

**Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV-W)
für
die Elektrische Ausrüstung von Stahlwasserbauten
(Leistungsbereich 216/2)**

Ausgabe 2014

EU-Notifizierung Nr. 2013/0341/D

INHALTSVERZEICHNIS

Vorbemerkungen	3
1 Geltungsbereich (zu Nr. 1).....	3
2 Stoffe, Bauteile (zu Nr. 2).....	3
2.1 Allgemeines	3
2.2 Elektrische Betriebsmittel	3
2.3 Elektronische und programmierbar elektronische Systeme	6
2.4 Befestigungsmaterial	6
3 Ausführung (zu Nr. 3).....	6
3.1 Allgemeines	6
3.2 Anforderungen an die Sicherheit.....	7
3.3 Gehäuse- und Geräteeinbau	8
3.4 Anschlüsse	10
3.5 Netz- und Betriebsspannungen	10
3.6 Anlagensoftware	10
3.7 Fertigstellung der Leistung	11
3.8 Bestandsunterlagen (ergänzende spezifische Regelungen zur ZTV-W LB 202)	12
4 Nebenleistungen, Besondere Leistungen (zu Nr. 4).....	12
4.1 Nebenleistungen	12
4.2 Besondere Leistungen.....	12
5 Abrechnung (zu Nr. 5).....	13
Anhang: Zusammenstellung der zitierten Regelwerke	14
Stichwortverzeichnis	16

Hinweis: Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften (Abl. EG Nr. L 204 S. 37), zuletzt geändert durch die Richtlinie 98/48/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juli 1998 (Abl. EG Nr. L 217 S. 18), sind beachtet worden.

Herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Abteilung: Wasserstraßen, Schifffahrt

Alle Rechte vorbehalten.

Aufgestellt von der Arbeitsgruppe "Standardleistungsbeschreibungen im Wasserbau" unter Beteiligung

- des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur und seiner nachgeordneten Dienststellen
- des Niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr
- des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
- des Senators für Wirtschaft und Häfen, Bremen
- der Wirtschaftsbehörde der Freien und Hansestadt Hamburg
- der Niedersachsen-Ports GmbH & Co. KG
- des Bundesverbandes Öffentlicher Binnenhäfen e. V.
- der Duisburger Hafen AG
- der RMD Wasserstrassen GmbH
- der Emschergenossenschaft/Lippeverband
- der Linksniederrheinischen Entwässerungsgenossenschaft
- des Ruhrverbandes
- des Wasserverbandes Eifel-Rur
- des Wupperverbandes
- der Österreichisch-Bayerischen Kraftwerke AG
- der Lechwerke AG

zu beziehen durch
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)
Bernhard-Nocht-Straße 78
20359 Hamburg

Vorbemerkungen

Die hinter den Abschnittsüberschriften in Klammern gesetzten Ziffern beziehen sich auf die „Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art – DIN 18299“.

Produkte, die in den Geltungsbereich der nationalen Rechtsvorschriften zur Umsetzung der Maschinen- oder Niederspannungsrichtlinie fallen, sind vom Anwendungsbereich der Anforderungen dieser technischen Spezifikationen hinsichtlich der Sicherheit ausgenommen. Produkte, die in den Geltungsbereich der nationalen Rechtsvorschrift zur Umsetzung der EMV-Richtlinie fallen, sind vom Anwendungsbereich der Anforderungen dieser technischen Spezifikationen hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit ausgenommen.

Produkte und Ursprungswaren aus anderen Mitgliedsstaaten der Europäischen Gemeinschaften oder der Türkei oder einem EFTA-Staat, der Vertragspartei des EWR-Abkommens ist, die diesen technischen Spezifikationen nicht entsprechen, werden einschließlich der im Herstellungsstaat durchgeführten Prüfungen und Überwachungen als gleichwertig behandelt, wenn der Auftragnehmer nachweisen kann, dass mit ihnen das geforderte Schutzniveau - Sicherheit, Gesundheit und Gebrauchstauglichkeit - gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

1 Geltungsbereich (zu Nr. 1)

(1) Die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV-W) für die „Elektrische Ausrüstung von Stahlwasserbauten“ sind anzuwenden für die elektrische, elektronische und programmierbar elektronische Ausrüstung der Maschinen von Stahlwasserbauten (Maschinen sind die Gesamtheit aus mechanischen und elektrischen Einrichtungen, unabhängig von der räumlichen Anordnung, s. DIN EN 60204-1).

Hierzu zählen auch die zugehörigen Steuerungs- und Bedieneinrichtungen. Diese ZTV-W gelten nicht für zentrale Bedieneinrichtungen, z. B. zentraler Bedienstand für alle Anlagenteile, Leitzentrale für die Fernbedienung mehrerer Gesamtanlagen, es sei denn, sie wurden besonders vereinbart.

(2) Es gelten die DIN-Norm 19704 „Stahlwasserbauten, Teil 3, Elektrische Ausrüstung“, die „Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen“ (ATV-VOB/C) - Nieder- und Mittelspannungsanlagen mit Nennspannung bis 36 kV – DIN 18382 und die DIN-VDE Normen bzw. die entsprechenden Europäischen Normen.

