schutzfunktionen:
  - Überlastschutz,
  - Kurzschlussschutz unverzögert,
  - Kurzschlussschutz verzögert.
- Übertragung von Meldungen und die Fernsteuerung der Leistungsschalter für Einspeisung und Kupplung erfolgen per ET 200 (Kap. 6.8.3.9).
- Leistungsschalter mit Motorantrieb: spannen die Einschaltfeder direkt nach dem Einschalten.
- Dimensionierung der Einschübe inkl. Verdrahtung der Bauelemente nach dem max. Bemessungsstrom der Einschubgröße, nicht nach Verbraucher. Die Überstromschutzeinrichtungen sind dem Verbraucher angepasst und bei Bedarf leicht auswechselbar.
- Alle motorischen Antriebe werden sicherungslos über kurzschlussbegrenzende Motorschutzschalter bzw. Kompaktleistungsschalter eingespeist.
- Verhalten der Schütze bei Kurzschluss gemäß DIN EN 60947-4-1: 2014-02, 8.2.5.1, Zuordnungsart 2: Anlage und Personen werde nicht gefährdet, Gerät kann weiter genutzt werden (gegebenenfalls nach Herstellerangaben Teile austauschen)
- Meldungen am Einschubfrontblende / -tür: Sammelstörung mit LED-Meldeleuchte

6.8.3.3 Sammelschienen / Sammelschienenraum

Sammelschienenmaterial: Kupfer

Der Sammelschienenraum ist an der Rückseite bzw. im oberen Bereich eines Feldes angeordnet und besteht aus einem waagerechten und senkrechten Sammelschienensystem. Der Sammelschienenraum ist durch Trennbleche vom Geräteraum lichtbogensicher getrennt. Sammelschienenräume im oberen Bereich der Schaltschränke, deren Lüftungsgitter auf die Bedienseite weisen, sind nicht zugelassen.

Die Sammelschienenräume an den Feldübergängen sind lichtbogensicher gegeneinander geschottet oder gleichwertige Lösungen für die Störlichtbogensicherheit zu verwenden.

Der Querschnitt der PEN- bzw. N-Schiene besitzen denselben Querschnitt wie die Außenleiter L1, L2, L3.

Mit erfolgtem Nachweis der Kurzschlussfestigkeit, kann die PE-Schiene auch einen geringeren als den halben Außenleiterquerschnitt aufweisen[47].

[47] nach DIN VDE 61439-1, 8.4.3.2.3 und Anhang B

Die waagerechte Hauptsammelschiene soll ohne Querschnittsreduzierung über die gesamte Länge der Verteilung verlaufen. Die Anzahl und die Querschnitte dieser Sammelschienen sind nach der Leistung der Trafos auszulegen. Eine Erhöhung der Trafoleistung, welche durch Belüftung der Transformatoren erreicht wird, ist optional zu berücksichtigen.

Vertikalsammelschienen haben einen gleichbleibenden Querschnitt von oben nach unten und in jeder Feldteilung einer Anlage.

Sammelschienenverbindungen besitzen mindestens zwei Verschraubungen.

Zur Reduzierung der niederfrequenten Magnetfelder verläuft die PEN – Schiene im gleichen Abstand wie die Außenleiter L1, L2, L3 zueinander. Die PE-Schiene wird zur Minimierung von Induktionen im größtmöglichen Abstand dazu angeordnet.

Das gesamte Schienensystem einschließlich der Zu- und Ableitungen, aller Knotenpunkte und aller Transporttrennungen ist komplett störlichtbogensicher zu beschichten bzw. zu ummanteln und die Verbindungsschrauben mit abnehmbaren Isolierkappen abzudecken. Galvanische Veredelungen der Sammelschienen sind nicht zugelassen.[48]

Bei den Motorschaltschränken (MCC-Felder) sind die senkrechten Verteilschienen störlichtbogensicher zu gestalten (z. B. umpressen) und mit verschließbaren Stecköffnungen für die Einfahrkontakte der Einschübe zu versehen.

Alle Schienensysteme müssen für eine spätere Erweiterung in beide Richtungen vorbereitet sein. Die erforderlichen Bohrungen sind beidseitig an den Sammelschienenenden vorzunehmen.

Für das Erden und Kurzschließen der Sammelschienen sind keine fest angebauten Erdungsschaltgeräte bzw. Kugelfestpunkte vorzusehen.[49]

6.8.3.4 Steuerspannungsversorgung

In jedem Sammelschienenabschnitt werden verschiedene Steuer- und Meldespannungen gebildet, die teilweise in der Lage sind, alleine die gesamte Anlage zu versorgen.

Die Netzteile müssen in der Lage sein, bei Fehlern einen ausreichend hohen Strom für die Einhaltung der Abschaltbedingungen zur Verfügung zu stellen.

Feld	Funktion	Spannungsebene	Besonderheiten
Einspeisung/Kupplung	• Motoraufzug (230 V AC) • Steuerung LS (24V DC)	24 V DC in der Regel nicht batteriegestützt und gebildet aus Normalspannung, isoliert	In jedem Einspeisefeld jeweils ein Gleichrichter 230 V AC / 24 V DC. Bei Ausfall einer 230 V - Einspeisung übernimmt der Gleichrichter

[48] Können zu Korrosionen auf Grund chemischer Reaktionen mit Cu führen.

[49] Nach DIN VDE 0105-100, 6.2.4.2, ist ein Erden und Kurzschließen in NS - Anlagen nicht notwendig wenn sichergestellt ist, dass keine zweite Einspeisung bzw. Ersatzstromversorgungsanlage die Arbeitsstelle ungewollt unter Spannung setzen kann.

Feld	Funktion	Spannungsebene	Besonderheiten
	• Meldungen (24V DC) • Meldeleuchten (24V DC) • Verriegelungen, einschl. 2 aus 3 - Schaltung (24V DC)		des anderen Einspeisefeldes die Versorgung. Eine Leistungsreserve von 20 % ist für jeden Gleichrichter vorzusehen. Bemerkung: Die Versorgung der Steuerungen und Meldungen von NS-Hauptverteilungen, angeordnet hinter Transformatoren, hat immer mit batteriegestützen Spannungen zu erfolgen. Für alle nachgelagerten Anlagen gilt: sind bei Netzausfall Schalthandlungen notwendig, ist ebenfalls eine batteriegestützte Steuer- und Meldespannung zu verwenden.
Abgänge Leistungsschalter für Energieversorgung	• Motoraufzug (230 V AC) • Steuerung LS • Meldungen • Meldeleuchten	Selbe 24 V DC – Spannung wie Einspeisung/Kupplung	
Abgänge offener Leistungsschalter für Verfahrenstechnik (z. B. Verdichter)	• Motoraufzug (230 V AC) • Steuerung LS • Meldungen • Meldeleuchten • mit Unterspannungsauslöser	Selbe 24 V DC – Spannung wie Einspeisung/Kupplung	
Abgänge	Leistungsschütz	230 V AC über Steuertransformator, Normalspannung	ein Steuertrafo pro Sammelschienenabschnitt

Feld	Funktion	Spannungsebene	Besonderheiten
Abgänge	Steuerungen, auch für Ortsteuerstellen	24 V, separat erzeugt aus Normalspannung, geerdet (potentialbehaftet) **Achtung:** In Schlammverbrennungsanlagen potentialfrei![50]	Zwei redundante Netzteile mit je 20 % Reserve als Ringleitung, entkoppelt über Dioden.
Abgänge	ET 200	24 V, geerdet, gebildet aus 400 V-Netzteilen, USV-gestützt	Zwei redundante Netzteile mit je 20 % Reserve.

6.8.3.5 Verriegelungen der Leistungsschalter

- Mitnahme durch den vorgelagerten Mittelspannungsschalter
- Bei ausgeschaltetem MS-Schalter darf der Niederspannungsschalter nicht einschaltbar sein.
- Parallelbetrieb von zwei Transformatoren, in der Regel, nur zeitweise zugelassen (siehe Kap. 6.8.3.6).
- Einschübe dürfen nicht bei eingeschaltetem Leistungsschalter von Trenn- in Betriebsstellung und entgegengesetzt gefahren werden.
- Fahrbare Leistungsschalter können nur in Betriebs- oder Trennstellung geschaltet werden.
- Im KW Ruh sind die NS-Einspeiseleistungsschalter mit einer Schlüssel-Verriegelung in Abhängigkeit der LS-Stellung auszustatten. Diese ergänzt die Schlüsselverriegelung für Trafoabgangsfelder im Kapitel 6.7.6.3.

6.8.3.6 Bedienung

Alle Schalthandlungen der Leistungsstromkreise müssen mit geschlossenen Türen durchführbar sein. Das gilt auch für das Verfahren von Einschubleistungsschaltern nach Trenn- bzw. Betriebsstellung und das Quittieren von Überstromereignissen. Eine Minimierung des Schutzgrades ist hierbei nicht erlaubt.

Betriebsweise

	LS Einspeisung 1	LS Kupplung	LS Einspeisung 2
Normalbetrieb	EIN	AUS	EIN

[50] Der erste Fehler muss nicht abgeschaltet werden (höhere Sicherheit für Schlammbehandlungsanlagen). Hinweis: Isolationsüberwachung notwendig.

	LS Einspeisung 1	LS Kupplung	LS Einspeisung 2
Revisionsbetrieb durch Trafo 1	EIN	EIN	AUS
Revisionsbetrieb durch Trafo 2	AUS	EIN	EIN

Am Schaltanlagenfeld sind die Leistungsschalter elektrisch schaltbar.

Um eine unterbrechungsfreie Umschaltung vom Normalbetrieb in den Revisionsbetrieb zu ermöglichen, wird eine sog. „2 aus 3 – Schaltung“ bzw. „3 aus 4 – Schaltung“ realisiert. Damit ist eine dauerhafte Zusammenschaltung der beiden Einspeisungen ausgeschlossen. Durch einen Fern/Ort-Umschalter im Kuppelfeld, kann die Automatik entweder von Fern (bei einer vorhandenen Schaltanlagenautomatisierung) oder vor Ort ausgelöst werden (Musterschaltungen in der Normen-Datenbank WS 14625 und 14626). Eine Bedienung der Leistungsschalter ist, unabhängig von der Automatik, weiterhin möglich.

6.8.3.7 Motoreinschübe in MCC – Feldern

Die Steuerung und Meldung erfolgt mit Hilfe eines, im Einschub integrierten, Motorsteuergeräts, das per BUS an das Automatisierungsgerät angeschlossen ist.

Ventile, 230 V-Motoren und andere Kleinstantriebe sind in separaten Schaltschränken in Aufbautechnik zu konzentrieren.

Merkmale:

- Weiterbetrieb des Antriebs bei Ausfall des Automatisierungsgeräts bzw. der BUS-Verbindung über eine Ortssteuerstelle muss gesichert sein.
- Kommunikation zum Automatisierungsgerät: ProfiNet
- gültig nur für Neuanlagen
- jeder Einschub erhält einen Konfigurationsstecker
- ein Bedienfeld an jedem Einschub ist optional
- Meldungen
- Einheitsschaltbilder siehe Anlage 6a Blatt 1

Funktionelle Verriegelungen und Stellungsanzeigen (mechanisch) an Einschüben:

Einschub befindet sich	Meldung	Verriegelung	Kontaktierung	Anzeige am Einschub	Bemerkung
außerhalb des Schaltfeldes	Keine	Einschubfach verschlossen (Blindblende, Shutter o.ä.)			
in Trennstellung	keine	Arretiert; Einschalten nicht möglich; mechanisch verriegelt	Alle Zuleitungs- und Abgangskontakte offen		verschließbar
in Teststellung (voll eingefahren)	Teststellung Betriebs- und Störmeldungen des Einschubs	Schalter am Einschub in Teststellung Einschub lässt sich nicht verfahren (mech.)	Kontakte für Steuerung/Meldung geschlossen, Leistung offen		
in Betriebsstellung (voll eingefahren)	Betriebsbereit, Betriebs- und Störmeldungen des Einschubs	Schalter am Einschub in Betriebsstellung, Einschub lässt sich nicht verfahren (mech.)	Zu- und Ableitungskontakte für Steuerung/Meldung und Leistung geschlossen	EIN	

6.8.3.8 Sicherungslastrenner in MCC – Feldern

- Leistenbauart
- Strom- oder Spannungsmesser sind nur auf besonderer Anforderung erforderlich.
- Doppelunterbrechung durch Sprungschaltwerk
- Einheitsschaltbilder siehe Anlage 6c, Standard - NH-Sicherungsabgang

6.8.3.9 Signalaustausch Einspeisungs- und Kupplungsfeld

Die Leistungsschalter der beiden Einspeisungen und der Kupplung sind für eine Fernschaltung vorzubereiten (siehe auch Kap. 6.8.3.6).

Vorzugsweise im Kupplungsfeld wird eine dezentrale BUS - Klemme (ET 200) für Meldungen und Messwerte installiert.

- Folgende allgemeine Meldungen werden in beiden Einspeisefeldern mit Hilfe von Fallklappenrelais angezeigt und auf die ET200 verdrahtet:
  - Automatenfall NS-Schalter Einspeisung xx
  - AC 400 – Sammelschienenspannung fehlt (Ruhestromprinzip)
  - DC 24 V Steuerspannung LS fehlt (Spannungsüberwachungsrelais + LS - Schalterüberwachung)
  - Schalterfall
  - Erdschluss DC 24 V (nur bei Schlammverbrennungsanlagen)
- Folgende allgemeine Meldungen werden im Kuppelfeld mit Hilfe von Fallklappenrelais angezeigt:
  - NS-Kuppelschalter Automatenfall (Ruhestromstromprinzip)
  - AC 230 V Steuerspannung SSA I fehlt (Ruhestromprinzip)
  - AC 230 V Steuerspannung SSA II fehlt (Ruhestromprinzip)
  - DC 24 V fehlt SSA I (Ruhestromprinzip)
  - DC 24 V fehlt SSA II (Ruhestromprinzip)
- Leistungsschalter erhalten keine Bus-Anbindung, die Meldungen (Ein, Aus, ausgelöst, Betriebsstellung, Teststellung und ausgefahren) der Leistungsschalter werden auf die ET200 im Kupplungsfeld aufgeschaltet.

6.8.3.10 Messungen

- In den Einspeisefeldern (zwei Sammelschienenabschnitte):

  Multimessgerät (Spannungsabgriff vor dem LS, Messwerte: 3 x Spannung, 3 x Strom, Wirkleistung, Blindleistung, kumulierte Wirkarbeit, ProfiNet-Schnittstelle), keine weiteren Analog-Messgeräte

- Kuppelfeld: ohne Messungen
- Anlagen mit drei Sammelschienenabschnitten sind gesondert abzustimmen.

6.8.3.11 Blindleistungskompensation

Die Notwendigkeit ist während der Planung rechnerisch nachzuweisen.

Geforderter Leistungsfaktor cosφ = 0,95

Nach Bedarf sind für Hauptverteilungen geregelte und verdrosselte Blindstromkompensationsanlagen je Sammelschienenabschnitt vorzusehen. Verdrosselung oder Filterkreise je nach Umfang von Umrichter-gespeisten Antrieben.

Bei der Auslegung der Kompensation, ist die Rundsteuerfrequenz des zuständigen Verteilnetzbetreibers (VNB) zu berücksichtigen.

Das Kompensationsfeld muss separat (Sammelschienen nicht durchverbunden), lichtbogensicher, freischaltbar sein.

Der „Schutz gegen unabsichtliches direktes Berühren gefährlicher aktiver Teile“ hat nach DIN EN 50274 (Gefährdungsbereich um Bedienelemente) zu erfolgen. Eine ausschließliche „Fingersicherheit“ ist hier nicht gefordert.

Weitere Merkmale:

- Störlichtbogensicherheit (IEC 61641): 50 kA (200 ms)[51], Nachweis erforderlich
- Falls die Kompensationsanlage Teil einer Niederspannungshauptverteilung ist, darf keine direkte Verbindung zur Sammelschiene bestehen[52]. Die Einspeisung des Kompensationsfeldes erfolgt über einen NH-Sicherungslasttrennschalter in der NS-Anlage.
- Kondensatorbaugruppen: ___ St. mit je ___ kvar
  - je Kondensatorbaugruppe ein Sicherungslasttrennschalter
  - MKK-Kondensatoren
  - Verdrosselung der Kondensatoren: ___ %
  - Bemessungsspannung der Kondensatoren: 525 V[53]
  - Einsatz von speziellen Kondensatorschütze
  - Entladeeinrichtungen
- Elektronischer Blindleistungsregler für Türeinbau
  - Selbstadaption des C/k-Werts
  - einstellbarer Soll-cos φ von 0,8 ind bis 0,8 cap
  - Hand- / Automatikbetrieb
  - Bei der Einspeisung über mehrere Transformatoren ist ein uneingeschränkter Parallelbetrieb mehrerer Kompensationsanlagen mit geschlossener und geöffneter Kupplung zu gewährleisten. Bei Ausfall eines Trafos steht trotzdem die volle Kompensationsleistung zur Verfügung (Anlage 7).

6.8.3.12 Zubehör

- Wagen für Transport der Leistungsschalter

---

51 Abweichender Wert zu Kap. 6.8.2.4, da die Abgangsfelder in der Regel nur von einem Transformator versorgt werden und deshalb die Kurzschlussleistung deutlich geringer ist.

52 Für die Herstellung einer evtl. notwendigen Spannungsfreiheit

53 Bei 400V-Netzspannung

- Alle zum Betrieb, Wartung und Störungsbeseitigung erforderlichen Werkzeuge und Hilfsmittel
- Blindabdeckungen für Motor- und Leistungsschaltereinschübe (Anzahl: 5 % von der Gesamtanzahl eines jeden Einschubtyps)

6.8.4 Steuerschränke- und Meldeschränke

6.8.4.1 Konstruktive Besonderheiten

Die in den Schränken befindlichen Betriebsmittel sind ausnahmslos „fingersicher“ auszuführen.[54]. Ausnahme: Schränke zur Blindleistungskompensationen (6.8.3.11).

Die Feldhöhe beträgt max. 2000 mm, inkl. evtl. erforderlichen Sockels. Abweichungen sind nur nach schriftlicher Zustimmung des Auftraggebers zulässig.[55]

Beschichtungsverfahren:	Pulverbeschichtung

Innerhalb eines Projekts sind dieselben Abmessungen für Höhe und Tiefe zu wählen.

Bei Doppelböden sind keine Sockel notwendig.

Bedienhöhen, außen am Schaltschrank:	ca. 1500 mm
Ablesehöhe für Panel/Anzeigen:	1700 mm (Oberkante Gerät)

Keine Außenleiteranzeige mit Meldeleuchten am Schaltschrank.

Betriebsmittel werden ausschließlich links beginnend auf Hutschiene montiert.

In der Regel keine Servicesteckdose im Schaltschrank. Ausnahme: Schaltschränke mit Netzwerkkomponenten, SPS oder DDC, außerhalb von elektrischen Betriebsräumen.

Verschlusssystem innerhalb abgeschlossener Elektroräume:	mit Druckknopf
Verschlusssystem außerhalb abgeschlossener Elektroräume:	vorbereitet für Profilzylinder des jeweiligen E-Schließkreises bzw. elektronisches Schließsystem

In sämtlichen verfahrenstechnischen Schaltschränken, Steckdosen- und Lichtverteilungen und ähnlichen Schränken sind in beiden Seiten im unteren, mittleren und oberen Bereich Montageschienen einzubauen.

---

54 Hiermit wird über die Forderungen der DIN EN 50274 hinausgegangen. Die Elektrofachkraft ist dadurch gegen ein unabsichtliches Berühren gefährlicher aktiver Teile geschützt.

55 Hintergrund: Ergonomische Bedienhöhen beachten.

Kabel und Leitungen sind im unteren Bereich der Schränke an Kabelabfangschienen zu befestigen.

Der Einsatz von Verlängerungsachsen, die Bedienelemente (Drehgriff) auf der Schaltschranktür und Lasttrennschalter bzw. Leistungsschalter auf der Montageplatte mechanisch miteinander verbinden, sind zu vermeiden (stattdessen direkte Verbindung Bedienelement-Schaltgerät an Schaltschranktür oder Schaltgerät auf Montageplatte und elektrische Bedienung über Tasten in der Schaltschranktür).[56] Falls dies dennoch notwendig sein sollte, ist darauf zu achten, dass die Schaltschranktür (bei nachgewiesener Störlichtbogensicherheit) auch bei eingeschaltetem Schalter geöffnet werden kann.

Der Einbau von Netztrenneinrichtungen in Türen sind nur bis 63 A zugelassen.

In der Regel sind keine Eingangssicherungen vorzusehen.

Wenn sich Steuerschrank und Spannungsversorgung dieses Schrankes im selben E-Raum befinden, ist kein Einspeiseschalter im Steuerschrank notwendig.

Allgemeine Ausstattungsmerkmale der Steuerschränke

Gerät	Steuerschränke für eigenständige verfahrenstechn. Anlagen (z.B. Zentrifugen)	Steuerschränke für wichtige verf. Anlagen (BHKW, TGA)	Beleuchtungsverteilungen mit USV	Beleuchtungsverteilungen ohne USV	Endverteilungen (z.B. 8HP)	Leitsystem-schränke	TGA/RLT
Bedientaster	x	optional					optional
Bedienpanel	optional	optional					optional
1 oder 2 x 400 V Einspeisungen	1 oder 2	2	1	1	1	1	1
USV-Versorgung		optional	1			1	

[56] Das Schließen der Schaltschranktür gestaltet sich bei Schaltgeräten mit Verlängerungsachse als sehr schwierig und störungsanfällig.