(3) Die im Text zitierten Regelwerke sind für die Anwendung dieser ZTV-W erforderlich. Die Regelwerke sind im Anhang aufgeführt.

2 Stoffe, Bauteile (zu Nr. 2)

2.1 Allgemeines

(4) Unbeschadet der nachstehenden besonderen Regelungen muss sich die elektrische Ausrüstung für die nach dem Vertrag vorausgesetzte Verwendung eignen und den anerkannten Regeln der Technik entsprechen.

(5) In der Ausführungsplanung durch den Auftragnehmer ist bei Stoffen und Bauteilen die Verwendung von einheitlichen Fabrikaten, Typen und Größen vorzusehen.

2.2 Elektrische Betriebsmittel

2.2.1 Allgemeines

(6) Die Netzanschlüsse (Einspeisungen) aller Verteilungen und Schaltschränke sind 3-phasig für AC 400 V auszuführen. Die Phasenfolge (L1, L2, L3) ist als Rechtsdrehfeld zu schalten.

(7) Elektrische Betriebsmittel für AC mit einem Anschlusswert größer 3 kW sind 3-phasig für 400 V auszulegen.

(8) Die Primärspannung von Steuertransformatoren soll 400 V betragen. Es sind primärseitig Anzapfungen für ± 5 v. H. der Nennspannung vorzusehen.

2.2.2 Umgebungsanforderungen und -bedingungen

- (9) Die Betriebsmittel sind für nachfolgende Umgebungsanforderungen und -bedingungen auszulegen:
- Klimatische Bedingungen nach Typ C und Kriechstrecken nach Verschmutzungsgrad 3 gemäß DIN EN 50178
Ggf. sind zur Einhaltung der v. g. Anforderungen zusätzliche Maßnahmen, z. B. Gehäuse und Beheizungen, mit zu berücksichtigen.
 - Elektrische und elektromagnetische Anforderungen der Fachgrundnormen für EMV-Störfestigkeit DIN EN 61000-6-2 für Betriebsmittel in Industriebereichen und für EMV-Störaussendung DIN EN 61000-6-3 für Betriebsmittel in Wohnbereichen
- (10) Die rauen Betriebsbedingungen bei Stahlwasserbauten sind bei der Bemessung von elektronischen Betriebsmitteln zu berücksichtigen.

2.2.3 Motoren und Schaltgeräte

- (11) Motorstromkreise sind mit Motorschutzschalter (Eignung zum Freischalten) und Strommessung auszurüsten. Bei Nebeneinrichtungen, z. B. Filterpumpen, Lüfter, entfällt die Strommessung.
- (12) Wenn durch Phasenausfall in Motorstromkreisen Gefahren oder Schäden entstehen können, sind Asymmetrirelais mit ansprechverzögerten Kontakten für Meldung und Abschaltung vorzusehen.
- (13) Meldungen sind, soweit gemäß Leistungsbeschreibung nicht anders vorgegeben, durch Leuchtmelder anzuzeigen. Prüftaster sind einzubauen.
- (14) An Vor-Ort-Bedienstellen sind die Leuchtmelder für Betriebsmeldungen schaltbar (Steuerschalter) auszuführen.
- (15) Stör- und Gefahrmeldungen müssen einzeln signalisiert werden. Eine Quittierungsmöglichkeit muss vorhanden sein.
- (16) Zum Schutz von Steuerstromkreisen und sonstigen Verbrauchern sind Schutzschalter vorzusehen.
- (17) Alle Schutzschalter sind mit Hilfskontakten zu bestücken.
- (18) Für Leistungsschalter sind elektrische Stellungsmelder vorzusehen, wenn die Schalterstellung vor allem nach dem Auslösen nicht eindeutig zu erkennen ist.
- (19) Einspeiseschalter sind als Leistungsschalter mit Hauptschalteigenschaften auszuführen.
- (20) In jeder Schaltanlage und bei Unterverteilungen ist für Messzwecke und für den Anschluss von Schrankleuchten, Steckdosen u. ä. ein 3-poliger Sicherungslasttrennschalter (D0-System) vor dem Einspeiseschalter einzubauen und auf Reihenklemmen zu führen. Die angeschlossenen elektrischen Betriebsmittel und die Klemmen sind besonders abzugrenzen, fingersicher auszuführen sowie mit Warnzeichen zu versehen. Hierbei sind die BGV zu beachten.
- (21) Für Schmelzsicherungen sind Sicherungslasttrennschalter (D0-System) zu verwenden. Bei $I_N > 35 \text{ A}$ sind NH-Sicherungseinsätze (Größe 00) zusammen mit Sicherungslasttrennschaltern einzubauen.
- (22) Als Schlüsselsteuerschalter sind Knebelschalter mit Schließzylinder einzubauen. Die Schlüssel müssen in allen Stellungen abziehbar sein. Abweichungen hiervon sind in der Leistungsbeschreibung angegeben. Für gleiche Funktionen einer Anlage ist die gleiche Schließung zu verwenden, z. B. für Steuerspannung EIN/AUS.