Gerät	Steuerschränke für eigenständige verfahrenstechn. Anlagen (z.B. Zentrifugen)	Steuerschränke für wichtige verf. Anlagen (BHKW, TGA)	Beleuchtungsverteilungen mit USV	Beleuchtungsverteilungen ohne USV	Endverteilungen (z.B. 8HP)	Leitsystem-schränke	TGA/RLT
Steuerspannungsversorgung	Var. 2	Var. 1				Var. 1	
Blindschaltbild		X					
Leuchtmelder, inkl. Lampenprüftaster	optional	optional				optional	optional
Multifunktionsmessgerät	optional	optional					optional

Keine Unterspannungsauslösung.

Steuerspannung, auch für Ortssteuerstellen: 24V DC (Minus geerdet, **keine Mehrfacherdung zugelassen!**)

Um eine Auslösung der vorgeschalteten Überstromschutzeinrichtung während des Einschaltens zu vermeiden, ist der Einschaltrush der Steuerspannungsnetzteile zu beachten (siehe Herstellervorgaben).

Meldeleuchten (LED) mit Lampentestfunktion versehen.

USV-Abgängen innerhalb von Steuerschränken dürfen max. mit gL-Sicherungen 6 A und Leitungsschutzschalter B6, Energiebegrenzungsklasse 3, abgesichert werden.

Innerhalb der Schaltschränke sind Betriebsmittelkennzeichen auf den Betriebsmitteln und zusätzlich auf der Grundplatte od. vergleichbarem anzubringen.

6.8.4.2 Steuerspannungsbildung

Die Steuerspannungsversorgung erfolgt nach vier Varianten. Dabei ist zu beachten, dass, zur Vermeidung von unkontrollierten Wiederanläufen von Maschinen, die Steuerspannungen für

deren Ortssteuerstellen (OSS) immer von einer nicht gestützten Spannungsquelle erfolgt. Es sind keine Netzteile mit dreiphasiger Versorgung zu verwenden[57]. Die Sekundärspannungen der Steuertransformatoren werden auf standardisierte Reihenklemmen geführt.[58]

Die Variante 1 (USV- und Normalnetz)

Zur Versorgung von wichtigen verfahrenstechnischen Anlagen (z. B. Automatisierungssysteme) wird die Steuerspannung über zwei redundante Netzteile erzeugt, welche aus dem USV-Netz und dem Normalnetz gespeist werden.

Beide Netzteile sind für den Volllastbetrieb auszulegen. Die Zusammenführung erfolgt bei Nennströmen ab 10 A über Redundanzmodule aus der gleichen Baureihe der Netzteile. Die Verdrahtung ist so umzusetzen, dass bei Austausch eines Netzteiles keine Versorgungsunterbrechung entsteht. Die Klemmenleiste für die gestützte Steuerspannung wird vom Redundanzmodul versorgt. Die Klemmenleiste für die Ortssteuerstellen wird ausschließlich aus dem vom Normalnetz gespeisten Netzteil versorgt. Die Minusklemmen beider Netzteile werden direkt zu der Klemmenleiste Minus verdrahtet. Das Redundanzmodul wird bei Bedarf von dort mit dem Minuspotential versorgt. Am Ende der Minusklemmenleiste wird eine PE-Klemme montiert und über eine Querbrücke mit der Minusleiste verbunden. Dadurch ist die Erdung der Steuerspannung sichergestellt. Der Ausfall einer der beiden Spannungen ist (zum Beispiel über den Kontakt der Redundanzmodule) an die Leittechnik zu melden.

Die Variante 2 (nur Normalnetz)

Zur Versorgung von normalen Anlagen und Aggregaten, die bei Netzausfall abgefahren werden.

Die Variante 3 (nur USV Netz)

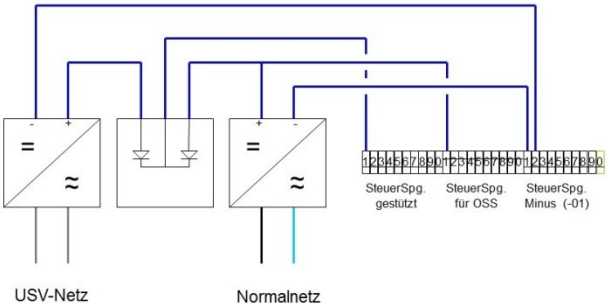
Zur Versorgung von wichtigen Anlagen und Aggregaten (Abstimmung mit dem Betreiber), die bei Netzausfall weiter betrieben werden müssen[59].

Variante 3a

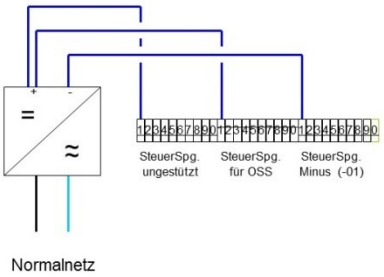
Abschaltung der Steuerspannung für Ortsteuerstellen über ein anzugsverzögertes Zeitrelais.[60]

[57] Vereinfachung für die Instandhaltung
[58] Zur Vermeidung von Schrankumbauten bei notwendigen Konzeptänderungen
[59] Die in Frage kommenden Betriebsmittel sind zu begründen (eine pauschale Versorgung aller elektrotechnischen Verbraucher, z. B. von Messtechnik, ist nicht statthaft)
[60] Verhinderung eines Selbstanlaufs bei Spannungsausfall des Leistungskreises

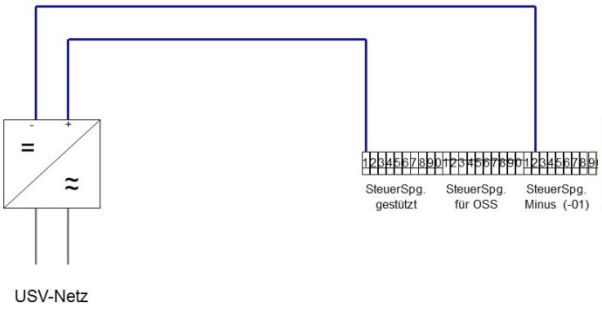
Steuerspannungsversorgung Variante 1
gestützte und ungestützte Spannung
erzeugt aus dem USV- und Normalnetz



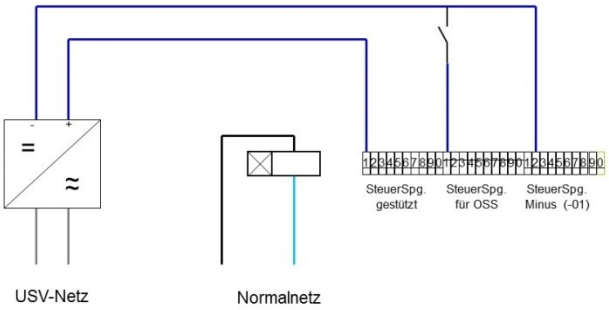
Steuerspannungsversorgung Variante 2
ungestützte Spannung erzeugt aus dem Normalnetz



Steuerspannungsversorgung Variante 3
gestützte Spannung erzeugt aus dem USV-Netz



Steuerspannungsversorgung Variante 3a
gestützte und ungestützte Spannung
erzeugt aus dem USV-Netz



Die folgenden Mindestanforderungen sind der „SPS-Richtlinie“, Kap. 4.2.2, entnommen:

- Wechselspannungsnetzteile (zur Reduzierung von Schaltungsaufwendungen)
- Schaltnetzteile mit einem Wirkungsgrad >= 92 % bei Nennlast
- Netzausfallüberbrückung von min. 25 ms bei Nennstrom
- erforderlicher LS-Schalter für die Primärseite bei In 5 / 10 A => 6(10) A / C(B), bei In 40 A => 16A / C
- Ausgangsspannung 24 VDC +/- 3 %, einstellbar 24-28 VDC
- kurzzeitiger Ausgangsstrom 3 x In für 25 ms und 1,5 In für 5 s
- wählbares Kurzschlussverhalten: Konstantstrom oder speichernde Abschaltung/Wieder-hochlauf
- Ausgangsüberspannungsschutz < 33 VDC
- LED Anzeige für Normalzustand, Überlast und Kurzschluss
- Potentialtrennung primär/sekundär, SELV-Ausgangsspannung nach EN 60650-1 und EN 50178
- bei Einsatz hinter Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) ist ein max. Ableitstrom 3,5 mA einzuhalten
- Ausgangsklemmen je 2 Stück für +, -

- potentialfreier Kontakt für Spannung in Ordnung
- bei redundanter Spannungsversorgung immer ein Redundanzmodul mit potentialfreiem Kontakt zur Überwachung beider Eingangsspannungen

Verbraucher wie Messumformer, Signalvervielfacher im Schaltschrank oder Peripheriegeräte, sind vorzugsweise mit 24 V DC zu versorgen. Alternativ ist 230 V AC möglich.[61]

6.8.5 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

USV-Anlagen dienen zur Versorgung des Automatisierungssystems, ausgewählter sicherheitsrelevanter Antriebe, Steuer- / Messkreise und der Beleuchtung zum Verlassen der Arbeitsstelle bei Spannungsausfall. Die Funktionen von Notöl-, Vor- oder Nachschmierpumpen sollten vorzugsweise auf mechanischem Weg realisiert werden. Allgemeine Steckdosen sind nicht auf eine USV aufzuschalten.

Die Auslösung einer Sicherung muss in der ersten Halbwelle erfolgen. Dementsprechend sind Schmelzsicherungen einzusetzen. Nachgeordnet dürfen LS-Schalter selektiv verwendet werden. Die Kurzschlussströme müssen so groß sein, dass die Abschaltzeiten unter allen Betriebsbedingungen gemäß den Normen erreicht werden.

Netzfrequenztoleranz ± 5 %

Aufstellung: Vorzugsweise sind Steuerungs-/Leistungsteil und Schränke mit den Batterien in einem separaten E-Raum unterzubringen.[62]

Es sind zwei Bauarten möglich. Die Auswahl hat nach der Wichtigkeit der angeschlossenen Verbraucher zu erfolgen und ist mit dem Betreiber abzustimmen.

6.8.5.1 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) Einfacheinspeisung

Das Prinzipschaltbild ist in Anlage 8.1 dargestellt.

Allgemeiner Aufbau:

- 1 Gleichrichter, Speisung über 3 x 400 V AC,
- 1 Wechselrichter, Ausgang 400/230 V AC,
- ein Batteriesystem (1 x 100 %), wartungsfrei, mit automatischer Kupplung der Gleichstromschiene bei Wechselrichterausfall
- Überbrückungszeit: 1 h oder nach Erfordernis (Vorgaben des Auftraggebers)
- Verbraucherfestlegung erfolgt nach verfahrens-, maschinen-, elektrotechnischen Vorgaben oder Erfordernissen der Prozessautomatisierung (Vorgaben des Auftraggebers)

[61] Ziel: mit einem Kabel gleichzeitig Energieversorgung und Signalübertragung, wenn auf Grund des Leistungsbedarfs dies nicht möglich ist, kann auch 230 V Einspeisung zum Einsatz kommen

[62] Die Vorzugstemperatur der Batterien ist geringer als bei anderen elektrotechnischen Komponenten. Deshalb kann die Temperatur im „normalen“ elektrischen Betriebsraum deutlich höher ausfallen.

- Elektronischer Bypass
- Handumgehung

Ständige (100%ige) Versorgung der Verbraucher über die Wechselrichter.

6.8.5.2 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) parallel redundant

Die gesamte USV-Anlage besteht aus redundanten USV-Modulen, gemäß Anlage 8.2. Eine komplette Freischaltung eines Moduls muss ohne Spannungsunterbrechung möglich sein.

Allgemeiner Aufbau:

- 2 Gleichrichter, Speisung über 3 x 400 V AC,
- 2 Wechselrichter, Ausgang 400/230 V AC,
- zwei Batteriesysteme (2 x 50 %), wartungsfrei, mit Kupplung der Gleichstromschiene bei Wechselrichterausfall
- Überbrückungszeit: 1 h oder nach Erfordernis (Vorgaben des Auftraggebers)
- Verbraucherfestlegung erfolgt nach verfahrens-, maschinen-, elektrotechnischen Vorgaben oder Erfordernissen der Prozessautomatisierung (Vorgaben des Auftraggebers)
- Elektronischer Bypass
- Handumgehung

Ständige (100%ige) Versorgung der Verbraucher über die Wechselrichter.

6.8.6 60 V DC – Anlagen

Für die Versorgung der MS-Anlagen mit 60 V DC (Kap. 6.7.5) ist eine separate DC-Anlage mit redundanten Gleichrichtern und einer Batterieanlage aufzubauen.

Allgemeiner Aufbau:

- 2 Gleichrichter, Einspeisung von zwei separaten Netzen
- ein Batteriesystem, wartungsfrei, für 8-stündige Versorgung der Verbraucher bei Netzausfall, Aufstellung in Batterie-Schränken im Schaltanlagenraum, einschl. Batterie-Zubehör.

Diese DC-Anlage darf auch zur Versorgung der Einspeisefelder der Niederspannungshautverteilungen verwendet werden.

Für Hauptschalthäuser und MS-Erzeugungsanlagen gilt im Allgemeinen:

- 3 Gleichrichter (zwei Einspeisungen von separaten Netzen + eine USV-Einspeisung)
- ein Batteriesystem, wartungsfrei, für 8-stündige Versorgung der Verbraucher bei Netzausfall, Aufstellung in Batterie-Schränken im Schaltanlagenraum, einschl. Batterie-Zubehör.

6.8.7 24 V DC – Anlagen

Keine zentrale 24 V – Versorgungen. Es sind dezentrale Lösungen vorzusehen.

Je nach Verfügbarkeitsanforderung werden ein oder zwei 24 V – Netzteile eingebaut. Bei zwei Netzteilen: erste Einspeisung Normalspannung, zweite Einspeisung: USV – Spannung (Kap. 6.8.4.2).

6.8.8 Batterien

6.8.8.1 Allgemeines

In Batterieschränken sind vorzugsweise verschlossene Batterien einzusetzen. Ein Austausch von geschlossenen gegen verschlossene Batterien ist nur mit Parameteranpassungen am Ladegleichrichter statthaft.

In Batterieräumen sind ausschließlich wartungsarme, geschlossene Blei-Säure-Batterien mit transparenten Gehäusen für eine industrielle Ersatz- bzw. Notstromversorgung einzusetzen.

Während des Ladens, der Erhaltungsladung und des Überladens werden Gase aus allen Sekundär-Zellen und -batterien (geschlossene und verschlossene), mit Ausnahme der gasdichten (Sekundär-)Zellen, freigesetzt. Bei Freisetzung der Wasserstoff- und Sauerstoffgase in die Umgebungsatmosphäre kann eine explosive Mischung entstehen, wenn die Wasserstoffkonzentration 4 % Volumenanteil Wasserstoff in Luft übersteigt. Um die Wasserstoffkonzentration unterhalb der unteren Explosionsgrenze zu halten, sind die Belüftungsanforderungen gem. DIN EN IEC 62485-2 (VDE 0510-485-2) zu beachten.

6.8.8.2 Verschlossene Batterien

Nicht für Batterieräume!

- Polanschlüsse auf der Frontseite
- Positive Platten: gewalzte Gitterplatten aus Reinblei
- Negative Platten: gewalzte Gitterplatten aus Reinblei
- Polausführung: elektrolytdichter Schraubpol aus korrosionsbeständigen Edelstahl
- Separation: Mikroporöses Glasvlies mit hohem Absorptionsgrad für den Elektrolyten
- Elektrolyt / Dichte: Schwefelsäure, absorbiert in mikroporösem Glasfaservlies (AGM).
- Sicherheitsventil: Überdruck-Sicherheitsventil, Optional: zentrales Entgasungssystem
- Verbindungstechnik: vollisolierte, verschraubte Kupferverbinder (IP 21) an der Frontseite der Batterie
- Batteriegefäß / Deckel: schlagzäher Kunststoff (ABS), Deckel und Gefäß dauerhaft verschweißt. Flammhemmend entspr. der Klasse FVO nach IEC 60707, UL 94 B

- Wartungsfrei nach DIN: über die Brauchbarkeitsdauer
- Brauchbarkeitsdauer: 250 Zyklen, oder 12-15 Jahre unter Nennbedingungen EURO BAT Kategorie "Long Life"

6.8.9 Ortssteuerstellen (OSS)

Ist aus verfahrenstechnischen Gründen die teilweise oder ausschließliche Bedienung eines Anlagenteils (Einzelverbraucher oder Verbrauchergruppen) vor Ort notwendig, erfolgt die Befehlsgabe von einer örtlichen Steuerstelle. Bei verfahrenstechnischen Bedarf ist die Schaltung so aufzubauen, dass die Antriebe auch ohne Automatisierungssystem betrieben werden können (Musterschaltung in Bearbeitung). Es sind alle elektrischen Verriegelungen und Überwachungen wirksam. Ortssteuerstellen besitzen, in der Regel, einen Steuerort-Umschalter FERN/ORT als Knebelschalter. Die Meldung FERN wird im örtlichen Leitstand bzw. im PLS angezeigt. Durch Betätigung des Fern-Ort-Umschalters von FERN nach ORT wird der Antrieb abgeschaltet.

Im Außenbereich sind zusätzlichen Schutzkasten für Ortssteuerstellen (Kunststoff, UV-stabil, kein GfK) nur in Ausnahmefällen zulässig. In der Regel erhalten Ortssteuerstellen lediglich ein Wetterschutzdach aus Edelstahl oder UV-stabilen Kunststoff. Falls doch Schutzkästen zur Anwendung kommen, dann sind Gehäuse aus UV-stabilen Kunststoff zu wählen. GfK ist nicht zulässig.

Ausführung

- Kommunikationsmedium: Draht bzw., standortabhängig, Aktor-Sensor-Interface
- Material: Kunststoff
- keine Goldkontakte notwendig
- Meldeleuchten: LED
- Schutzart mind.: IP 54
- Befestigungs- Deckelschrauben: V4A
- Kabeleinführung: Ausschließlich von unten

Bestückung

Anzahl der Befehlsstellen und Meldeleuchten richten sich nach den Erfordernissen. Beispiel:

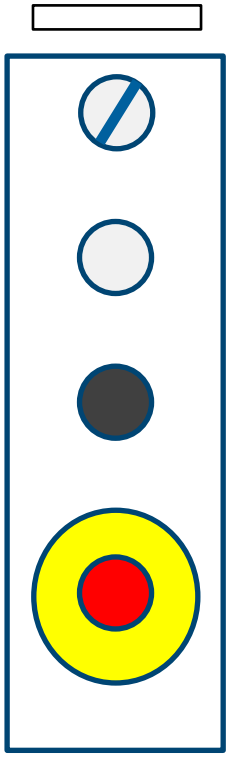
- Rastschalter mit schwarzem Knebel für Steuerort-Umschaltung mit Resopal-Bezeichnungsschild FERN-ORT
- Drucktaster (Leuchttaster zugelassen) mit weißer Kalotte für Ein-, Auf-, n^+ mit jeweiligem Resopal - Bezeichungsschild
- Drucktaster mit schwarzer Kalotte für Aus, Zu, n^-- Befehle mit jeweiligem Resopal - Bezeichungsschild

- NOT-HALT- bzw. NOT-AUS – Schlagtaster rastend (in Ort und Fern wirksam)

Die Ortsteuerstelle ist immer mit einem Resopalschild mit Anlagenkennzeichen und Klartextname gemäß BWB-Schilderliste zu versehen.

Beispiele:

Tasterbez. z.B.:



- S87
- S81
- S80
-S86

BWB-Standardschild mit Klarnamen und Anlagenkennzeichen

=L45.CS31-A1
RS-Pumpe 1 Linie 3

FERN ORT

EIN

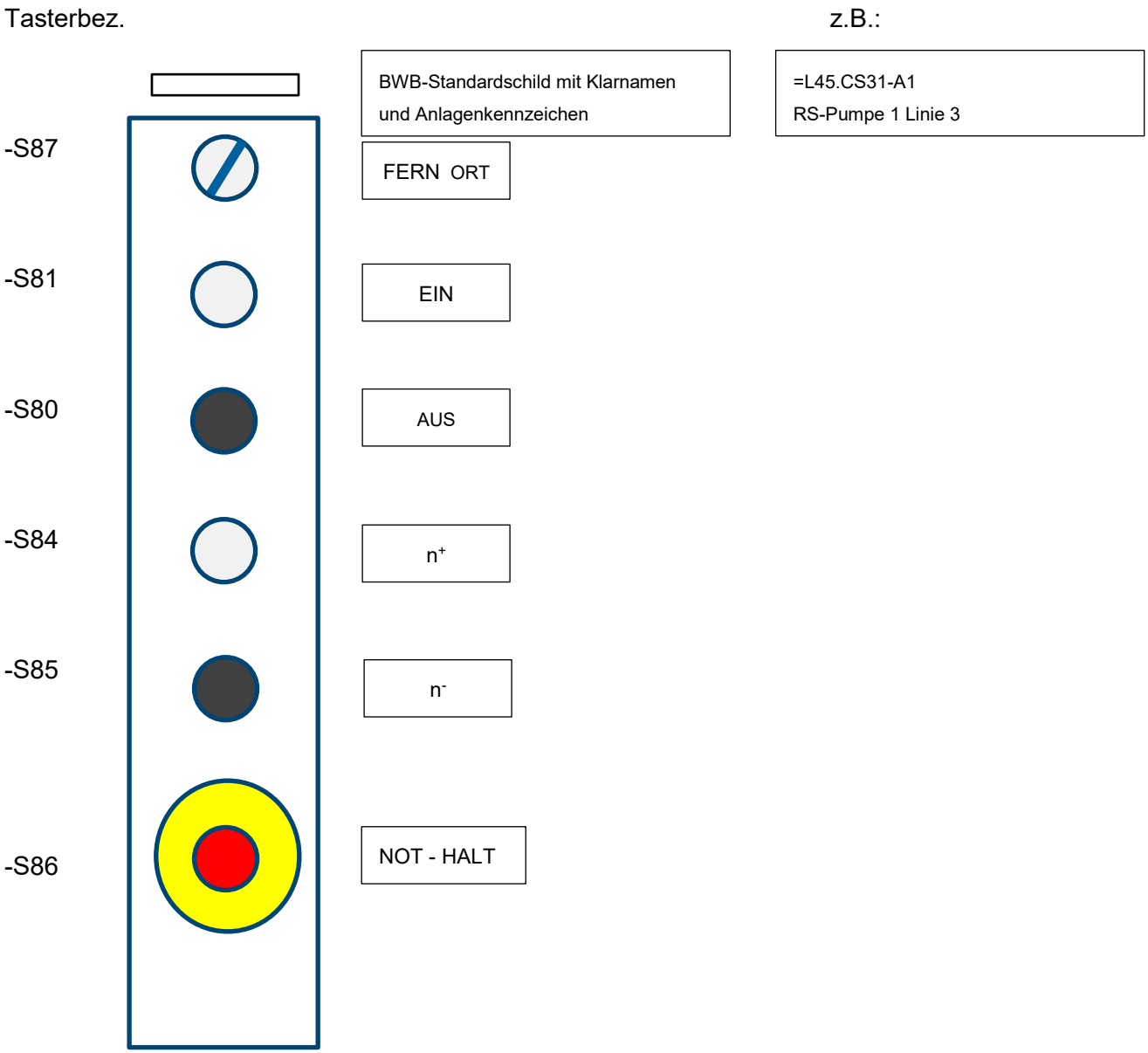
AUS

NOT - HALT

Bei Erfordernis:

-S84 vorwärts

-S85 rückwärts



6.8.10 Zentrale Klemmenkästen (ZKK) im Außenbereich

ZKKs sind ist immer mit einem Resopalschild mit Anlagenkennzeichen zu versehen

Im Außenbereich sind zusätzlichen Schutzkasten für Klemmenkästen (Kunststoff, UV-stabil, kein GfK) nur in Ausnahmefällen zulässig. In der Regel erhalten die Kästen lediglich ein Wetterschutzdach aus Edelstahl oder UV-stabilen Kunststoff. Falls doch Schutzkästen zur Anwendung kommen, dann sind Gehäuse aus UV-stabilen Kunststoff zu wählen. GfK ist nicht zulässig.

6.8.11 Reparaturschalter

In der Regel sind für Antriebe (außer aumatic-Antriebe), in AUS-Stellung abschließbare, Reparaturschalter vorzusehen. Diese können, bei entsprechender farblichen Kennzeichnung und Herstellerzulassung, die Funktion eines NOT-HALT – Schalters zusätzlich übernehmen. Im

Klärwerk Waßmannsdorf können auch, als Alternativvariante, codierte Stecker mit Lastschaltfunktion eingesetzt werden. Die Festlegung welche Variante zur Anwendung kommt, erfolgt gemeinsam mit dem Betreiber während der Planung.

Die Reparaturschalter bzw. codierte Stecker erhalten einen Hilfskontakt für die Rückmeldung „Reparaturschalter Ein“, sowie einen Hilfskontakt für den Steuerstromkreis.

6.8.12 Not-Halt / Not-Aus - Stromkreise

Entscheidend für die richtige Auswahl der Betriebsmittel, ist die gewünschte Funktion NOT-HALT oder NOT-AUS.

Not-Halt/Not-Aus – Stromkreise können konventionell oder elektronisch aufgebaut werden. Insbesondere ist die Impulssperre von Frequenzumrichtern ein geeignetes Mittel, Not-Halt – Funktionen zu realisieren. Ein „Not-Aus – Relais“ ist in der Regel nicht erforderlich (ein eventueller Einsatz muss durch eine Gefährdungsanalyse nachgewiesen werden)[63].

Für NOT-AUS – Stromkreise gilt: es sind nur Betriebsmittel einzusetzen, die eine Trennfunktion erfüllen (Beachte: nicht alle Schaltgeräte erfüllen diese Forderung!).[64]

Die Not-Halt/Not-Aus – Schalter erhalten einen Meldekontakt für die Rückmeldung (der Meldekontakt zum PLS ist 1-aktiv ≙ keine Meldung), sowie einen Hilfskontakt für den Steuerstromkreis.

7 Transformatoren

Wicklungsmaterial:	Kupfer oder Aluminium (der eventuell geplante Einsatz von Al, ist technisch-wirtschaftlich zu begründen)
Anschlüsse:	verzinnt
Stufung:	5 Stufen (-5%;-2,5%;0; +2,5%;+5%)
Querstromlüftung:	optional
Auslastung:	50 % bei Parallelbetrieb
Kabelanschluss:	Die Mittelspannungskabel sind so anzuschließen, dass die Primärseite und Sekundärseite des Trafos ungehindert passiert werden kann. Gekapselte Mittelspannungsanschlüsse sind bei Transformatoren in separaten Trafokammern nicht erforderlich.

[63] „Not-Aus – Relais“ sind in den Normen nicht gefordert. Ist deren Einsatz trotzdem geplant, ist der Sicherheitsgewinn darzustellen.

[64] Bemerkung: Schütze erfüllen nicht die erforderliche Trennfunktion und dürfen deshalb nur für NOT-HALT oder Stromkreise mit Reparaturschalter verwendet werden.

Ein zweites Typenschild ist an der Gittertür zu befestigen.

Die zulässigen Drehmomente der Kabelanschlüsse sind in der Trafokammer gut sichtbar auszuhängen (laminiert).

Einbau von Schwingungsdämpfern.

Für das Erden und Kurzschließen sind keine fest angebauten Erdungsschaltgeräte vorzusehen.

Separater Trafoüberwachungsschrank mit Fallklappen für folgende Meldungen:

- Trafotemperatur Warnung (optional),
- Trafotemperatur Auslösung (optional),
- Automatenfall Trafoüberwachungsschrank.

7.1 Netztransformatoren

Vorzugsweise Gießharztransformatoren. Alternativ: mit Esther oder Öl gefüllte Transformatoren.[65] Abstimmung mit der zuständigen BWB-Planungsabteilung.

- mit Stufenschalter auf der OS-Seite,
- Standardüberwachung,
- Anschlusskasten,
- geeignet für Freiluftaufstellung.

Der Einsatz von Stufenschaltern und die Festlegung von Übersetzungsverhältnis, Schaltgruppe und Sternpunktbehandlung (isoliert oder niederohmig geerdet) erfolgt auf Grundlage der aktuellen Netzberechnung.

7.2 Verteilungstransformatoren

Es sind Gießharztransformatoren mit verringerten Verlusten einzusetzen.

Auf der Ober- und Unterspannungsseite werden Kugelfestpunkte für Erdung und Kurzschließen eingebaut.[66]

Transformatoren mit mehreren Primärspannungen sind nicht erforderlich.

Anschluss NS-Seite:

[65] Siehe auch Variantenuntersuchung Esther – Gießharz, 2014, Herr Özbek Hamit-Batuhan
[66] Nach BGI 519, Sicherheit bei Arbeiten an elektrischen Anlagen

≥ 1600 kVA	Sammelschiene
< 1600 kVA	Einleiterkabel (auf leichte Zugänglichkeit und Austauschbarkeit beachten)

Allgemeine Kriterien:

- 10/0,4 kV bzw. 6/0,4 kV, f = 50 Hz
- mit Temperaturvollschutz
- Schutzart in Abhängigkeit vom Aufstellungsort
- Schaltgruppe Dyn 5
- OS-Anzapfung 5 Stufen (-5%;-2,5%;0;+2,5%;+5%)
- Ausführung nach VDE 0532
- u_K vorzugsweise = 6 %

Richtwerte für 10/0,4 kV Gießharztransformator mit reduzierten Verlusten:

Leistung kVA	P_o KW	P_k 120°C KW	L_{WA} dB(A)
800	1,1	8,0	61
1000	1,3	9,0	63
1250	1,5	11,0	64
1600	1,8	13,0	65

8 Antriebstechnik

8.1 Motoren

8.1.1 Allgemeines

Anforderungen an Motoren, die an Frequenzumrichter betrieben werden, siehe 8.4.4.

Für Drehstrommotoren sind nachfolgende Energieeffizienzklassen (IE) einzuhalten.[67]

- 0,75 kW bis 200 kW -> IE 4

[67] nach EU-Verordnung 2019/1781 mit folgender Modifizierung: auch für die Leistungsklassen 0,75 kW bis 75 kW werden Motoren mit IE 4 gefordert.

- 225 kW bis 1000 kW -> IE 3

Zu beachten sind die in der EU-Verordnung 2019/1781 genannten Ausnahmen, z.B. für Tauchpumpen.

Bei der Auswahl des Kurzschlussschutzes, sind die höheren Einschaltströme (I_{nrush}) von energieeffizienten Motoren zu berücksichtigen. Die Einschaltströme steigen insbesondere bei kleinen Motoren an kurzen Leitungen.

Anschlussausführung, siehe Kap. 13.5.

In Ex – Bereichen sind vorzugsweise explosionsgeschützte Motoren der Zündschutzart „d“ (druckgekapselt) zu verwenden.

Generell sind Motoren auszuwählen, die im FU-Betrieb keine Sinusfilter benötigen.

Ein selbständiger Anlauf von Motoren nach Störungen oder Spannungsausfall ist auszuschließen.

Der Überstromschutz ist in die Meldungen „Überlast“ und „Kurzschluss“ zu separieren.

8.1.2 Anlassarten

Für Pumpen mit Verstopfungsgefahr, ist, vorzugsweise und unter Berücksichtigung der Netzverhältnisse, der Direkt – Start oder ein Stern-Dreieck – Anlauf, falls erforderlich polumschaltbar, anzuwenden.

8.2 Stellantriebe

Vorwiegend kommen Stellantriebe der Fa. AUMA Riester, Typ aumatic, mit integrierten Bedienstellen und ProfiNet/PROFIBUS DP – Schnittstelle nach den Standard-Regelblättern der BWB zum Einsatz. Falls baugleiche andere Fabrikate verwendet werden, sind trotzdem diese Schaltpläne sinngemäß zu verwenden.

Anschluss generell nicht über separate Steckvorrichtung, siehe auch Kap. 13.6.

8.3 Generatoren

Vorzugsweise Synchrongeneratoren für Aggregate mit nennenswerter Leistung. Die Generatoren und deren Steuerung sind für den Netzparallelbetrieb und den Inselbetrieb auszulegen. Die Übergänge vom Netzparallelbetrieb zum Inselbetrieb und umgekehrt sind konzeptionell zu betrachten. Dabei sind, für einen eventuellen Schwarzstart, die Anlaufströme der zu versorgenden Aggregate zu berücksichtigen.

Bei Mittelspannungsgeneratoren sind die Sternpunkte der Generatoren in das Konzept der Sternpunktbehandlung des jeweiligen Netzes zu integrieren. Ist auf dem Standort ein internes

Mittelspannungsnetz vorhanden oder zu erwarten (eigener Netztransformator zum Verteilnetzbetreiber) ist für den Generator von einer niederohmigen Sternpunkterdung (NOSPE) des eigenen Mittelspannungsnetzes auszugehen. Die Sternpunktbehandlung des Generators ist für den Inselbetrieb unter Berücksichtigung anderer zu versorgender Verbraucher auszulegen. Dabei ist insbesondere die Spannungsfestigkeit bei einem einpoligen Erdfehler zu berücksichtigen.

Abhängig von der Nennleistung, sind Redundanzen für den Generatorschutz bezüglich der Schutzkriterien Überstromzeitschutz, Frequenzschutz und Spannungsschutz zu betrachten.

Für die Auslösekreise von Leistungsschaltern und deren eventuelle Übertragungswege sind immer Redundanzen unter Nutzung eines Unterspannungs- und eines Arbeitsstromauslösers vorzusehen.

Bei der Planung sind die Netzanschlussverträge und die aktuellen BDEW Richtlinien zu berücksichtigen. Die anzuwendende BDEW Richtlinie ist nach der Nennspannung am Netzverknüpfungspunkt zum Verteilnetzbetreiber auszuwählen.

Ausnahmen bilden Generatoren von kleinen Netzersatzaggregaten welche der Versorgung von kleinen Teilbereichen dienen und ausschließlich für den Notstrombetrieb (Inselbetrieb) vorgesehen sind.

Weitere technische Daten sind der Technischen Richtlinie „Notstromversorgung für Abwasserpumpwerke“ zu entnehmen.

8.4 Frequenzumrichter

8.4.1 Allgemein

Frequenzumrichter sind dort einzusetzen:

- wo verfahrenstechnische Anlagen, Regelungen erfordern,
- kurzzeitige Überlastungen auftreten können (z.B. Schweranlauf),
- eine deutliche Energieverbesserung zu erwarten ist,
- mechanische Probleme bei Drehzahländerungen vermieden werden oder
- eine Vielzahl von Drehzahlen innerhalb eines Antriebssystems benötigt wird.

Die alleinige Notwendigkeit von zwei bis drei unterschiedlichen Drehzahlen oder nur zum Anfahren sind keine Kriterien!

Bei Schrankgeräten großer Leistung, ist der Steuerungs- vom Leistungsteil möglichst zu trennen[68].

[68] Beispiel Klarwasserpumpen im KW Ruhleben: Gewährleistung Störlichtbogensicherheit bei Störungssuche im Steuerstromkreis

Einspeisung des FUs: vorzugsweise über Sicherungslasttrennschalter, in Ausnahmefällen auch mit Kompakt-Leistungsschalter[69].

Für eine evtl. erforderliche NOT-HALT – Funktion sind Frequenzumrichter mit integrierter Sicherheitsfunktion Safe Torque Off (STO) nach DIN EN 61508, *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme*, und DIN EN 62061, *Sicherheit von Maschinen - Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme*, auszuwählen.[70] Hardwareverdrahtung des Not - Halt, nicht über BUS.

Für den Datenaustausch von und zum Frequenzumrichter ist vorzugsweise PROFINET einzusetzen. Sind die Voraussetzungen für diesen BUS nicht gegeben, ist PROFIBUS DP anzuwenden.

Die Leistungsverluste von Frequenzumrichter dürfen die der Energieeffizienskласse (IE) 2 nicht überschreiten.[71]

8.4.2 Montage von Frequenzumrichtern

Frequenzumrichter können entweder in elektrotechnischen Betriebsräumen oder in verfahrenstechnischen Betriebsräumen montiert werden. Die Entfernung FU – Motor ist möglichst gering zu halten. Kompaktgeräte (Motor und Umrichter bilden eine verbundene Einheit) sollten auf Grund von Abhängigkeiten bei Störungen und wegen des Mehraufwandes bei der Ersatzteilhaltung vermieden werden. Grundsätzlich ist die Montage unmittelbar auf einer Wand oder im Schaltschrank möglich. Die entsprechende Schutzart ist zu wählen.

8.4.2.1 Montage in elektrotechnischen Betriebsräumen (Vorzugsvariante)

Anzuwenden, wenn im verfahrenstechnischen Betriebsraum mit medialer Belastung durch Feuchtigkeit oder korrosive Gase (H_2S) zu rechnen ist.

8.4.2.2 Montage im verfahrenstechnischen Betriebsraum (unmittelbar am Aggregat)

Frequenzumrichter können auch in verfahrenstechnischen Räumen aufgestellt werden, wenn eine der folgenden Bedingungen zutrifft:

- Platzmangel im zugehörigen elektrotechnischen Betriebsraum (Nachrüstungen)
- hohe innere thermische Lasten im zugehörigen elektrotechnischen Betriebsraum
- bei langen Kabelstrecken zwischen dem E-Raum und dem Aggregat zur Vermeidung von Sinusfiltern bzw. du/dt-Filtern (Reduzierung von Kabelkapazitäten und Abstrahlung von Störfrequenzen).

[69] Kompakt-Leistungsschalter begrenzen, durch ihre schnelleren Abschaltzeiten, den Störlichtbogen im Vergleich zu offenen LS deutlich besser.
[70] siehe auch IFA-Report 7/2013, *Sichere Antriebssteuerungen mit Frequenzumrichtern*
[71] nach EU-Verordnung 2019/1781, Kap. 3

8.4.3 Antriebsstreckenauslegung Kreiselpumpe – Asynchronmotor – FU

Für das Nachvollziehen der Auswahl der Komponenten einer Antriebsstrecke FU – Drehstromasynchronmotor – Kreiselpumpe, steht ein Auslegungstool auf Excel-Basis zu Verfügung.

In der Regel ist für die Auswahl eines Frequenzumrichters, der Bemessungsstroms des Motors + 10 % zu berücksichtigen.

Hinweise:

- bei geringerer Betriebsdrehzahl (Arbeitspunkt der Arbeitsmaschine) ist auch die zugelassene Bemessungsleistung des Motors kleiner (siehe Motorkennlinie).
- Beim Betrieb eines FUs im Feldschwächbereich ist die geringere Bemessungsleitung des Motors (siehe Motorkennlinie) zu beachten.
- Die technischen Daten eines Motors sind meistens auf eine Umgebungstemperatur von 40 C° bezogen. Wird abgeschätzt, dass dies in der Praxis nicht erreicht wird, ist eine Reduzierung auf 30 C° zulässig. Der Motor ist so für einen höheren Strom und somit für eine höhere Leistung geeignet. Der Frequenzumrichter ist dann entsprechend dem höheren Motor-Bemessungsstrom von 30 C° auszuwählen (siehe Auslegungstool der FU-Hersteller, z.B. Drive Size).

8.4.4 Auswahl von Motoren für FU-Betrieb

Motorenauswahl allgemein, siehe 8.1

Für die Auswahl von Motoren im Frequenzumrichterbetrieb sind, u. a., folgende Parameter zu beachten:

- Bei der Anfrage ist immer die Information „für Frequenzumrichterbetrieb“ anzugeben.
- Motorlager isoliert
- Isolationssystem F
- Ausführung in Wärmeklasse F (max. Übertemperatur 105 K) bei Ausnutzung B (max. Übertemperatur 80 K).[72]
- Motoren, die in einem weiten Drehzahlbereich ein konstantes Drehmoment abdecken müssen oder regelmäßig mit einer Frequenz unter 15 Hertz betrieben werden, ist die Notwendigkeit einer Fremdbelüftung zu prüfen.

[72] Zusatzverluste im FU-Betrieb bedingen, dass die im Katalog angegebene Motorleistung im Netzbetrieb nicht voll ausgenutzt werden kann. In der Regel müssen 5 – 10 % Abschläge von der Bemessungsleistung berücksichtigt werden. Durch die Wahl der höherwertigen Wärmeklasse kann die Reserve entfallen.

8.4.5 Oberschwingungen

Sind negative Rückwirkungen auf das vorgelagerte Netz zu erwarten, sind geeignete Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Diese sind mit der zuständigen Elektro-Fachabteilung abzustimmen.

8.4.6 Anschluss FU - Motor

- Für Motorzuleitungen sind spezielle EMV-Kabel zu verwenden,
- keine Kreuzung von Mess- oder Steuerleitungen,
- beide Seiten des Schirms sind nach Vorgaben des Herstellers auf Erdpotential zu legen.
- Sind Probleme durch Oberwellen zu erwarten, ist zwischen PE des Frequenzumrichters und dem Motorgehäuse eine direkte Potentialausgleichsleitung zu verlegen.

9 Automatisierungstechnik

9.1 Prozessleitsystem

In allen Klärwerken und der OWA Tegel erfolgt die Prozessführung über ein Prozessleitsystem, bestehend aus Automatisierungssystemen, Servern, Clients, Bussystem und Netzwerk-Komponenten. Darin integriert sind neben der Steuerung und der Bedien- und Beobachtung der Verfahrenstechnik, auch das Schaltanlagenautomatisierung und die Gebäudeleittechnik. Derzeit ist hierfür das Produkt PCS7 der Firma Siemens durchgängig Vorgabe. Nur systemkonforme Komponenten sind einzusetzen. Die Projektierung PCS7 erfolgt gemäß der BWB Projektierungsrichtlinie PCS7.

Für alle leittechnischen Projekte sind die, im Vorfeld genannten Vorschriften zu beachten. Besonders sei auf die Merkblätter DWA-M 253, DWA-M 260 und DWA-M 207 verwiesen.