2.2.4 Kabel und Leitungen

- (23) Für Wechselstromanschlüsse sind Dreileiter- und für Drehstromanschlüsse Fünfleiterkabel zu verlegen. Ausgenommen hiervon sind Drehstromverbraucher ohne Neutralleiter-Anschluss. Entsprechendes gilt auch für flexible Leitungen. Die DIN 19704-3 ist hierbei zu beachten.

(24) Leistungskabel müssen als Schutzleiter einen äußeren konzentrischen Leiter haben, z. B. NYCWY.

(25) Für bewegliche Anschlüsse gelten die Mindestanforderungen für flexible Leitungen gemäß DIN 19704-3.

(26) MSR-Kabel und -Leitungen sind mit min. 25 v. H. Reserveadern auszuführen.

(27) Kabel und Leitungen sind austauschbar und geschützt zu verlegen, z. B. auf Kabelpritschen, Ankerschienen, in Kabelrinnen, -kanälen, -schutzrohren, -böden und an Steigetritten. Die Kabelträger müssen in allen Bereichen min. 30 v. H. Platzreserve haben.

(28) Beim Austritt aus dem Erdreich oder Fußboden sind Kabel und Leitungen bis etwa 1,00 m Höhe zusätzlich gegen mechanische Beanspruchung zu schützen, z. B. durch PE-Rohre, Schläuche oder Verkleidungen.

(29) Öffnungen für Kabeldurchführungen in Geschossdecken und in raumabschließenden Wänden sind widerstandsfähig gegen Brandeinwirkung durch Kabelabschottungen in der Feuerwiderstandsklasse S 90 zu verschließen. Für nachträgliche Kabelverlegungen müssen diese Schottungen jedoch leicht durchbrechbar oder zu öffnen sein. Die DIN 4102-9 ist hierbei zu beachten.

(30) An Einführungen in Gebäuden und an Dehnfugen sind Kabel und Leitungen so zu verlegen, dass sie Setzungen und Verschiebungen schadlos folgen können.

(31) Bauseits vorhandene Einführungen, z. B. druckwasserdichte Durchführungen, sind nach der Kabelverlegung fachgerecht zu verschließen.

2.2.5 Hilfeeinrichtungen

(32) Elektrische Heizungen, z. B. Dichtflächenheizungen, Laufschieneheizungen, sind in Leistungsstufen zu unterteilen und mit Strommessung auszurüsten. Die DIN 19704-3 ist hierbei zu beachten.

2.2.6 Endschalter und Druckschalter

(33) Keine ergänzenden Regelungen zur DIN 19704.

2.2.7 Überlast-Schutzeinrichtungen

(34) Keine ergänzenden Regelungen zur DIN 19704.

2.2.8 Überwachungs- und Messeinrichtungen

(35) An Haupteinspeisungen sind Spannungsmesser einzubauen.

(36) Messeinrichtungen müssen mindestens der Kl. 1,5 entsprechen. Die DIN EN 60051 ist zu beachten.

(37) Stromwandler für Messwertanzeige, Regelung u. ä. sind für ein Übersetzungsverhältnis von $x : 1$ A auszulegen.

(38) Analoge Messwertsignale, die gemäß Leistungsbeschreibung in weiteren Systemen eingelesen und weiterverarbeitet werden sollen, z. B. Automatisierungsgeräte, Prozessleitsysteme, müssen als potentialfreie Prozesssignale 4-20 mA (4-Draht Signalgeber) bereitgestellt werden.

(39) Steuerstromkreise, die über Steuertransformatoren, Umformer, Akkumulatoren oder ähnliche Spannungsquellen betrieben werden, sind je Spannungsquelle grundsätzlich mit einer Isolationsüberwachung auszuführen.

(40) Bei Maschinen für Verschlüsse ist der Betriebszustand „EIN“ durch geeignete Rückmeldungen (Laufmeldungen), z. B. Blinklicht, Displayanzeigen, an der Bedienstelle anzuzeigen.

- (41) An jeder Bedienstelle sind Anzeigegeräte für
- Betriebsmeldungen, z. B. Verschluss-, Riegelstellungen etc.
 - Sensormeldungen, z. B. alle Positionsschalterstellungen etc.
 - Störungsmeldungen
 - Wichtige Meldungen aus dem Steuerungsablauf, z. B. steuerungstechnische Freigaben etc.
 - Messwerte, z. B. Verschlussstellungen, Fahrgeschwindigkeiten etc.
- vorzusehen, soweit in der Leistungsbeschreibung nicht anders geregelt.

2.2.9 Gehäuse

(42) Schaltschränke in stahlblechgekapselter Ausführung müssen folgende Blechdicken haben:
Türen ≥ 2 mm, Wände $\geq 1,5$ mm.

2.3 Elektronische und programmierbare elektronische Systeme

(43) Zu den elektronischen Systemen gehören Baugruppen mit Halbleiterbestückungen in parametrierbarer Ausführung, z. B. Frequenzumrichter, Absolutwertencodier, Messumformer, Multifunktionsanzeigen oder elektronische Relais.

(44) Zu den programmierbaren elektronischen Systemen gehören Baugruppen mit Halbleiterbestückungen in programmierbarer Ausführung, z. B. SPS, IPC oder Touch Panels.

2.3.1 Betriebsbrauchbarkeitsdauer

(45) Die Betriebsbrauchbarkeitsdauer von Betriebsmitteln der v. g. Systeme aus (43) und (44) muss min. 8 Jahre nach Abnahme betragen. Es sind nur Betriebsmittel einzusetzen, bei denen durch den Hersteller für diese Zeitspanne, auch außerhalb der Geltendmachung von Mängelansprüchen, die volle Unterstützung für die Reparatur, die Möglichkeit des Ersatzes von Bauelementen und die Aktualisierung von Firmware sowie Programmiersoftware sichergestellt wird. Entsprechende Nachweise der Hersteller sind auf Verlangen vom Auftragnehmer vorzulegen.

2.4 Befestigungsmaterial

(46) Für elektrische Betriebsmittel in Gehäusen ist korrosionsgeschütztes Befestigungsmaterial zu verwenden.

(47) Kabelverlege- und Befestigungsmaterial muss feuerverzinkt (Tauchverfahren) oder aus korrosionsbeständigem Werkstoff sein, z. B. Chrom-Nickel-Stahl, Messing, Aluminium, Kunststoff.

3 Ausführung (zu Nr. 3)

3.1 Allgemeines

3.1.1 Bemessung

(48) Für die Bemessung und den Aufbau der elektrischen Ausrüstung von Stahlwasserbauten gelten insbesondere die Normen DIN VDE 0100 und DIN EN 60204-1.

3.1.2 Ausführungsunterlagen (ergänzende spezifische Regelungen zur ZTV-W LB 202)

(49) Der Auftragnehmer hat die für die Ausführung erforderlichen Montage- und Werkstattzeichnungen zu erbringen.

(50) Zu den Ausführungsunterlagen gehören insbesondere:

- Technische Dokumentation nach DIN EN 60204-1
- Blitzschutzzonen-Konzept zum Schutz gegen LEMP nach DIN EN 62305
- Fortschreibung Risikobeurteilung
- Pflichtenhefte
 - Energieversorgung und -verteilung, Nebenanlagen
 - Automatisierung und Steuerung
- Dokumentation der Softwareerstellung gemäß Abschnitt 3.6

und Dokumente der Elektrotechnik (Ausführung gemäß DIN EN 61082-1):

- Schaltpläne
 - Übersichtsschaltpläne
 - Stromlaufpläne
 - Verbindungsschaltpläne über das Kabel- und Leitungsnetz
- Tabellen
 - Anschlussstabellen (Klemmenpläne) mit Kennzeichnung der Verbindungsziele
 - Kabellisten
- Zeichnungen
 - Anordnungspläne für
 - Elektro- und Beleuchtungsinstallation
 - Kabeltrassen (im Außenbereich, Kabelverlegesysteme im Gebäude)
 - Kabel- und Leitungsanlagen (Kabelübersichtspläne)
 - Schaltanlagen, Einbauorte der Feldgeräte
 - Bedien- und Automatisierungseinrichtungen
 - Aufbau, Ansichten und Montageplatten von Schalt- und Steueranlagen, Bedienstellen
- Diagramme
 - Funktionsschalt- und Ablaufpläne

3.1.3 Pflichten des Auftragnehmers

(51) Der Auftragnehmer hat bei der Prüfung der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Unterlagen (s. § 3 Abs. 3 VOB/B) u. a. hinsichtlich der Beschaffenheit und Funktion der Anlage insbesondere zu achten auf

- Vollständigkeit der Auslegungsdaten und Parameter
- Funktionsbeschreibungen
- Messbereichsangaben von Mess- und Grenzwertgebern
- Anlagenschemata
- Auslegung der Sensoren und Aktoren
- brandschutztechnische Anforderungen

(52) Der Auftragnehmer hat bei seiner Prüfung Bedenken (s. § 4 Abs. 3 VOB/B) insbesondere geltend zu machen bei

- ihm bekannten Änderungen von Voraussetzungen, die der Planung zugrunde gelegen haben
- unzureichendem Überspannungsschutz
- Störeinflüssen durch elektromagnetische Felder (Elektromagnetische Verträglichkeit)

3.2 Anforderungen an die Sicherheit

3.2.1 Allgemeines

(53) Im Bereich von Antrieben der Maschinen muss auf einen selbsttätigen Anlauf, z. B. Fernbedienbetrieb, Automatikbetrieb, hingewiesen werden (Warnschilder, Leuchtmelder etc.).

3.2.2 Funktionale Sicherheit

(54) Die Risikobeurteilung nach Maschinenrichtlinie des Auftraggebers ist im Zuge der Ausführungsplanung vom Auftragnehmer fortzuschreiben, d. h. um die Art und Ausführung der Umsetzung von Schutzmaßnahmen zur Minderung der Risiken zu ergänzen.

(55) Die Planung und Ausführung muss gemäß den Anforderungen aus dieser Beurteilung erfolgen.

(56) Details zur Fortschreibung der Risikobeurteilung nach (54) sind vom Auftraggeber in der Leistungsbeschreibung festgelegt.