9.2 Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)

Lediglich in verfahrenstechnisch zwingend notwendigen Einsatzfällen, sind autarke speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) des Typs S7 einzusetzen. Sie werden dann an die bestehenden Automatisierungssysteme des PLS angebunden. Hierfür gilt die „Technische Richtlinie Speicherprogrammierbare Steuerungen“.

Der Einsatz einer SPS, gemäß der genannten Richtlinie, kann unter folgenden Kriterien gestattet werden:

- Patente
- Gewährleistung
- sehr schnelle Schalt- oder Positionierungsvorgänge
- nur vereinzelte Programm- oder Parameteränderungen zu erwarten

- bewährte und geprüfte Standardsteuerungen von Maschinen.

Packed Unit - Beispiele:

- BHKW, Generatoren
- Verdichter
- Hydraulikaggregate
- Räumerbrücken

Beachten: Zentrifugen sind in PCS 7 zu programmieren.

9.3 Kommunikation/BUS-Systeme für Feldebene

Zu beachten ist die aktuelle „Technische Richtlinie Kommunikationssysteme für Automatisierungstechnik“.

Für die Gebäudeautomation gilt u.a.: Anwendung des BACNet[73] - Netzwerkprotokolls

9.4 Schaltanlagenautomatisierung

in Bearbeitung

9.5 Gebäudeautomatisierung

in Bearbeitung

10 Messtechnik

10.1 Wichtige Richtlinien

- Merkblatt DWA-M 256-1, Prozessmesstechnik auf Kläranlagen:
  - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
  - Teil 2: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Sauerstoffgehaltes
  - Teil 3: Messeinrichtungen zur Bestimmung der Leitfähigkeit
  - Teil 4: Messeinrichtungen zur Bestimmung des pH-Wertes und des Redoxpotentials
  - Teil 5: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes
  - Teil 6: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Füllstandes

[73] Building Automation and Control Networks

- Teil 7: Messeinrichtungen zur Bestimmung der Trübung
- Teil 8: Messeinrichtungen zur Bestimmung des Schlammspiegels

- Merkblatt DWA-M DWA-M 269, Prozessmessgeräte für Stickstoff, Phosphor und Kohlenstoff in Abwasserbehandlungsanlagen

10.2 Allgemein

Grundsätzlich ist die Instrumentierung von Messanlagen den jeweiligen Einsatzbedingungen optimal anzupassen, d. h. die Auswahl der Messprinzipien und Werkstoffe muss neben den betrieblichen Gegebenheiten (Medium, Druck, Temperatur) insbesondere die Beständigkeit gegen korrosive und aggressive Messstoffe und Umgebungsbedingungen berücksichtigen.

Wegen der angestrebten Bau- und Typengleichheit sowie einer rationellen Ersatzteil- und Prüfgerätehaltung sind Messanlagen für die gleichen Messgrößen, wie z. B. Durchfluss, Füllstand usw. bei einem Hersteller zu beschaffen und mit den BWB abzustimmen.

Radioaktive Messeinrichtungen sind grundsätzlich unerwünscht! Der Einsatz ist nur zulässig, wenn die Messaufgabe durch andere Messverfahren nicht erfüllt werden kann.

Moderne Prozessleitsysteme erübrigen weitestgehend den Einsatz von peripheren Signal-Verarbeitungsgeräten (deshalb wird hier auf entsprechende Ausführungsempfehlungen verzichtet; ggf. ist Rücksprache mit den BWB erforderlich).

Besondere sicherheitstechnische Auflagen z. B. für Hochdruck- oder Dampfkesselanlagen, explosions- oder chemikaliengefährdete Anlagenteile erfordern, u. U., auch messtechnisch besondere Maßnahmen wie zweifache Ausführung von Messwertaufnehmern und Messumformern oder, neben der softwareseitigen Messsignalverarbeitung, eine davon unabhängig wirkende Hardware. Die einschlägigen Vorschriften/Richtlinien sind zu beachten.

10.3 Ausführung

Örtliche Thermometer und Temperaturfühler sind grundsätzlich in Tauchhülsen einzubauen; Manometer, Druck- und Füllstandsaufnehmer sind absperrbar auszuführen, ein notwendiger Austausch muss ohne Betriebsunterbrechung möglich sein. Das ist vorrangig bei allen Messungen zu beachten.

Messsonden mit Hängesensoren sind so zu montieren, dass sie, ohne einen Gefahrenbereich zu kontaktieren, gezogen werden können.

Schirme von Messkabeln sind als „Funktionserdungsleiter“ zu betrachten. Generell werden sie auf beiden Seiten mit dem Erdpotential verbunden. In besonderen Fällen ist es notwendig, folgende Varianten auszuführen:

- eine Seite galvanisch erden, die andere Seite über einen Kondensator erden,

- einseitige Erdung.

Ist ein E-Raum zur Aufstellung eines Messschrankes nicht vorhanden oder eine Einzelverkabelung mehrerer Messstellen unwirtschaftlich, sind dezentrale Messunterverteilungen z. B. in Schutzgehäusen zulässig. Einspeisung, in der Regel, vom zentralen Messschrank.

Trennklemmen für analoge Signale nur nach Erfordernis (Rücksprache mit TS-E).

10.4 Spannungsversorgung

Für die Stromversorgung der Messeinrichtungen sind in den E-Räumen zentrale Messschränke vorzusehen; Einspeisung erfolgt aus der dortigen Haupt- bzw. Unterverteilung. Für sicherheitsrelevante oder wichtige verfahrenstechnische Messgrößen ist ggf. eine Einspeisung aus der USV-Anlage vorzusehen (siehe auch Steuerspannungsbildung, Var. 3).

Ausrüstung der Messschränke mit:

- Si-Automaten mit Hilfskontakten für Schalterfallüberwachung
- sonstigen messtechnischen Kleingräten, ggf. Messumformern

Die Spannungsversorgung von analogen Messgeräten hat vorzugsweise über eine Stromschleifenspeisung (4-20 mA Normsignal) zu erfolgen. Ist das nicht möglich bzw. benötigen binäre Sensoren eine Energieversorgung, erfolgt diese vorzugsweise mit 24 V DC. Die Spannungsversorgung wird dann über das Signalkabel mitgeführt. Nur wenn der Leistungsbedarf eine wirtschaftliche Versorgung mit 24 V DC nicht zulässt oder entsprechende Geräte nicht lieferbar sind, ist eine Spannungsversorgung mit 230 V AC möglich (separate Leitungsführung).

Sofern verfügbar, können auch 2-Leiter-Messsysteme zum Einsatz kommen, die ihre Hilfsenergie aus der Eingangsbaugruppe des Automatisierungssystems oder eines getrennten Stromversorgungsgerätes beziehen. Diese kostensparende Variante ist jedoch nur dort zulässig, wo auf eine örtliche Anzeige verzichtet werden kann oder der Einbauort des Messaufnehmers/-umformers eine problemlose Ablesung bzw. Bedienung des Gerätes ermöglicht.

Eine Überwachung von Überstromschutzeinrichtungen für die Spannungsversorgung von binären oder analogen Sensoren erfolgt nur, wenn die Signale das Ansprechen dieser Sicherungen nicht erkennen lassen, also keine Drahtbrucherkennung vorhanden ist.

10.5 Signalübertragung

Für die Signalübertragung von den örtlichen Messumformern zum zentralen Rangierverteiler ist abzuwägen, ob Einzelverkabelung oder Zusammenfassung mehrerer Messungen in Zwischenklemmenkästen sinnvoller ist.

10.5.1 Binäre Signale

Binäre Störmeldungen sind drahtbruchsicher zu übertragen, 0-Signal ≙ Störung (bei einer Kontaktunterbrechung fährt die Anlage in einen sicheren Zustand).

10.5.2 Analoge Signale

Analoge Messumformer sollen ihr Messsignal vorzugsweise mit einen Normsignal 4-20 mA übertragen. Sollte das nicht möglich sein, ist für das Messgerät ein Normsignal von 0-20 mA auszuwählen. Nur in Ausnahmefällen ist das Normsignal 0(2) - 10 Volt zu nutzen (TGA-Anlagen).

Kommen 4-20 mA nicht zur Anwendung, ist in Abhängigkeit von Übertragungsweg und der Länge zu entscheiden, ob am Ort der Messung eine Signalkonvertierung zu erfolgen hat.

Für analoge Messungen im Bereich der Prozessmesstechnik, bei denen eine regelmäßige Anpassung der Parameter vorgenommen werden muss, sind zur Vorbereitung von Maintenance- oder Asset Funktionen HART-fähige Geräte[74] auszuwählen.

10.5.3 Übertragung per BUS

Werden von einem Messgerät eine höhere Anzahl von Signalen bereitgestellt bzw. ist die Bereitstellung von Status- oder Diagnoseinformationen sinnvoll oder notwendig, ist unter Beachtung wirtschaftlicher Aspekte ein Gerät mit Busschnittstelle (ProfiNet) einzusetzen.

Für die Zusammenfassung und weitere Verarbeitung von einer größeren Anzahl von binären oder analogen Signalen in einem Anlagenteil oder Bereich, können dafür, nach technisch-wirtschaftlicher Betrachtung, auch das Aktor-Sensor-Interface (ASi) oder Profibus PA zum Einsatz kommen.

10.6 Messumformer

Messumformer werden nur in Ausnahmefällen im Messschrank angeordnet, üblicherweise als Feldmessumformer nahe dem Messwertaufnehmer. Hier ist zu beachten, dass eine Montage von Messumformern in Schächten zu vermeiden ist. Eine gute Zugänglichkeit für Wartung und Ablesen ist zu gewährleisten.

Die Montage erfolgt auf VA-Ankerschienen. Der gewählte Montageort muss ein problemloses Arbeiten ermöglichen. Eine ggf. örtliche Ablesung der Anzeige bei vor-Ort-Steuerung muss gewährleistet sein. Deshalb sind Feldmessumformer mit eingebauter Anzeige unbedingt zu bevorzugen und wartungsfreundlich anzuordnen. Bei ungünstigen Umgebungsbedingungen werden die Messumformer in geeignete Schaltschränken montiert.

[74] Highway Addressable Remote Transducer

10.7 Analytik

Beim Einsatz spezieller Messverfahren, wie der Rauchgas-Emissionsmesstechnik oder der Abwasser-Online-Analysen-Messtechnik, ist die zuständige Fachabteilung zu kontaktieren.

11 Kommunikationsanlagen

- Telefonanlagen
- Uhrenanlagen
- Rufanlagen
- Gegensprech-/Wechselsprechanlagen
- Videoanlagen
- Brandmeldeanlagen
- Gaswarnanlagen

Anlagen dieser Art werden vom Fachbereich PB-W/G/GA oder von der Organisationseinheit IT bearbeitet und sind mit diesen abzustimmen. Die Kontaktaufnahme zu diesen Bereichen erfolgt über den für das betreffende Bauvorhaben zuständigen Bauleiter.

12 Installationsanlagen

12.1 Allgemein

- Beleuchtungsverteilung Aufbau: USV + Normalspannung (Anlage 9)
- Kabeleinführungen von Abzweigdosen, Steckdosen, Leuchten usw. im Außenbereich nur mit Kabelverschraubungen
- In der Planungsphase ist eine Beleuchtungsberechnung durchzuführen.
- Alle Steckdosen, Schalter, Taster und Abzweigdosen erhalten Schilder mit dem Anlagenkennzeichen laut Stromlaufplan, z.B. =32CJ71-5.
- Halogenfreie Isolierungen von Leitungsadern innerhalb von Leuchtstofflampen, sind vor UV-Strahlung zu schützen.
- In Beleuchtungsverteilungen ist, bei Entfernung der großflächigen Abdeckungen, die „Fingersicherheit“ einzuhalten (u.a.: Sammelschienen, Anschlussverbindungen an Sammelschienen).

12.2 Steckdosenstromkreise

Siehe Kap. 4.2.7.2

12.2.1 Steckdosenkombinationen

In verfahrenstechnischen Innenräumen, deren Umgebungsluft wenig korrosive Gase enthalten, sind Steckdosenkombinationen mit folgenden technische Daten zu verwenden:

- RCD Typ B+ für alle Steckdosen (auch für Laien bedienbar)
- Bestückung: 1 x 32 A CEE (keine Überstrom-Schutzeinrichtung), 1 x 16 A CEE, 2 x 16 A Schuko, 63 A Steckdosen in Ausnahmefällen
- Bedienelemente frei zugänglich unter transparentem Kunststoffdeckel
- Gehäusematerial: Gummi
- Klemmleistenblock: doppelt, für mindestens 35 mm^2
- Anzahl der Kabelverschraubungen: 2, unten angeordnet

In Außen- und Innenbereichen mit einer hohen Wahrscheinlichkeit, dass die Umgebungsluft mit korrosiven Gasen belastet ist, sind kodierte Steckdosen mit Lastrennschalterfunktion (z.B. Fabr. Marechal) zu planen.[75] Die technischen Daten richten sich nach der Art der mobilen Steckdosenkombinationen auf den Standorten und sind dort zu erfragen.

Dem Auftraggeber ist, innerhalb der Planung, ein Vorschlag über die Anwendung der beiden Varianten vorzulegen.

12.3 Innenraumbeleuchtungsanlagen

Beleuchtungsanlagen sind gemäß DIN EN 12464-1:2011-08 (Beleuchtung von Arbeitsstätten, Teil 1 Arbeitsstätten in Innenräumen), z.B. Tabelle 5.3, Ref. Nr. 5.3.1, elektrotechnische Betriebsräume, und ASR 3.4 (Arbeitsstättenrichtlinie) auszulegen.

Grundsätzlich ist LED-Beleuchtung einzusetzen.

Leuchten sind so zu planen und montieren, dass sie zum Leuchtmittelwechsel gut zugänglich sind (das evtl. notwendige Stellen von Gerüsten ist nicht zugelassen).

Es ist vorzugsweise die Schaltungsvariante -Dauerschaltung- anzuwenden: beim Einschalten der allgemeinen Raumbeleuchtung werden auch die Ersatzleuchten eingeschaltet (Netzbetrieb). Bei einem Spannungsausfall der Allgemeinbeleuchtung (nicht beim Ausschalten) leuchten die Ersatzleuchten im Batteriebetrieb weiter (Anlage 9). Im Regelfall übernimmt eine in der Nähe stehende USV die Spannungsversorgung der Ersatzbeleuchtung. Die notwendige Kapazität ist mit der zuständigen Elektrofachabteilung abzustimmen. Die Schaltungsrealisierung kann auch in einem gemeinsamen Schaltschrank erfolgen. In diesem Fall sind links die Einspeisung und Abgänge der Normalspannung und rechts die Einspeisung und die Abgänge der

[75] Die Schaltwerke der RCD in den stationären Steckdosenkombinationen müssen, besonders in korrosiv belasteter Atmosphäre, regelmäßig betätigt und überprüft werden. Mit mobile Steckdosenkombinationen, die bei Bedarf an diese Steckdosen angeschlossen werden, kann diese Vorgabe besser umgesetzt werden. Diese befinden sich im Lager des jeweiligen Werks.

USV-Spannung anzuordnen. AKS-Bezeichnung eines solchen Schrankes: =xxCJxx, Farbgebung mai-grün.

12.3.1 Ersatzbeleuchtung zum Verlassen der Arbeitsstelle

Die Ersatzbeleuchtung für das gefahrlose Verlassen der Arbeitsstelle ist als eigenständige, zusätzliche, künstliche Beleuchtung auszuführen. Mit ihrer Hilfe soll es dem Mitarbeiter bei Ausfall der allgemeinen Beleuchtung ermöglicht werden, die Arbeitsstelle sicher zu verlassen bzw. im Gefahrenfalle an wichtigen betrieblichen Einrichtungen, wie z.B. Leitständen, Einspeisefelder oder wichtige Beleuchtungsverteilungen, das Beenden von Tätigkeiten oder Einleiten von Maßnahmen zur Vermeidung von Unfallgefahren vorzunehmen.

Die Ersatz-Beleuchtungsanlage ist in enger Abstimmung mit der Erstellung des Flucht- und Rettungsplans zu projektieren.

12.3.2 Sicherheitsbeleuchtung

Sicherheitsbeleuchtungsanlagen werden dort errichtet, wo Brandschutzgutachten oder Gefährdungsbeurteilungen diese fordern.

Innerhalb einer technisch-wirtschaftlichen Variantenuntersuchung ist festzulegen, ob eine Einzel- oder Zentralbatterieanlage zum Einsatz kommt.

Um die regelmäßigen Prüfungen vollautomatisch durchzuführen, ist eine zentrale Überwachungseinrichtung vorzusehen. Eine Sammelstörmeldung ist auf das PLS zu übertragen.

12.4 Außenbeleuchtungsanlagen

Die Beleuchtungsanlagen sind gemäß DIN EN 12464-2 (Beleuchtung von Arbeitsstätten, Teil 2, Arbeitsplätze im Freien) und ASR 3.4 auszulegen.

Lichtmasten: Lichtpunkthöhe: 6 bis 10 m (Vorzugswert) Gesamtlänge: 7,5 bis 11,5 m, Zopfdurchmesser: 89 mm, feuerverzinkter Stahl mit 2-fachem Kunststoffharzanstrich.

Herstellung der Fundamente: Erdloch, ca. 0,8 m x 0,8 m, 1,6 m tief, Einbau einer Fundamenthülse (Fertigteil)[76]. In diese Hülse wird später der Lichtmast eingesetzt. Nach dem Einziehen der Kabel durch ein in Höhe der Masteinführung mit einbetoniertes Rohr wird das Loch und der Mastinnenteil mit Sand bis zur Betonoberkante aufgefüllt. (Diese Fundamentart ermöglicht später einen leichten Mastwechsel.)

Leuchten:

- Leuchtmittel: vorzugsweise LED; gemäß örtlicher Notwendigkeit, insbesondere in korrosiven Bereichen
- Die Leuchten sind an Mastaufsatzstücken für 1 bis 6 Leuchten zu montieren.

[76] nicht mehr intern bestellbar

- Bei der Auswahl der Leuchten ist die Werksnorm WS15950 „Leuchtenkörper mit Lichtquellen für eine ökologische Außenbeleuchtung“, zu berücksichtigen.

Verteilungen: Installation mehrerer Außenbeleuchtungsverteilungen, die über einen zentralen Dämmerungsschalter geschaltet werden. Zusammenfassung von Mastgruppen über separate Sicherungen. Die Anschlussklemmen sind für Querschnitte bis 16 mm² auszulegen. Die Außenbeleuchtungsanlage ist als TN-S – Netz auszuführen.

Ein Überspannungsschutz ist immer vorzusehen.

Die Beleuchtungsstärke im Klärwerksbereich ist je nach Bedürfnis unterschiedlich zu wählen. Eine bedarfsgerechte Beleuchtung kann zum Beispiel durch Zu-/Abschaltung einzelner Teilbereiche erreicht werden.

Bei Anwendung von LED sind insbesondere zu beachten:

- Immer mit Eingangsschutzbeschaltung,
- Achtung bei hoher H_2S-Belastung!
- Austauschbarkeit der Module
- Kühlung der Module
- nach unten strahlen
- Überspannungsschutz
- Lichtfarbe für Insektenschutz (wenig Blauanteile)

13 Kabel, Leitungen, Kabeltragsysteme

13.1 Allgemeines

- Generelle Verwendung von Kabeln, nicht Leitungen; Ausnahme: Beleuchtungs- und Steckdoseninstallationen im Innenbereich, technische Gebäudeausrüstung in Betriebs- und Sozialgebäuden. Kabel und Leitungen sind gemäß den Festlegungen der Hersteller zu verwenden.
- Die Querschnittsauslegung hat, neben der Verlegeart und den Umweltbedingungen, nachfolgenden Kriterien zu erfolgen:
  - Berücksichtigung von Reserven für evtl. zukünftigen Erweiterungen,
  - möglichst optimale Ausnutzung des Querschnitts unter Beachtung des zugelassenen Spannungsabfalls.[77]

[77] Wenn eine Überlastung des Kabels nicht zu erwarten ist, braucht der Überstromschutz nur auf den Kurzschlussfall abgestimmt werden. Damit kann in vielen Fällen der Querschnitt reduziert werden.