3.2.3 Notschalteinrichtungen

3.2.3.1 NOT-HALT-Einrichtung

(57) Die NOT-HALT-Einrichtung muss unabhängig von der Steuerlogik die Maschine gemäß DIN EN ISO 13850 stillsetzen.
Die Kategorie der Stopp-Funktion (s. DIN EN 60204-1) ist gemäß Risikobeurteilung zu berücksichtigen.

(58) Die Bedienelemente für die Einrichtung müssen mindestens einen Schließer und einen Öffner haben, die potentialfrei bis zur zugehörigen Schnittstelle zu führen sind.

3.2.3.2 Schleusen-Halt-Einrichtung

(59) Ist für Schiffsschleusenanlagen gemäß Risikobeurteilung eine Schleusen-Halt-Einrichtung vorzusehen, sind die vom Auftraggeber in der Leistungsbeschreibung angeführten Ausführungsvorgaben zu berücksichtigen.

(60) Die Schleusen-Halt-Einrichtung muss auf die Bewegung der stahlwasserbaulichen Verschlussorgane einwirken, z. B. Zurückfahren oder Stoppen, um eine Risikominderung für den Schleusungsprozess zu erreichen. Details hierzu sind in der Risikobeurteilung nach (54) festgelegt.

3.2.4 Schutzmaßnahmen

(61) In Maschinenräumen sind Schutzpotentialausgleich und zusätzlicher Schutzpotentialausgleich herzustellen. Die VDE 0100 T 410 ist hierbei zu beachten.

(62) Im Bereich jeder Schaltanlage und Verteilung ist eine Haupterdungsschiene zu setzen. In die Zuleitung ist eine Messtrennklemme einzubauen.

(63) PEN- und PE-Schienen sind entsprechend den Netz- und Schutzbedingungen an gut zugänglicher Stelle zu erden.

(64) Elektrische und elektronische Anlagen und Geräte sind gemäß DIN 19704-3 gegen ungewollte elektrische Einflüsse von außen, z. B. elektromagnetische Felder und Überspannungen, zu schützen. Ein Schutzkonzept ist vom Auftragnehmer aufzustellen. Der zu betrachtende Schutzbereich wird vom Auftraggeber vorgegeben.

3.3 Gehäuse- und Geräteeinbau

(65) Für kleine Verteilungen in Innenräumen, z. B. Installationsverteiler, sind Isolierstoffgehäuse zugelassen.

(66) Kabel und Leitungen sind bei Schaltschränken, Verteilungen und gekapselten elektrischen Betriebsmitteln von unten einzuführen.

(67) Für Kabel- und Leitungseinführungen sind Verschraubungen oder gleichwertige Dichtelemente zu verwenden. Sie dürfen die vorgeschriebene Gehäuseschutzart nicht verringern. Die DIN EN 60529 ist zu beachten. Reserveeinführungen (mit Blindverschlüssen) von rd. 20 v. H. sind einzubauen.

(68) Bei Schaltschränken (Standausführung) sind die Bodenbleche geteilt und herausnehmbar sowie mit Dichtelementen auszuführen. Die vorgeschriebene Schutzart ist zu gewährleisten.

(69) Die Befestigung der Kabel und Leitungen an Kabelabfangschienen ist mit Kabelschellen auszuführen.

(70) Kabelabfangschienen sowie N- und PE-Schienen sind unten anzuordnen. An jeder Klemmstelle der N- und PE-Schienen darf nur eine Ader angeschlossen werden.

(71) Für das Anbringen der Beschriftung sind an den Schaltschrankgehäusen oberhalb der Türen über die gesamte Gehäusebreite Kopfleisten vorzusehen.

(72) Maßnahmen zur Sicherstellung einer ausreichenden Belüftung und Wärmeabfuhr sind zu berücksichtigen und im Rahmen der Ausführungsplanung nachzuweisen.

(73) Alle Schaltanlagen, auch einzelne Schaltschränke und Verteilungen, sind jeweils mit einem Einspeiseschalter (von außen bedienbar) auszurüsten. Diese Schalter sind als solche zu kennzeichnen.

(74) Elektrische Betriebsmittel müssen zu Funktionsgruppen zusammengefasst, gut zugänglich und so eingebaut sein, dass sie leicht auszutauschen sind. Seitenwände von Schaltschränken und Verteilungen dürfen nicht belegt werden. Eine Platzreserve für zusätzliche Bestückungen von rd. 20 v. H. ist vorzusehen.