- Bezeichnung von Kabeln mit Kabelnummern, Kabelpritschen mit Pritschenbezeichnung und Spannungsebenangabe.
- Für die Motorkabel zwischen Frequenzumrichter und Motor sind zur Verbesserung der EMV, Kabel mit symmetrischer Aufteilung der Leiter einzusetzen.
- Grundsätzlich dürfen nur Mittelspannungskabel mit einem roten Außenmantel eingesetzt werden. Schwarze Außenmäntel sind nur nach schriftlicher Freigabe der Fachabteilung zulässig.
- Kabel und Leitungen sind in Längen zu liefern, die eine Verlegung ohne Muffen zulässt.
- Kabel und Leitungen, die betriebsmäßigen Bewegungen ausgesetzt sind, müssen je nach Beanspruchung hochflexibel sein und eine angemessene Schleifenlänge haben, um übermäßige Biege- und Zugbeanspruchung zu vermeiden. Eine betriebsmäßige Bewegung liegt vor, wenn die Bewegung häufiger als einmal je Stunde im Durchschnitt erfolgt. Horizontal bewegte Leitungen sind in Schleppketten zu verlegen. Der zulässige Biegeradius der Leitungen ist einzuhalten. Es sind nur Gummischlauchleitungen der Typen H07RN-F und H07BQ-F zulässig[78]. Bei besonders hohen Belastungen sind Kabel des Typs NSSHöu einzusetzen. An Stellen, an denen Leitungen/Kabel mechanisch hoch beansprucht werden können, sind sie geschützt zu verlegen.
- Für abgehängte elektrische Verbrauchsmitteln, z. B. Leuchten, ist die DIN VDE 0100-520:2013-06, Abschnitt 522.7.2, zu beachten: "Der feste Anschluss muss mittels flexibler Leitungen erfolgen. Wenn keine Schwingungen oder Bewegungen erwartet werden können, dürfen Kabel und Leitungen mit starren Leitern verwendet werden."[79]
- Tauchpumpen sind, neben anderen geforderten Merkmalen, nur mit Leitungen für die Bedingung AD8 (dauerhaftes Untertauchen in Wasser) anzuschließen.[80]

13.2 Zulässiger Spannungsabfall

Zur Einhaltung des zulässigen Spannungsfalls und der Abschaltbedingungen zum Schutz gegen elektrischen Schlag und zum Schutz bei Kurzschluss, ergeben sich maximal zulässige Kabel- und Leitungslängen.

Der maximale Spannungsfall, betrachtet vom Abgang der 0,4 kV Hauptschaltanlage, darf bis zum Anschlusspunkt des Verbrauchers 5 % nicht überschreiten. Es sind immer 3 % Spannungsfall im Endstromkreis einzuhalten, unabhängig von der Anzahl vorgelagerter Verteilungen.

In der Regel ist der Bemessungsstrom der vorgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtung Grundlage (DIN VDE 0100-520:20**13**-06 sowie DIN VDE 0100-520 Beiblatt 2 2010-10 S.7 Abschnitt 5, letzter Satz) für die Berechnung. Dieses gilt auch für Steckdosenstromkreise der Installationstechnik (16A-Schuko, CEE),

[78] DIN VDE 0100-704: 2007-10, BGI 608

[79] Im Allgemeinen sind, bei abgehängten Leuchten im Innenraum nicht mit signifikanten Schwingungen zu rechnen → starre Kabel zulässig. Aber: regelmäßige Zugluft beachten!

[80] Gemäß DIN EN 50565-2:2015-02 und Angabe des Herstellers

In Leitungsanlagen, in der die Stromkreise entweder durch Überlastschutz-Einrichtungen (Motoren) geschützt sind oder eine Überlast unwahrscheinlich ist (Beleuchtung, Zuleitungen für Verteilungen), ist der tatsächliche Betriebsstrom bzw. der eingestellte Wert der Überlast-Schutzeinrichtung zu wählen. Der auftretende cosφ ist zu berücksichtigen.

13.3 Verlegung

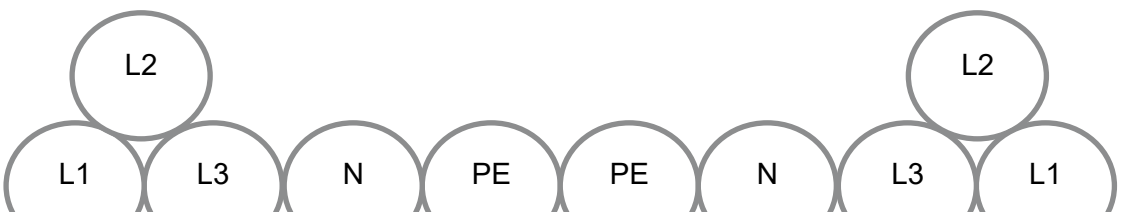
13.3.1 Allgemeines

- Die Leitungsverlegung erfolgt ausschließlich auf Kabelbahnen, Steigetrassen, in Kabelkanälen oder in Kabelschutzrohren. Eine direkte Erdverlegung ist nicht statthaft. Ausnahmen sind mit der Fachabteilung PB-W/G abzustimmen. Es ist auf besonders robuste und dauerhafte Befestigungsarten zu achten. Diese müssen den zu erwartenden Betriebsbeanspruchungen standhalten.
- Sind zwei Einspeisungen einer Schaltanlage, die eine verfahrenstechnische Relevanz (verfahrenstechnische Betreiberentscheidung) hat, vorhanden, sind die entsprechenden Kabeltrassen der Einspeisekabel separat/redundant aufzubauen. In der Regel sind erdverlegte Systeme in unabhängigen Kabelgräben/Kabelschutztrassen zu verlegen. Bei begehbaren Kabelkanälen sind ein System links und ein System rechts zulässig.
- Einleiterkabel sind immer als System in einem Kabelschutzrohr zu führen.
- Mittelspannungskabel dürfen nicht durch Warten und Leitständen verlaufen.
- Material für Kabelkanäle
  - Innen: halogenfreier Kunststoff, feuerverzinkter Stahl oder Edelstahl (in stark belasteter Umgebung)
  - Außen: feuerverzinkter Stahl, Edelstahl (in stark belasteter Umgebung), keine GfK-Kanäle
- Für die Verlegung von Kabel oder Leitungen mit Funktionserhalt, sind ausschließlich Tragkonstruktionen nach DIN 4102-12 zu verwenden. Die Bestätigung ist der Dokumentation beizulegen. Bei der horizontalen Verlegung mit Bügelschellen an der Wand, sind Abrutschsicherungen zu verwenden.
- Kabelschutzrohre erhalten Kabelzugdrähte.
- Kabeleinführungen in Schächte werden nicht abgedichtet. Dagegen werden Durchführungen in Gebäude und begehbare Kabelkanäle immer wasserdicht verschlossen.
- Für Kabelschutzrohrtrassen von der MS-Übergabeschaltanlage zur Grundstücksgrenze müssen die entsprechenden technischen Anforderungen des VNB eingehalten werden.
- Die oberste Lage von Kabelpritschen oder –bahnen ist abzudecken, wenn sie mechanischen Beschädigungen ausgesetzt sein kann oder sich unter durchlässigen Verkehrswegen befindet (Gitterroste etc.).
- Auf Trennung von Mess-, Steuer- und Starkstromkabeln ist zu achten (getrennte Kanäle oder Trennstege, z.B. > 1 kV, ≤ 1 kV, ≤ 60 V).

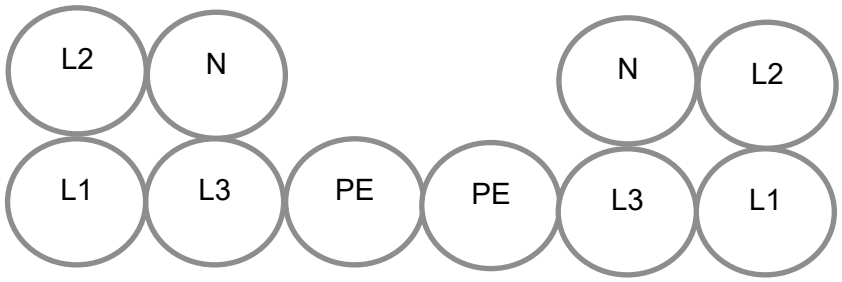
- Kabel und Leitungen für eigensichere Stromkreise dürfen mit den übrigen Leitungen nicht gemeinsam verlegt werden. Sie müssen in getrennten Rohren, auf besonderen Kabelleitern oder Bühnen, oder mit einem Abstand von 50 mm zu den übrigen Leitungen auf Registerschienen oder Abstandschellen verlegt werden, metallbewehrt oder geschirmt sein und dürfen nicht für andere Zwecke verwendet werden. Bei gemeinsamer Verlegung von eigensicheren und nichteigensicheren Kabeln innerhalb einer Kabeltrasse, sind die eigensicheren Kabel durchgehend hellblau zu kennzeichnen.
- Kabelanlagen mit Funktionserhalt sind auf separaten Kabeltrassen zu verlegen.
- Die Feintrassierung hat durch Kabelschutzrohre oder Installationskanälen zu erfolgen. Zwischen dem Ende des Schutzrohrs bzw. Installationskanals und dem Aggregat dürfen die Kabel bzw. Leistungen max. 25 cm frei hängen. Eine Befestigung von Kabeln mittels Klebeschellen auf Verkleidungen von verfahrenstechnischen Rohren oder dergleichen ist unzulässig.
- Die Kabelführungen sind so aufzubauen und zu belegen, dass Erweiterungen jederzeit ohne Schwierigkeiten vorgenommen werden können
- Zur Vermeidung von Beschädigungen der Kabel oder Leitungen ist darauf zu achten, dass sie nicht über scharfe Kanten geführt werden. Kabelwannen, Schutzrohre und dergleichen sind zu entgraten, aufzubördeln oder mit einem Kantenschutz zu versehen.
- In der Nähe von Rohrleitungen sind die Kabelträgersysteme so zu verlegen, dass die Zugänglichkeit zu den Rohrleitungen, insbesondere zu Schiebern und Ventilen, erhalten bleibt. Das Verlegen ist in der Nähe von Rohrleitungen, die erwärmte Medien führen, zu vermeiden. Ist aus Platzgründen eine andere Verlegung nicht möglich, müssen die Leitungen oder Kabel gegen die Wärmeabstrahlung abgeschirmt werden.
- Grundsätzlich sind KSV Schellen einzusetzen. Kabelbinder sind nicht zulässig.
- Alle Durchbrüche, die Brandabschnitte trennen, sind nach der Kabelverlegung vorschriftsmäßig zu verschließen. Der Auftragnehmer hat in einer Übereinstimmungserklärung zu bestätigen, dass die hergestellten Brandschotten in Übereinstimmung mit der Zulassung ausgeführt wurden (Beispiel Anlage 10)
- Die Verlegung von Aderleitungen in Installationsrohren ist nur mit dem Typ H07xxx statthaft.

13.3.2 Einleiterkabel

Einleiterkabel im MS- und NS-Netz sind gebündelt gemäß den nachfolgenden Bildern zu verlegen. Sie sind mit nicht lösbaren Verbindungen (z.B. Scotch- Band mit rechnerischen Festigkeitsnachweis oder nicht magnetischen KSV-Schellen) so zusammen zu montieren, dass die Kabel auch im Kurzschlussfall mechanisch fest zusammenbleiben und sich ihre Lage nicht verändert. Vor Montage ist der notwendige Abstand durch den AN nachzuweisen. Durch die nachfolgenden empfohlenen Verlegarten werden die Induktionsflächen möglichst klein gehalten



Variante 1



Variante 2

13.4 Materialien

siehe Ausführungen im Kap. 3.2.3

Aluminium ist für MS-Kabel zugelassen. Dabei muss der konzentrische Leiter aus Cu sein.

Im NS-Bereich ab 120 mm^2 ist die Entscheidung Cu oder Al nach technisch-wirtschaftlichen Aspekten zu fällen.

13.5 Bevorzugte Kabeltypen

in Bearbeitung

13.6 Kabeleinführungen/Anschlüsse

Kabeleinführung generell von unten mit Kabelverschraubungen. Metall-Steckvorrichtungen und Motoren erhalten metallische Leitungseinführungen (metrisches Gewinde, Messing vernickelt) mit Zugentlastung und Knickschutz. Für FU-Motoren sind ausschließlich spezielle EMV-Kabelverschraubungen zu verwenden. In Zwischenklemmkästen sind Kabel bzw. Leistungen ausschließlich über Kabelverschraubungen einzuführen (ein Kabel/Leitung pro Verschraubung!). Siehe auch Kap. 4.1.

Leitende Kabelverschraubungen in Isolierkästen der Schutzklasse II sind unzulässig.

Nicht benötigte Kabelverschraubungen sind gegen Blindverschraubungen auszuwechseln. Bei Nachinstallationen sind bereits eingesetzte Blindverschraubungen bzw. Abdichtungen durch entsprechende Kabelverschraubungen zu ersetzen.

In elektrischen Betriebsräumen kann die Kabeleinführung in Steuerschränke oder Verteilungen von unten durch den offenen Boden erfolgen, wenn durch Kunststoff- bzw. Blechabdeckungen mindestens die Schutzart IP 30 erreicht wird.

Antriebe werden grundsätzlich mit massivem Kabel (ggf. mit Schlaufe) angeschlossen. Nur in Ausnahmefällen sind Steckverbindungen bzw. flexible Anschlüsse zugelassen. Kabel von Tauchmotorpumpen werden über einen Zwischenklemmkasten (bei Schachtpumpwerken IP 68) angeschlossen.

Anschluss von Stellantrieben über externe Steckverbindungen nur in Sonderfällen (in diesen Fällen Leistung und Steuerung getrennt). Z.B. erhalten aumatic (Fa. AUMA Riester) o.ä. grundsätzlich keine weiteren gesonderten Steckverbindungen.

Kabeleinführungen bzw. Durchbrüche nach außen sind während der Bauzeit stets wasserdicht zu verschließen.

13.7 Kennzeichnung/Beschriftung von Kabeln und Leitungen

Alle Kabel und Leitungen erhalten mindestens auf beiden Anschlussseiten jederzeit lesbare, dauerhafte, licht- und wischfeste, gedruckte BWB-Anlagenkennzeichen, gemäß Klemmenplan (Fabr. Hellermann, Typ: Ovalgrip, Träger für Zahlen mit internationalen Widerstandsfarbcode, Träger für Buchstaben und Zeichen in Gelb). Evtl. notwendige weitere Kennzeichnungen sind beidseitig an Durchführungen anzubringen.

13.7.1 Kennzeichnung Neutralleiter

Über die gesamte Länge Farbe Blau. Ist dies nicht möglich (Kabeltyp mit blauem N-Leiter nicht lieferbar), sind die Leiterenden immer blau zu kennzeichnen.[81]

13.7.2 Aderkennzeichnung innerhalb von Niederspannungskabel

Farbkennzeichnung der Innenverdrahtung, siehe Kap. 6.4

Farbkennzeichnung von Adern innerhalb von Niederspannungskabel nach DIN VDE 0100-510, Anhang ZC, mit den Präzisierungen für L1, L2 und L3[82]:

Außenleiter	Farbe
PE	Grün-Gelb (gn-ge)

[81] Mit einer dauerhaften hellblauen Kennzeichnung versehen (Schrumpfschlauch, Breite 2 cm)
[82] In Deutschland nicht festgelegt, gewählte Reihenfolge richtet sich nach Vorbild Schweiz

Außenleiter	Farbe
N	Hellblau (bl)
L1	Braun (br)
L2	Schwarz (sw)
L3	Grau (gr)

13.7.3 Kennzeichnung von eigensicheren Kabeln und Leitungen

Für eigensichere Stromkreise sind grundsätzlich Kabel und Leitungen mit durchgehend hellblauem Mantel zu verwenden. Zugelassen sind auch bewehrte, metallummantelte oder geschirmte Kabel. Falls in diesem Fall schwarze Kabel zum Einsatz kommen, wird das nicht hellblaue Kabel alle 30 cm mit einer dauerhaften hellblauen Kennzeichnung versehen (Schrumpfschlauch, Breite 2 cm).

Beispiel: Schwimmerschalter mit schwarzem vergossenem Kabel: Das angegossene Kabel wird in einen Zwischenklemmenkasten geeigneter Schutzart geführt. Die Weiterverbindung zur Niederspannungsanlage erfolgt mit durchgehend hellblauem bzw. mit bewehrtem, metallummanteltem oder geschirmtem Kabel mit blauer Kennzeichnung.

14 Baustrom

Zu beachten ist die Vorschrift „Zusätzliche technische Vertragsbedingungen für den Bezug von Baustrom zur Ausführung von Bauarbeiten auf den Pump- und Klärwerken der Berliner Wasserbetriebe“ → Aquanet/Anwendungen/Normensuche NEU, ZTV Baustrom -WS 14050.

Darin werden u. a. folgende Punkte behandelt

- Wie ist die Baustelleneinrichtungsfläche zu bewerten (Baustromverteilung von den BWB oder eigene Baustromverteilungen)? Baustelleneinrichtungsflächen sind keine Baustellen nach BGI 608 (monatliche Prüfung der Anschlussstellen durch die BWB)
- Kontrolle des Baustellennetzes durch den Bauleiter
- Prüfungen der Baustromverteilungen (u.a. wer prüft?)

Hinweis: Der Bezug von Baustrom ist zwar für den AN weiterhin kostenlos, muss aber nach neuester Rechtsprechung gezählt werden. Eine Musterlösung (BWB-eigener Zähler mit Übertragung ins BWB-System) wird zurzeit erarbeitet.

15 Anlagenkennzeichnungssystem, Schilder

15.1 Anlagenkennzeichnungssystem (AKS)

Erläuterungen zum AKS im Aquanet/Anwendungen/Normensuche NEU:

- WS 13501 -Anlagenkennzeichen Klärwerk Ruhleben
- WS 13502a -Anlagenkennzeichen für die Klärwerke Waßmannsdorf, Stahnsdorf, Schönerlinde, Münchehofe und der OWA Tegel

Wichtige Hinweise:

- Schalt- und Steuerschränke, Messschränke, Zwischenklemmkästen, Rangierverteiler, Erdungs- und Blitzschutzanlagen erhalten in der Regel ein elektrotechnisches Anlagenkennzeichen.
- Package units sind nach der Vorgabe „Erläuterungen für die Verwendung von Anlagenkennzeichen bei Package Units“ (siehe Normen-Datenbank) zu kennzeichnen.
- Für TGA-Anlagen kommt das Anlagenkennzeichensystem der Gebäudetechnik zur Anwendung.

Schaltungsunterlagen sind einheitlich nach dem BWB-Bezeichnungssystem zu erstellen. Es sind alle Betriebsmittel entsprechend zu kennzeichnen. Dies gilt auch für Zulieferungen von Subunternehmen.

Die Vorgabe des Zeichnungslayouts sowie die Vergabe von Anlagenkennzeichen, Ortskennzeichen usw. erfolgen durch die BWB bzw. mit deren Zustimmung. Für die Festlegung des Anlagenkennzeichens ist die Organisationsanweisung des Programms „AKS-Tool“ zu beachten.

15.2 Schilder

15.2.1 Allgemeines

Grundsätzlich sind Schaltschränke, Messschränke, Klemmkästen für verfahrenstechnische Anlagen, Ortssteuerstellen, Reparaturschalter, Steckverbindungen für verfahrenstechnische Anlagen, Motoren, Generatoren, Transformatoren, Messstellen usw. mit Resopalschildern gemäß BWB-Schildernorm, Aquanet/Anwendungen/Normensuche NEU, Dokumente WS 13620 bis 13675, zu versehen

15.2.2 Schilder für ausgenommene Stromkreise

Sind nach Freischaltung des Schaltschranks weiterhin noch Bauteile unter Spannung, ist dies mit einem dauerhaften Warnschild W08 "Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung" schwarzer Blitz im gelben Dreieck, zu kennzeichnen:

- die Netz-Trenneinrichtung

- jeder in Frage kommende Stromkreis (hier zusätzlich mit einem Schild mit der Aufschrift: "Achtung, Stromkreis nach Abschaltung durch die Netz-Trenneinrichtung noch unter Spannung" oder "Achtung, Fremdspannung").

16 Dokumentation

16.1 Allgemein

Der Ausführungsstandard der im Leistungsverzeichnis beschriebenen Dokumentation, ist der „Technischen Richtlinie Dokumentation für Klärwerke und OWA Tegel“ und den gesonderten BWB-Richtlinien für Sigraph und AutoCAD zu entnehmen. Einige, für die EMSR-Technik wichtige, Punkte sind nachfolgend nochmals aufgeführt:

- Die Dokumentation der EMSR-Technik ist durchgängig für die gesamte Anlage einheitlich zu gestalten.
- Letzte Änderungen während des Probebetriebs werden als Roteintragungen in die vor-Ort-Dokumentation eingetragen.
- Die endgültige, fehlerfreie Dokumentation hat den Revisionsstand 0 und ist spätestens zur Abnahme zu übergeben:
  - Ein kompletter Papiersatz (DIN A3 für Stromlaufpläne, sowie Klemmpläne und DIN A4 für übrige Dokumente) und ein USB-Stick mit der digitalen EMSR-Dokumentation, gegliedert nach Anlagenteilen einschließlich aller erforderlichen Geräteunterlagen, Beschreibungen, Wartungsunterlagen usw.
  - Die Dokumentation ist in beschrifteten DIN-Ordnern unterzubringen und nach vorgegebener Struktur gemäß Kap 4.2.2 (elektrotechnische Verbraucher), Kap. 4.2.1 (verfahrenstechnische Verbraucher) und Kap. 4.2.3 (Gebäudetechnik) der „Technischen Richtlinie Dokumentation“ zu sortieren. Die digitale Version ist in die lokale Werkshierarchie des Archivsystems der BWB, Content Management System (CMS), einzubringen. Hierbei ist zu beachten, dass Dokumente, einschließlich der Stromlaufpläne, von elektrotechnischen Betriebsmitteln mit einem verfahrenstechnischen Anlagenkennzeichen (z.B. =L12.AM101), in das Kap 4.2.1, 2.3, der „Technischen Richtlinie Dokumentation“ abgelegt werden.
- Bei wesentlichen Fehlern wird die gesamte Dokumentation zurückgewiesen und die Abnahme verweigert. Bei schweren Versäumnissen behält sich der Auftraggeber vor, zu Lasten des Auftragnehmers eine Überarbeitung zu beauftragen.
- Sämtliche Unterlagen sind in deutscher Sprache zu übergeben.

16.2 Zu übergebene Unterlagen

- DGUV Vorschrift 3 (BGV A3) – Prüfung / Erstprüfung nach DIN VDE 0100-600 (für elektrische Anlagen) bzw. DIN EN 60204-1 (für Maschinen), siehe auch Prüfungen, Inbetriebnahme

  - Die eingehaltenen Abschaltbedingungen der Überstromschutzeinrichtungen sind nachzuweisen.
  - Für, mit dem Betreiber ausgewählte Anlagen (immer bei Blindleistung- und Oberwellenkompensationsanlagen), sind Infrarottemperaturmessungen durchzuführen
- Kurzschlussberechnung mit Angabe aller R/X-Werten und Nachweis der Kurzschlussfestigkeit
- Störlichtbogenberechnung an möglichen Arbeitsstellen
- Konformitätserklärung/ Herstellerbescheinigung
- MS-Anlagen
  - Stückprüfprotokoll vom Herstellerbetrieb
  - Inbetriebsetzungsprotokoll zur anlageninternen Steuerungen und Funktionen
  - Hersteller-Prüfprotokoll der Strom- und Spannungswandler
  - Inbetriebnahme-Prüfnachweis für Strom- und Spannungswandler
  - Montageanleitung
  - Betriebsanleitung Leistungsschalter
  - Konformitätserklärung über erfolgreich bestandene Störlichtbogenprüfung
- Schutzrelais für Mittelspannung
  - Einstellvorgaben
  - Prüfnachweis
  - Lieferunterlagen/Betriebsanleitung/Technisches Datenblatt
- Transformatoren
  - Prüfschein (Datenblatt)
- Motoren/Generatoren ≥200 KW
  - Herstellerdatenblatt
  - Schutzeinstellung
- NS-Verteilungen
  - Stückprüfprotokoll vom Herstellerbetrieb
  - Prüfprotokoll über Leistungsschaltereinstellungen
  - Inbetriebsetzungsprotokoll zur anlageninternen Steuerungen und Funktionen
  - Einstellprotokolle Motorschutzschalter
  - Einstellprotokolle für Relais (z.B. Unterspannungsrelais)
  - Betriebsanleitung Leistungsschalter
  - Nachweis der erfolgreich bestandenen Störlichtbogenprüfung

- FU
  - Parameterliste
- Kabel
  - MS-Kabeln: Prüfnachweis über Spannungsfestigkeit
  - NS-Kabel: Messwertprotokoll über:
    - Isolationswiderstand
    - Schleifenwiderstand inkl. Angabe zur
    - Überstromschutzeinrichtung
    - Abschaltbedingungen eingehalten ja/nein
- Steuerleitungen: Messwertprotokoll über Isolationswiderstand
- Busleitung: Messwertprotokoll
- LWL: Pegelmessung/Dämpfungsmessung (Ansprechpartner: PB-W/V/K Hr. Schramm)
- Prozessleittechnik
  - System-Konfigurator
  - Rechner-Steckbriefe für Server und Clients
  - PCS7-Projekt, SPS-Projekt
- RCD (Fehlerstrom-Schutzscheinrichtung)
  - Messwertprotokoll mit Abschaltzeiten, Auslösewert
- Messwertumformer
  - Einstellprotokoll
- Regler
  - Einstellprotokoll
- Für alle verwendeten Geräte sind Datenblätter und Betriebsanleitungen in Papierform in deutscher Sprache zu liefern. Ergänzend sind die Unterlagen als PDF-Dateien zu übergeben.
- Für komplexe Verknüpfungen, z.B. anlagenübergreifende Steuerungen, sind Funktionsbeschreibungen zu erstellen.
- Schaltungsunterlagen (Format DIN A3)
  - Deckblatt
  - Inhaltsverzeichnis
  - Stromlaufpläne
  - Anschlusspläne
  - Gerätestücklisten/Betriebsmittellisten

- Erdung und Blitzschutz
  - Installationszeichnungen
  - Messwertprotokoll
- Auflistung der empfohlenen Ersatzteile

16.3 A-, U-, V,- M- und Kabellisten

Die Listen sind innerhalb des BWB-Programms „AKS-Tool“ zu pflegen.

17 Prüfungen, Inbetriebsetzung, Inbetriebnahme

Die „Elektrische Erstinbetriebsetzung (E-IBS)“ erfolgt nach einer BWB-Verfahrensanweisung mit Hilfe von EIBS-Checklisten. Anzuwenden ist die passende EMSR-Checkliste (V40159-1, V40159-2).

Nach Abschluss der gerätetechnischen Inbetriebsetzung des Auftragnehmers, ist der EMSR-Checklistentest „verfahrenstechnische Inbetriebsetzung (V-IBS)“ mit den zuständigen Elektroabteilungen der BWB durchzuführen. Gültig ist die EMSR-Checkliste 3 (V40159-3). Mit dem erfolgreichen Abschluss wird die Zustimmung für den Probebetrieb dokumentiert.

Die Erstprüfung von elektrotechnischen Anlagen hat nach DIN VDE 0100-600 zu erfolgen. Zusätzlich sind durchzuführen:

- Infrarottemperaturmessungen an Blindleistungs- und Oberwellenkompensationsanlagen und ausgewählten Anlagen unter Nennlast
- Fehlerstromimpedanzmessungen (L – PE)[83] und Messungen des Netzinnenwiderstands (L – N)[84]. Falls dies technisch nicht möglich ist bzw. schwer durchzuführen ist (z. B. Prüfungen von Stromkreisen mit RCD Typ B) oder physikalisch als für nicht sinnvoll erachtet wird, ist der AG zu kontaktieren.

Für Erstprüfungen von Maschinen ist die DIN EN 60204-1 anzuwenden. Dabei sind alle Prüfungen, a) bis f) des Kap. 18.1 durchzuführen. Darüber hinaus hat eine Isolationsmessung der Mess- und Steuerstromkreise zu erfolgen (für Stromkreise mit Kleinspannungen 50 V AC und 120 V DC sind eine Messgleichspannung von 250 V ausreichend).

Die Nachweise der vorgeschriebenen Abschaltbedingungen sind immer Bestandteil der Prüfungen.

Alle Messwerte sind zu dokumentieren und werden Bestandteil der Dokumentation.

[83] Im Gegensatz zur reinen Schutzleitermessung können, beispielsweise, lose Klemmen lokalisiert werden.
[84] Messwert ist ein Indikator für die Wirksamkeit des Überlastschutzes.

18 Probebetrieb

Für den Fall, dass der Probebetrieb unter Beteiligung der BWB durchgeführt wird, gilt:

- Erfolgreicher Checklistentest (Kap. 17)
- Gemäß Vertrag sind die BWB zu allen Bedienhandlungen, die für den Betrieb notwendig sind, ermächtigt. Fehlermeldungen während des Probebetriebs sind zur Ursachenuntersuchung dem AN mitzuteilen. Erststörungsbegutachtungen und einfache Störungsbeseitigungen werden durch die zuständige Elektroabteilung der BWB durchgeführt. Bei den ausgeführten Tätigkeiten bleibt die Gewährleistung erhalten. Weiterführende Tätigkeiten bedürfen der Zustimmung des AN.

19 Ersatzteile/Wartungsangebot

Es ist eine empfohlene Ersatzteilliste des Herstellers der Dokumentation beizulegen. Ersatzteile selber, sind nur in Ausnahmefällen und in Abstimmung mit dem Betreiber über das Projekt zu bestellen.

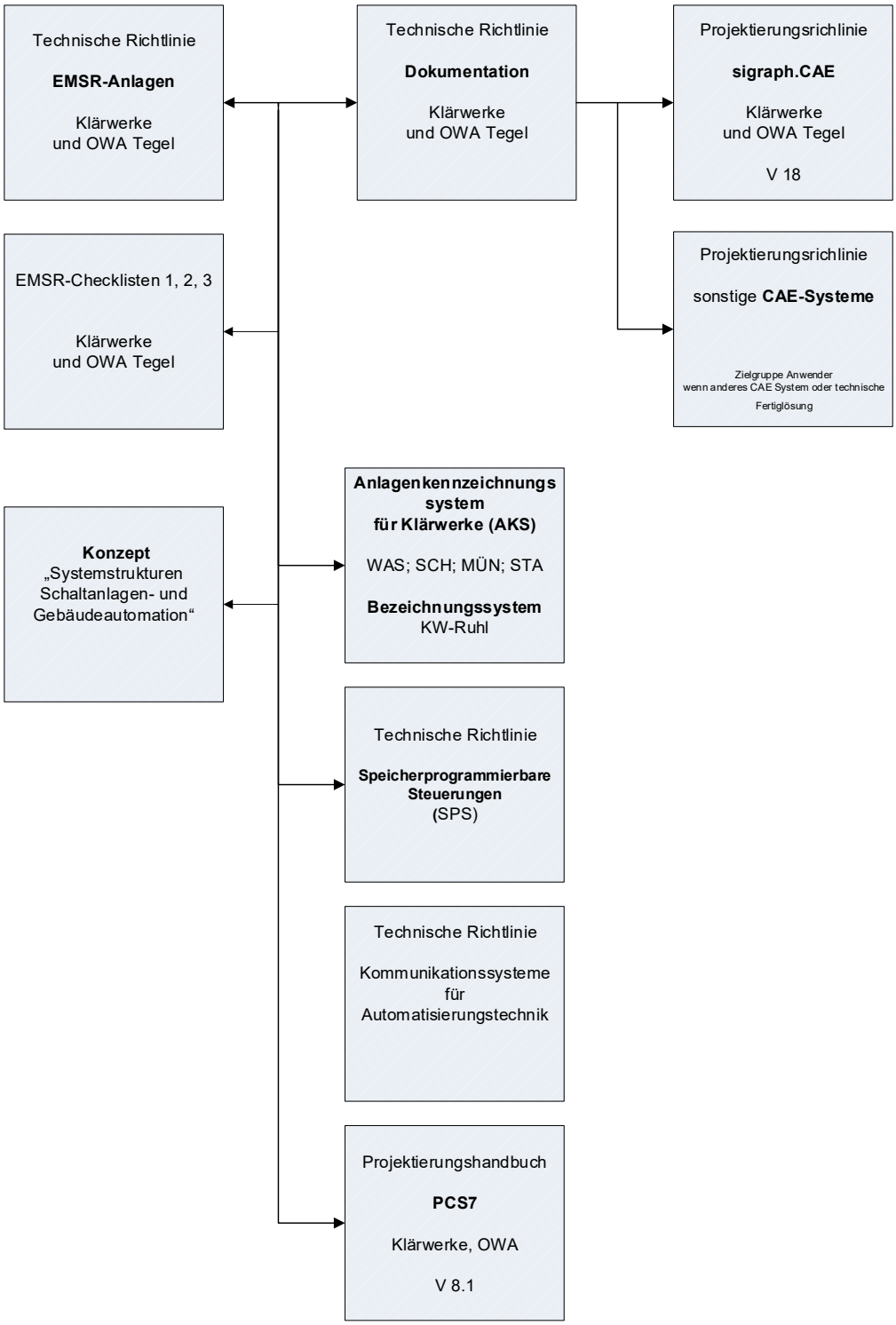
Ein Wartungsangebot ist, in der Regel, erforderlich und mit EK (Einkauf) abzustimmen.

20 Ansprechpartner

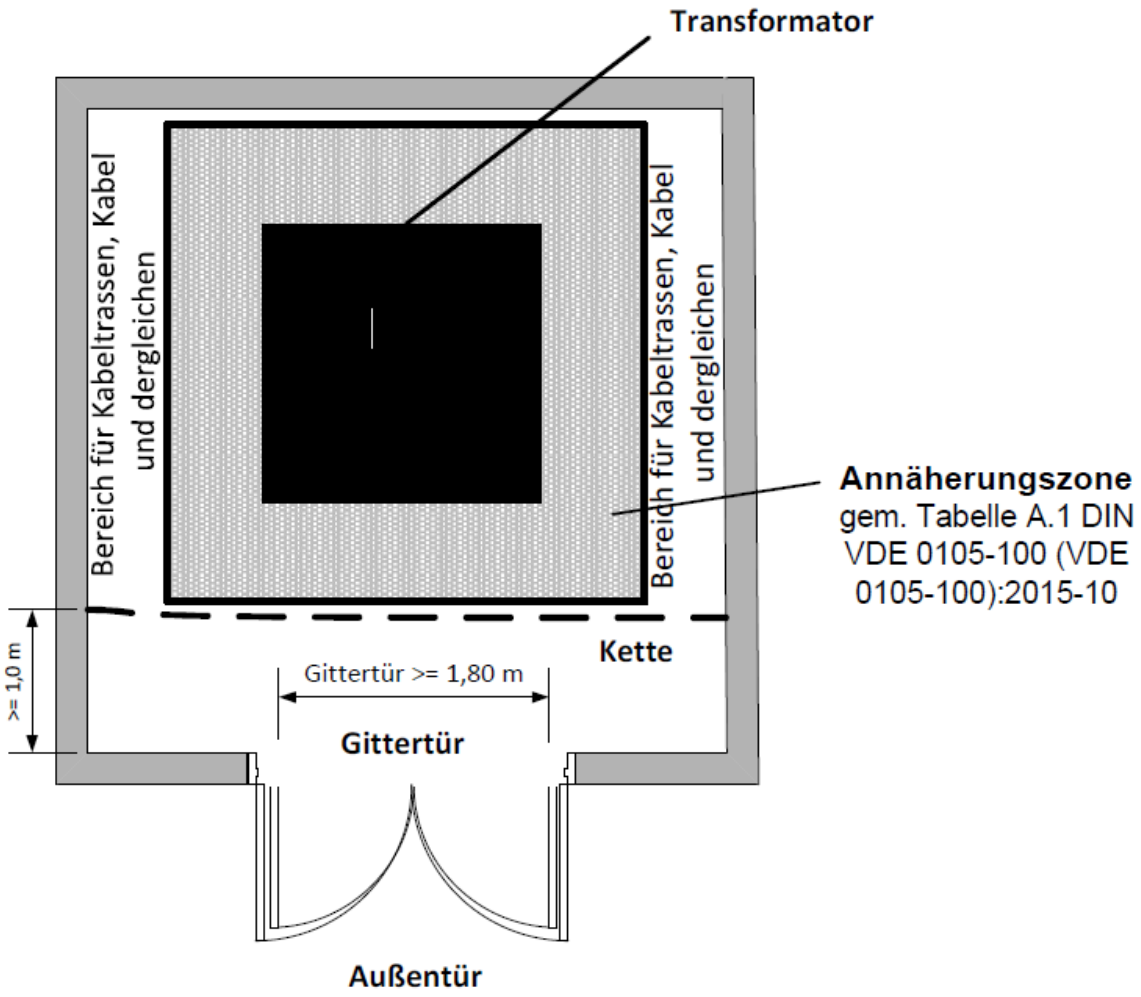
Für Hinweise oder Fragen stehen folgende Ansprechpartner zur Verfügung:

Name	Abt.	Tel.	Mobile	Email
Herr Ralf Busse	PB-W/G/EA	030-8644-5176	0173-6279086	ralf.busse@bwb.de
Herr Jörg Müller	TS-E	030-8644-7855	0173-6279206	joerg.mueller@bwb.de
Herr Henning Till	AE-T/L	030-8644-4963	0172-3069830	henning.till@bwb.de
Herr Nils Pötsch	AE-T/L	030-8644-6152	0173-6279323	nils.poetsch@bwb.de

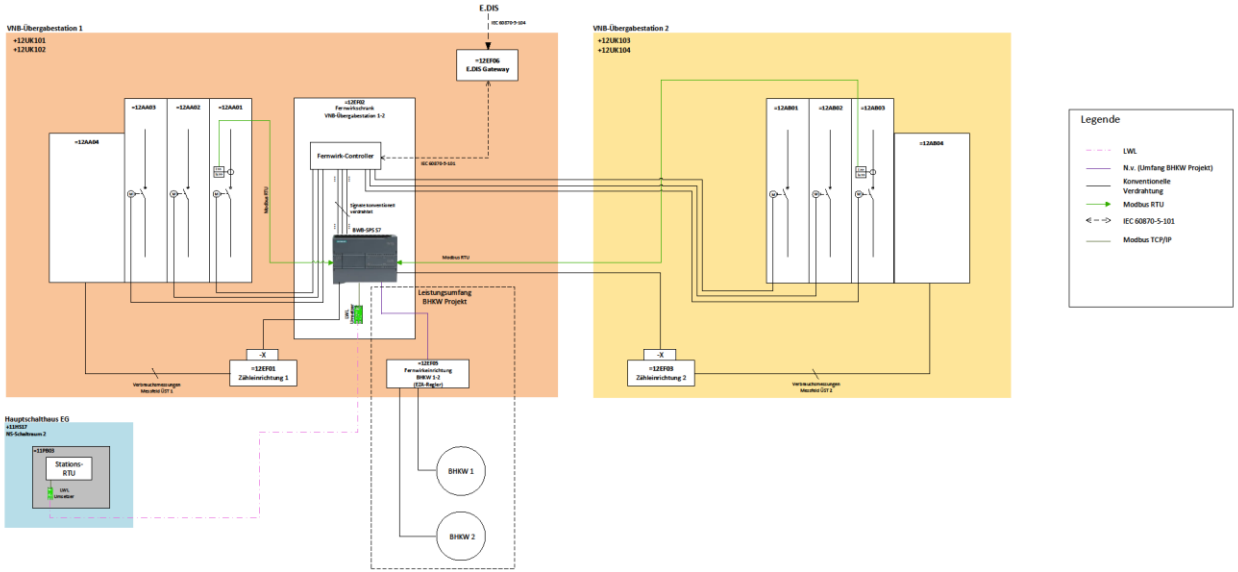
Anlagen

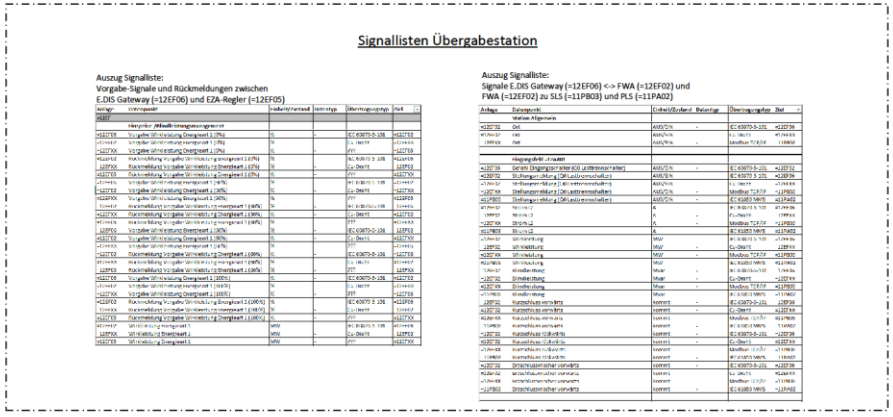


Anlage 1 BWB-EMSR – Richtlinien (Kap. 2.2)



Anlage 2 Transformatorkammer (Kap. 3.2.5.6)