- (75) Sammelschienen sind in Schaltanlagen und Verteilungen oben einzubauen und berührungssicher auszuführen.
- (76) Bei Verteilungen in Kastenbauform sind für die Sammelschienen eigene Kästen vorzusehen.
- (77) Tragschienen für Reihenklemmen sind unten und waagrecht über die gesamte Schrank-/Gehäusebreite einzubauen. Eine Platzreserve von rd. 20 v. H. für den weiteren Einbau von Klemmen ist vorzusehen.
- (78) Die Verdrahtung der Steuerstromkreise in Schaltschränken und Verteilungen ist in Verdrahtungskanälen, zu beweglichen Teilen in Schutzschläuchen auszuführen. Bei rückseitig nicht zugänglichen elektrischen Betriebsmitteln muss die Verdrahtung von vorn zugänglich sein.
- (79) Es sind mehr- bzw. feindrähtige Cu-Leitungen zu verwenden. Der Mindestquerschnitt für Steuerstromkreise muss 1,5 mm² betragen. Abweichend sind für Baugruppen/Geräte mit geringerem Anschlussquerschnitt mind. 0,5 mm² zulässig.
- (80) Die Codierung für die Verdrahtungsfarben ist gemäß Empfehlung DIN EN 60204-1 auszuführen. Es sind ausnahmslos Aderendhülsen mit Isolierung zu verwenden.
- (81) Schaltschränke und Verteilungen sind mit Klartext sowie mit den Anlagen- und Ortskennzeichen zu beschriften.
- (82) Bezeichnungsschilder sind in zweischichtigem Kunststoff – weiß mit schwarzer Schrift – zu gravieren. Ausgenommen sind Schilder, für die eine besondere Farbkennzeichnung vorgeschrieben ist. Die Schilder sind dauerhaft zu befestigen. Kleben ist nur in trockenen Räumen zugelassen.
- (83) Elektrische Betriebsmittel sowie deren Einbauplätze in Schaltschränken und Verteilungen sind entsprechend den Schaltungsunterlagen mit dauerhafter Kennzeichnung (Kurzzeichen) zu versehen.
- (84) An Bedien- und Anzeigeelementen, Überwachungseinrichtungen, Schutzschaltern, Sicherungen und externen elektrischen Betriebsmitteln sind zusätzlich Bezeichnungsschilder mit Klartext anzubringen.
- (85) Reihenklemmen sind von links fortlaufend anzuordnen und zu nummerieren.
- (86) Reihenklemmen für Sonderstromkreise, Fremdspannungen u. ä. sind besonders zu kennzeichnen.
- (87) N- und PE-Leiter müssen an den Anschlussstellen mit der zugehörigen Kabelnummer nach DIN EN 62491, Methode R, gekennzeichnet werden.
- (88) Die Verdrahtungs-, Kabel- und Leitungsadern in Schaltschränken und Gehäusen sind an allen elektrischen Betriebsmitteln dauerhaft mit den Anschlusskennzeichnungen nach DIN EN 62491, Methode CL, zu versehen, z. B. mit unverlierbaren Bezeichnungshülsen.
- (89) Kabel und Leitungen sind an beiden Enden und in jedem Kabelschacht dauerhaft nach DIN EN 62491, Methode R, zu kennzeichnen, z. B. mit einteiligen Kabelmarkern aus Kunststoff und unverlierbaren Bezeichnungsschildern mit perforiertem Kennzeichnungstext oder gleichwertig.
- (90) Die Beschriftung der elektrischen Betriebsmittel wird im Rahmen der Planprüfung mit dem Auftraggeber festgelegt.
- (91) Schaltschränke sind mit einem Wandabstand von etwa 50 mm auf Stahlprofilrahmen (Grundrahmen) von etwa 100 mm Höhe aufzustellen. Die Rahmen sind vor dem Einbringen von Estrich, Doppelboden oder ähnlichem einzubauen.
- (92) Bei der Aufstellung über aufgeständertem Doppelboden sind unabhängige Unterkonstruktionen entsprechend den örtlichen Gegebenheiten vorzusehen.
- (93) Aufputzverteilungen sind auf Tragschienen, z. B. Z-Profile, mit einem Wandabstand von etwa 50 mm zu montieren.

3.4 Anschlüsse

(94) Alle Kabel- und Leitungsadern sind in Schaltschränken und Verteilungen auf Reihenklemmen aufzulegen, ausgenommen Leistungskabel, die gemäß Leistungsbeschreibung direkt angeschlossen werden.

(95) An jeder Klemmstelle einer Reihenklemme darf immer nur eine Ader angeschlossen werden.

(96) Reihenklemmen sind mindestens für den Querschnitt eines mehrdrähtigen Leiters von 2,5 mm² auszulegen. Entsprechend ihrer Belegung sind zwischen den Gruppen Zwischenplatten oder Abstände vorzusehen.

(97) Reihenklemmen für Fremdspannungen sind durch Zwischenplatten zu begrenzen.

(98) Für Kontrollmessungen an Stromwandlern, Magnetventilen u. ä. elektrischen Betriebsmitteln sind Messtrennklemmen vorzusehen.

(99) Lichtwellenleiterkabel sind beidseitig mit allen Fasern in Spleißboxen aufzulegen. Die weiteren Verbindungen innerhalb der Verteilung/des Schaltschranks erfolgen mit Patch-Kabeln.

3.5 Netz- und Betriebsspannungen

(100) Bei der Bemessung der Energieverteilungen ist von einem TN-C-S-Netz auszugehen. Die DIN VDE 0100-100 ist hierbei zu beachten.