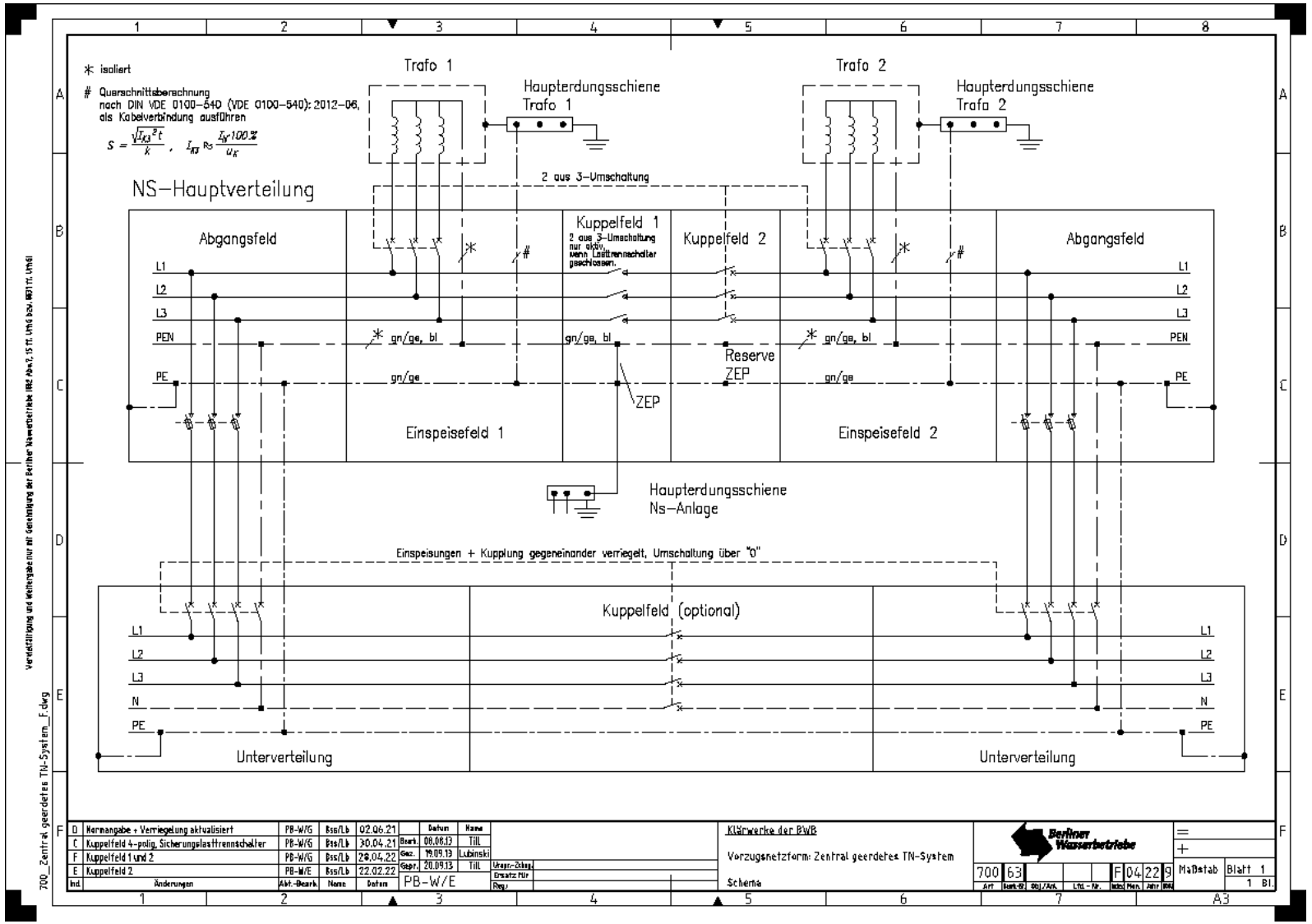


Signallisten Übergabestation

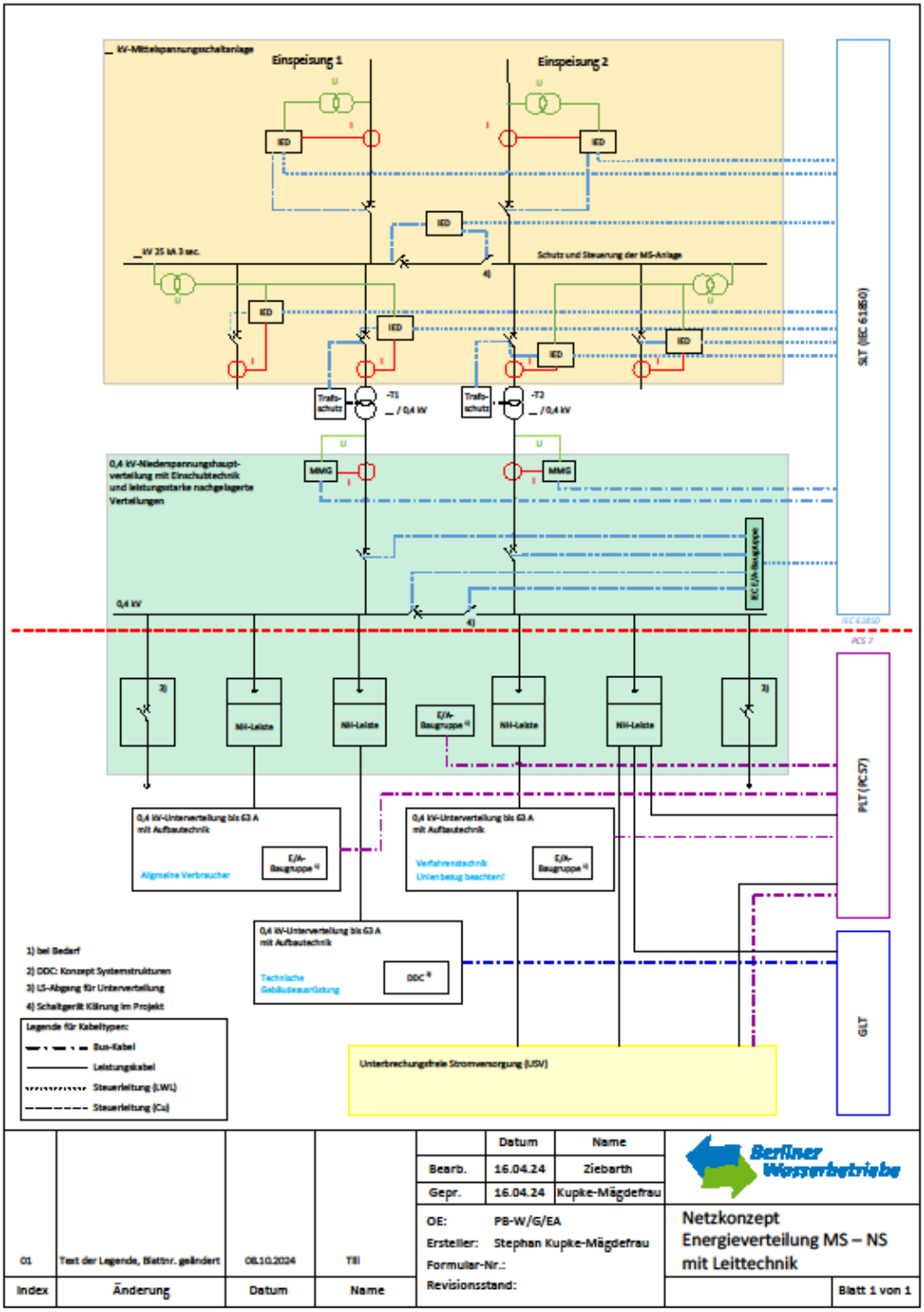
Auszug Signalliste:
Vorgabe-Signale und Rückmeldungen zwischen
E.DIS Gateway (=12EF06) und EZA-Regler (=12EF05)

Auszug Signalliste:
Signale E.DIS Gateway (=12EF06) <-> FWA (=12EF02) und
FWA (=12EF02) zu SLS (=11PB03) und PLS (=11PA02)

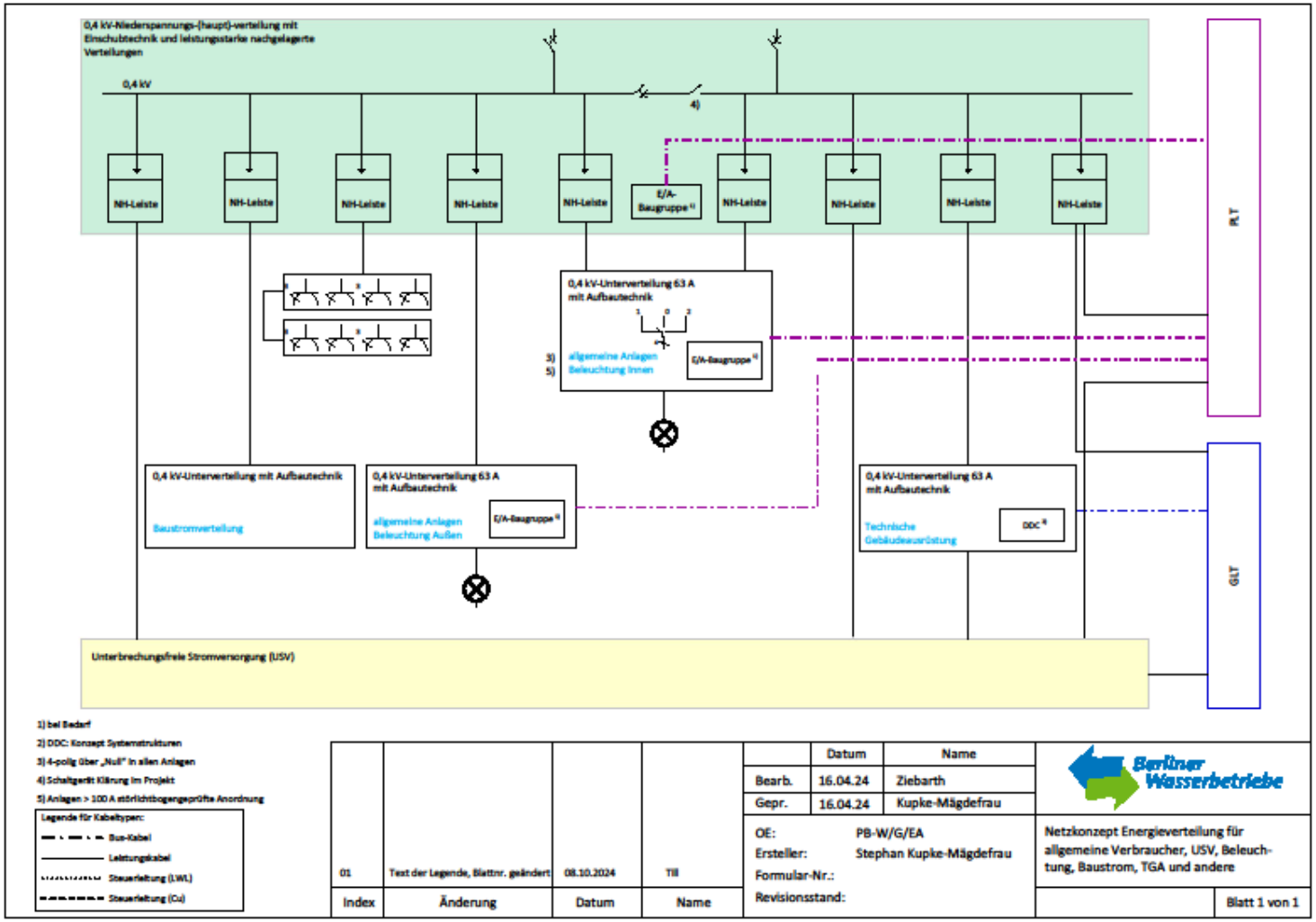
Anlage 3 Signalübertragung zum Verteilnetzbetreiber am Beispiel der E.DIS (Kap. 5.1)



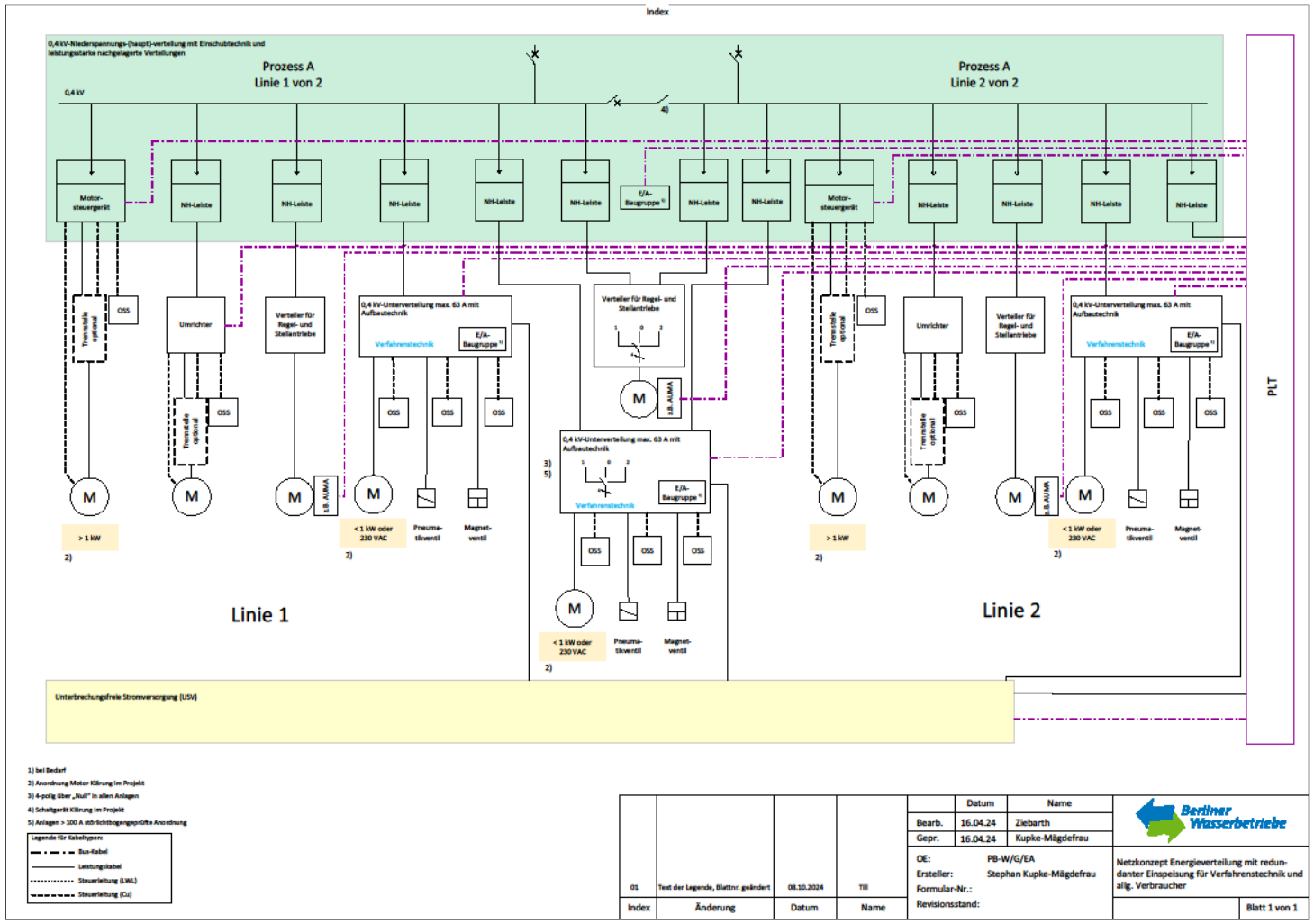
Anlage 4 Zentral geerdetes TN – Netz (Kap. 6.8.1)



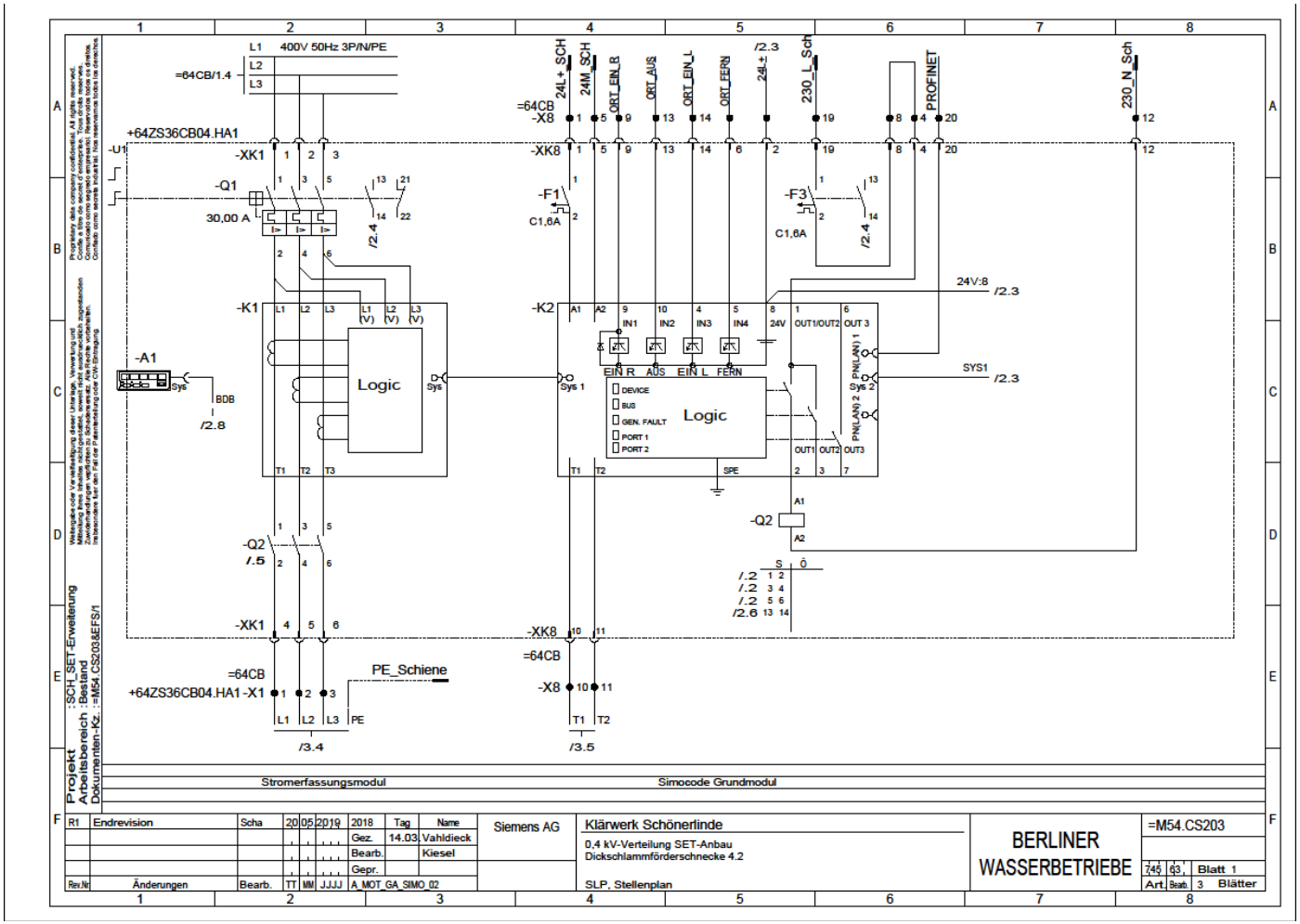
Anlage 5a Netzkonzept Energieverteilung MS – NS mit Leittechnik (Kap. 6.8.2.1) - siehe Normendatenbank WS 14627



Anlage 5b Netzkonzept Energieverteilung für allgemeine Verbraucher (Kap. 6.8.2.1) -siehe Normendatenbank WS 14628

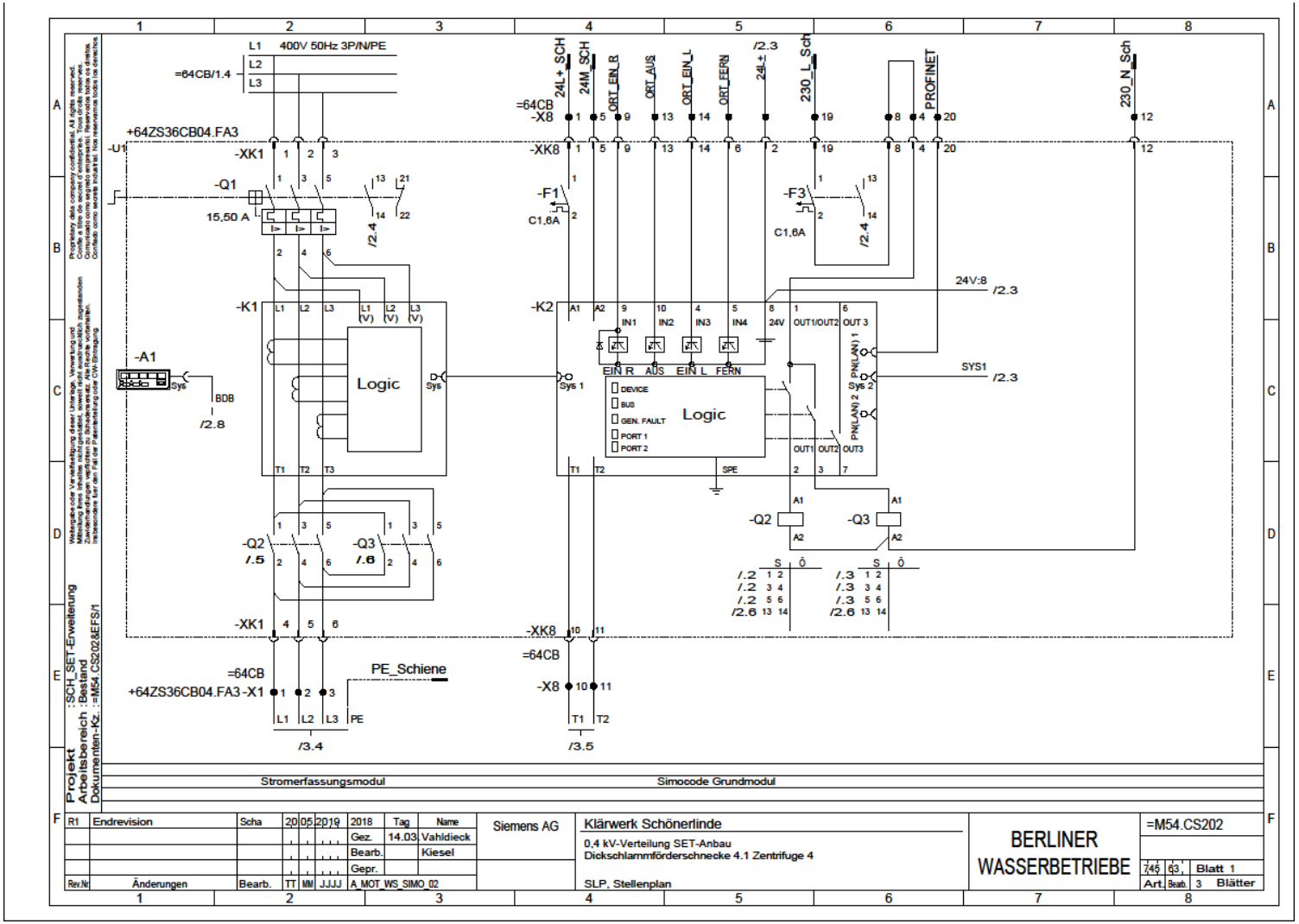


Anlage 5c Netzkonzept Energieverteilung mit redundanter Einspeisung Verfahrenstechnik, allg. Verbraucher (Kap. 6.8.2.1) siehe Normendatenbank WS 14629