(101) Vom Auftraggeber wird in der Leistungsbeschreibung festgelegt, ab welchem Netzpunkt das TN-S-Netz aufzubauen ist (s. Ziffer (23)).
Die Netzspannung ist grundsätzlich: AC 3 x 400/230 V 50 Hz.

(102) Die Steuer- und Meldespannungen werden im Einvernehmen zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber aus den folgenden Spannungsreihen ausgewählt: AC 230/115/48/24 V 50 Hz bzw. DC 110/48/24 V.

3.6 Anlagensoftware

3.6.1 Allgemeines

(103) Die komplette Software, die zur Erfüllung vertraglicher Anforderungen erstellt wurde, wird Eigentum des Auftraggebers. Die Softwareunterstützung durch den Auftragnehmer für die Anlagensoftware muss für mindestens 5 Jahre sichergestellt werden.

(104) Die sich aus der Risikobeurteilung (s. hierzu Abschnitte 3.1.2 und 3.2.2) ergebenden Sicherheitsanforderungen an die MSR-Ausrüstung sind auch auf die anlagenspezifische Software anzuwenden. Die Anlagensoftware ist mit dem Vorgehensmodell (V-Modell) zu erstellen. Die entsprechenden Verfahren zur Softwareerstellung für den sicherheitsgerichteten Teil der Steuerung sind in den mit der Maschinenrichtlinie harmonisierten Normen (DIN EN ISO 13849-1, Abschnitt 4.6 oder DIN EN 62061, Abschnitt 6.10) beschrieben und zu beachten. Die einzelnen Schritte gemäß Vorgehensmodell sind umfassend zu dokumentieren.

3.6.2 Software-Spezifikation

(105) Es ist eine Software-Spezifikation zu erstellen, in der die Anforderungen an die Software umfänglich und vollständig beschrieben sind und mit der die weitere Softwareerstellung ohne Hinzuziehen anderer Dokumente gewährleistet ist. Hierbei sind u. a. Anforderungen aus

- Technischen Vorschriften
 - Leistungsbeschreibung/Pflichtenheft
 - Risikobeurteilung
 - Funktionsbeschreibungen der Anlagenteile
 - Betriebs- und Wartungsanleitungen
- zu übernehmen.

3.6.3 Systemgestaltung

(106) Die Entwicklung der Software-Architektur muss die Vorgaben der Software-Spezifikation im festgelegten Umfang erfüllen. Die Steuerungsarchitektur mit Sensoren und Antriebselementen ist zu definieren. Die Maschinenfunktionen sind in Softwarefunktionen umzusetzen.

3.6.4 Modulgestaltung

(107) Softwaremodule müssen analysierbar und überprüfbar sein und sich sicher modifizieren lassen.

3.6.5 Codierung

(108) Der Softwarecode muss lesbar, verständlich und prüfbar sein. Er muss auf der Grundlage der spezifizierten Programmierrichtlinien des Auftragnehmers erstellt werden. Diese Programmierrichtlinien sind mit der Dokumentation der Anlagensoftware dem Auftraggeber auszuhändigen.

3.6.6 Modultests

(109) Jedes Softwaremodul darf ausschließlich die bestimmungsgemäße Funktion ausführen. Der Nachweis ist Teil der Verifikation.

3.6.7 Integrationstests

(110) Die ordnungsgemäße Zusammenarbeit der Softwaremodule ist nachzuweisen. Die Software ist in die Zielhardware zu integrieren, Verträglichkeit und Funktion sind sicherzustellen. Die Nachweise sind Teil der Verifikation.

3.6.8 Validierung

(111) Die gesamte Software ist unter Berücksichtigung der Hardware zu validieren. Alle Funktionen sind entsprechend dem Fertigstellungsgrad gemäß Abschnitt 3.7 vor Inbetriebnahme im Detail zu prüfen und zu dokumentieren. Die funktionale Sicherheit der Software ist zu beurteilen.

3.6.9 Speicherung der Steuerungsprozesse

(112) Beim Einsatz von Automatisierungssystemen ist der Prozessablauf so zu speichern, dass im Störfall die Schrittfolge des Steuerungsablaufes nachvollziehbar ist. Die DIN 19704-3 ist hierbei zu beachten.

3.7 Fertigstellung der Leistung

3.7.1 Allgemein

(113) Die Anlagenteile sind im Rahmen ihrer Fertigstellung in Betrieb zu setzen und auf Funktion zu prüfen. Die vertragsgemäße Funktion ist im Rahmen der Funktionsprüfungen nachzuweisen.

3.7.2 Inbetriebsetzung

(114) Die Inbetriebsetzung (Herstellen und Prüfen der bestimmungsgemäßen Funktion der Anlagenteile) erfolgt durch den Auftragnehmer und ist durch Protokolle zu dokumentieren. Abweichende Verfahrensweisen sind in der Leistungsbeschreibung festgelegt.