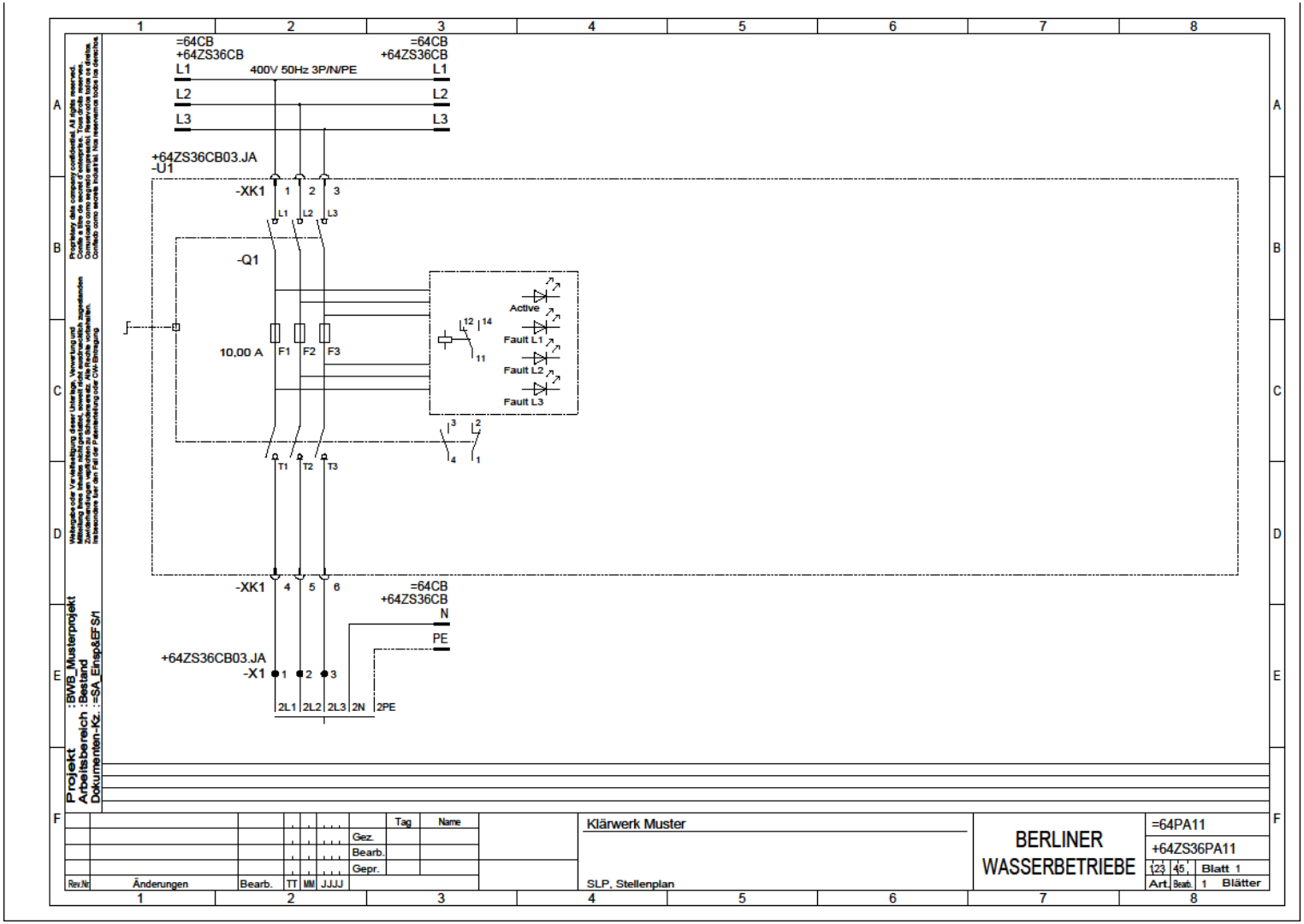
Anlage 6a Musterschaltung MCC - Einrichtungsantrieb (Kap. 6.8.3.7)[85]

[85] Die vollständigen Stromlaufpläne (Blatt 2 und 3) sind in der Normen-Datenbank unter WS 14611 abrufbar.



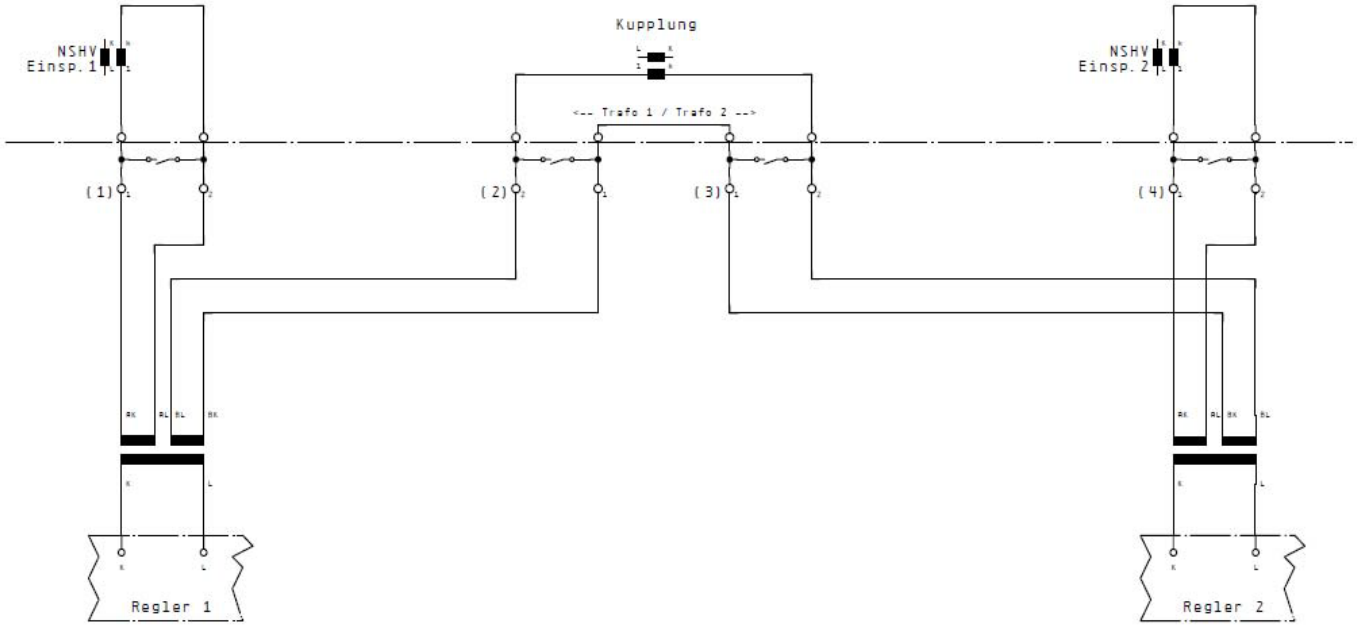
Anlage 6b Musterschaltung MCC - Zweirichtungsantrieb (Kap. 6.8.3.7)[86]

[86] Die vollständigen Stromlaufpläne (Blatt 2 und 3) sind in der Normen-Datenbank unter WS 14615 abrufbar.

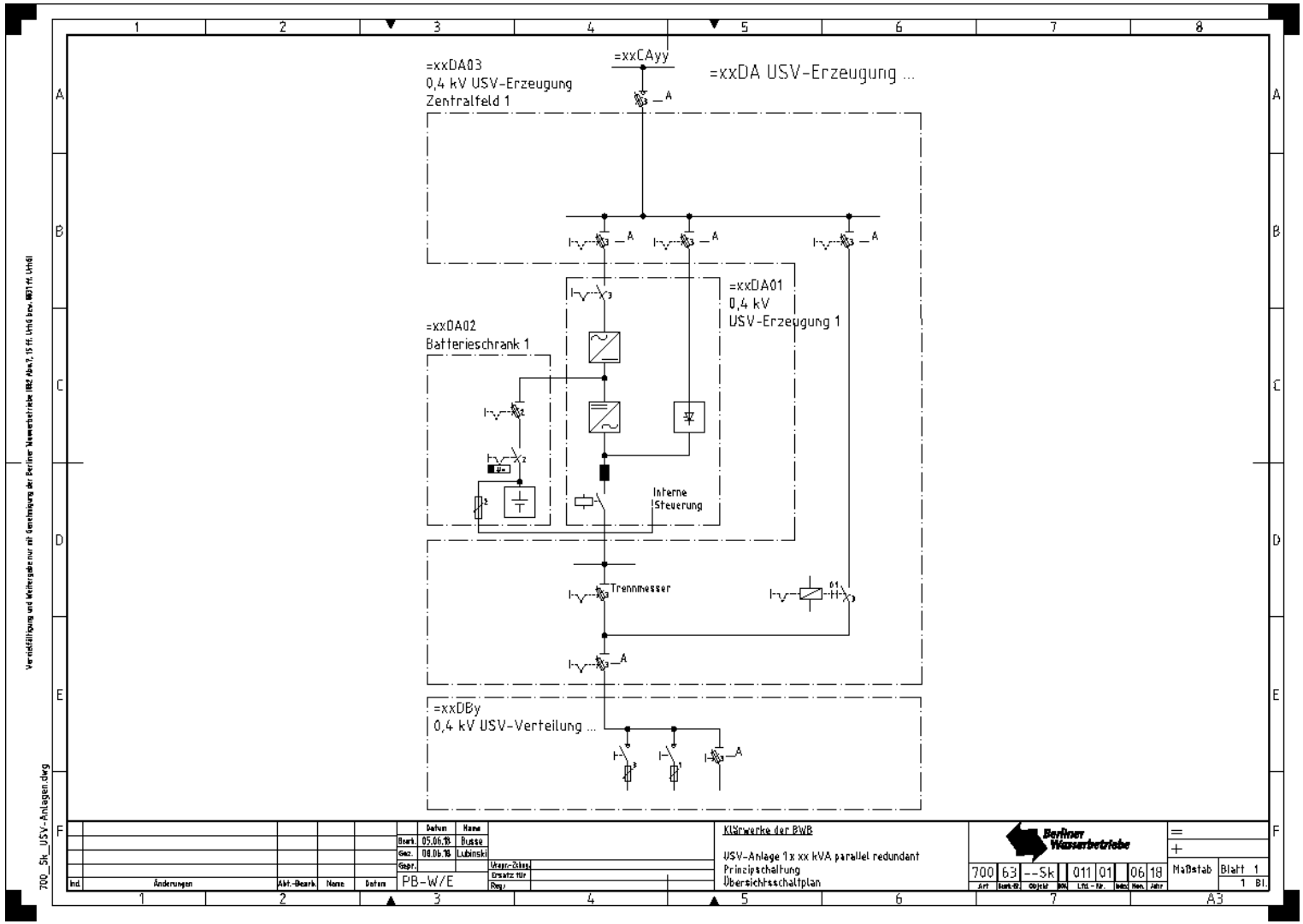


Anlage 6c Musterschaltung MCC - NH-Sicherungsabgang (Kap. 6.8.3.8)[87]

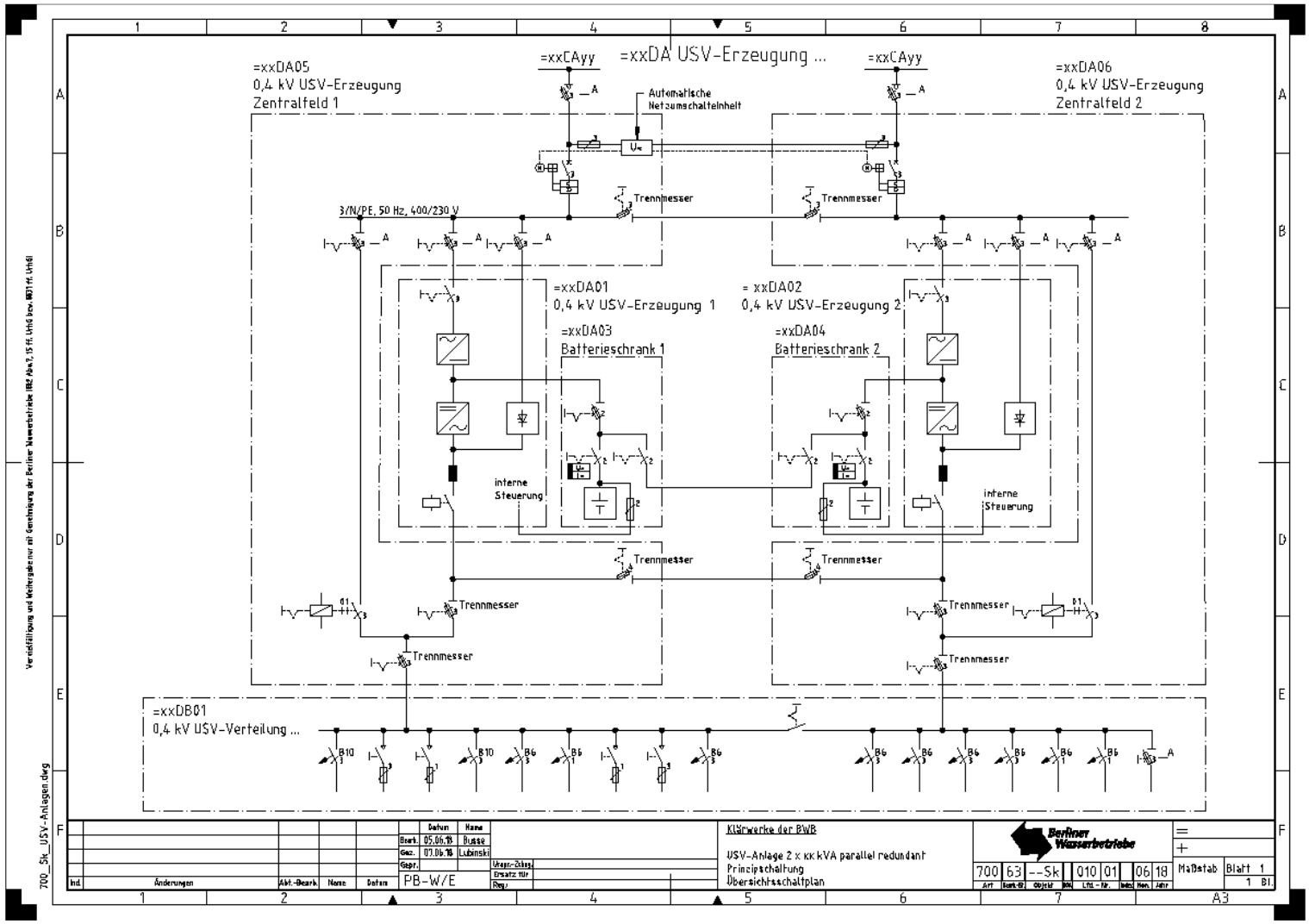
[87] Der Stromlaufplan ist in der Normen-Datenbank abrufbar.



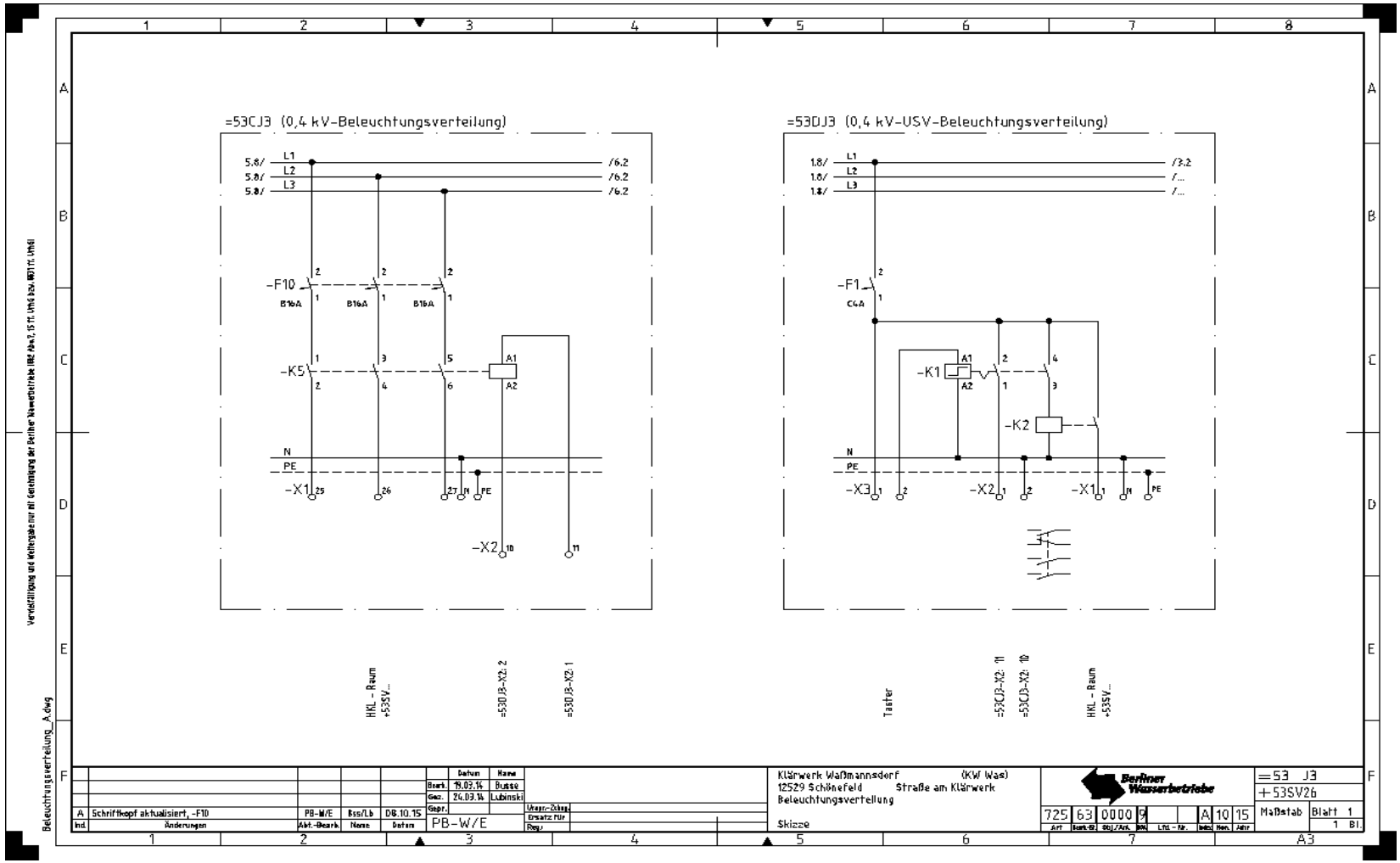
Anlage 7 Blindstromkompensation, Strompfadverschaltung bei Paralleleinspeisung (Kap. 6.8.3.11)



Anlage 8.1 Prinzipschaltbild USV – Anlage Einfacheinspeisung (Kap. 6.8.5.1)



Anlage 8.2 Prinzipschaltbild USV – Anlage parallel redundant (Kap. 6.8.5.2)



Anlage 9 Prinzipschaltbild Beleuchtungsverteilung Normalspannung - USV – Anlage (Kap. 12.1, 12.3)

Übereinstimmungserklärung

<Name des Installateurs>
<Anschrift>

<Installationsort, Baustelle, Gebäude etc.>

Datum der Installation: ***<Datum>***

Feuerwiderstandsklasse: I90 / I30 *)

Hiermit bestätigen wir, dass die Kabelanlage mit **Feuerwiderstandsklasse I90** hinsichtlich aller Einzelheiten fachgerecht und unter Einhaltung aller Bestimmungen des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses Nr.: **P-MPA-E-99-177** des Materialprüfamtes Nordrhein-Westfalen, Dortmund Erwitte, vom 10.3.2003 hergestellt und eingebaut wurde.

Für die nicht vom Hersteller selbst hergestellten Bauprodukte oder Einzelteile, z.B. Mineralwolle, Gipsfaser-Platten, wird dies ebenfalls bestätigt, aufgrund

- der vorhandenen Kennzeichnung der Teile entsprechend den Bestimmungen des allg. bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses *)
- eigener Kontrollen *)
- entsprechender schriftlicher Bestätigungen der Hersteller der Bauprodukte oder anderer Teile, die der Unterzeichner zu seinen Akten genommen hat *)

Ort, Datum Stempel / Unterschrift

*) nichtzutreffendes streichen

Anlage 10 Beispiel einer Übereinstimmungserklärung (Kap. 13.3.1)

Verzeichnis der Tabellen

Es konnten keine Einträge für ein Abbildungsverzeichnis gefunden werden.

Verzeichnis der Abbildungen

Es konnten keine Einträge für ein Abbildungsverzeichnis gefunden werden.