3.7.3 Funktionsprüfung

(115) Die Einstellung der Anlagenteile ist gemeinsam von den beteiligten Leistungsbereichen durchzuführen. Die Funktionsprüfung ist durch den Auftragnehmer zu dokumentieren. Die Prüfungen erfolgen je nach den spezifischen Randbedingungen im Trockenen (falls in der Leistungsbeschreibung vorgesehen) und unter Wassereinwirkung. Details sind vom Auftraggeber in der Leistungsbeschreibung festgelegt. Soweit nichts anderes angegeben wurde, beinhaltet die Funktionsprüfung im Wesentlichen:

- Prüfung der vorgelegten Inbetriebsetzungsprotokolle
- Prüfung von Steuerungs- und Automationsfunktionen (Validierung), z. B.
 - Sicherheitsschaltanlagen, MSR-Schutzanlagen
 - Steuerungstechnische Verriegelungen und Überwachungen
 - Positionsschaltungen, Wegmessungen und sonstige Messungen
 - Bedien- und Beobachtungsfunktionen in allen Ebenen und Betriebsarten
 - Regel-, Sicherheits-, Optimierungs- und Kommunikationsprüfungen
 - Einzelprüfungen von Meldungen, Schaltbefehlen, Messwerten, Stellbefehlen, Zählwerten, virtuellen Informationen
 - Prüfung der Systemreaktionszeiten
 - Prüfung der Systemeigenüberwachung
 - Prüfung des Systemverhaltens nach Netzausfall und Netzwiederkehr

3.7.4 Probetrieb der Anlage

(116) Der Probetrieb ist nach den unbeanstandet ausgeführten Funktionsprüfungen unter Betriebsbedingungen (in allen Betriebsarten) für einen Zeitraum gemäß der Leistungsbeschreibung durchzuführen.

(117) Das Bedien- und Wartungspersonal des Betreibers ist vor dem Probetrieb einmalig in die Anlagenteile einzuweisen. Für die Einweisung sind entsprechende Unterweisungsunterlagen aufzustellen und dem Personal auszuhändigen. Die Einweisung ist zu dokumentieren.

3.7.5 Abnahme und Inbetriebnahme

(118) Voraussetzung für die Abnahme ist ein erfolgreicher Probetrieb. Nach der Abnahme erfolgt die Inbetriebnahme durch den Auftraggeber.

3.8 Bestandsunterlagen (ergänzende spezifische Regelungen zur ZTV-W LB 202)

(119) Zu den Bestandsunterlagen gehören insbesondere:

- Funktionsbeschreibung, z. B.
 - Zusammenhänge der Anlagen- und Steuerungsabläufe
 - Wirkungsweise und Umfang der Schutzverriegelungen
 - Wirkungsweise und Umfang von Überwachungsfunktionen
- Ablaufpläne über die funktionalen Zusammenhänge der Steuerungsabläufe
- Softwareprogrammdruck mit ausführlichen Kommentaren und Querverweisen und mit einer Liste aller Prozessparameter
- Softwareprogramme auf digitalen Datenträgern nach Angabe des Auftraggebers mit Beschriftung und Firmenetikett
- Software-Wartungsplan für Kontrollen, Korrekturen, Erweiterungen
- Dokumentation der Softwareerstellung gemäß Abschnitt 3.6
- Fortschreibung Risikobeurteilung
- Lizenzen der eingesetzten Software
- Elektrotechnische Berechnungen, z. B. Selektivitäts-, Kurzschlussstrom-, Spannungsfall-, lichttechnische Berechnungen
- Prüf-, Mess- und Einstellprotokolle für elektrotechnische Ausrüstungen
- Messprotokolle der LWL- und Cu-Verbindungen (Datenleitungen)

4 Nebenleistungen, Besondere Leistungen (zu Nr. 4)

4.1 Nebenleistungen

Keine ergänzenden Regelungen zu den ATV DIN 18299 und ATV DIN 18382

4.2 Besondere Leistungen

Ergänzend zur ATV DIN 18299 und ATV DIN 18382, Abschnitt 4.2, gelten nachfolgende Leistungen als besondere Leistungen, soweit in der Leistungsbeschreibung besonders erwähnt:

(120) Ausführungsunterlagen gemäß Abschnitt 3.1.2 sowie die Planung von Kabelleerrohren, Schlitten und Durchbrüchen.

(121) Liefern der Programmier- und Erstellen der Anlagensoftware.

- (122) Erstellen des Blitzschutz-zonen-Konzeptes gemäß Abschnitt 3.1.2, Ziffer (50).
- (123) Liefern und Einbauen besonderer Befestigungs-konstruktionen, z. B. Konsolen, Stützgerüste.
- (124) Liefern und Einbauen von Kabelverlege- und Kabelschutzmaterialien gemäß Abschnitt 2.2.4, Ziffer (27) und (28).
- (125) Liefern und Befestigen der Funktions-, Bezeichnungs- und Hinweisschilder, die über den Umfang des Abschnittes 3.3 hinausgehen.
- (126) Maßnahmen für Schutzpotentialausgleich und Erdung gemäß Abschnitt 3.2.4, Ziffer (61) und (62).
- (127) Maßnahmen gegen ungewollte elektrische Einflüsse gemäß Abschnitt 3.2.4, Ziffer (64).
- (128) Maßnahmen für Belüftung und Wärmeabfuhr der Gehäuse und Schaltschränke gemäß Abschnitt 3.3, Ziffer (72).
- (129) Liefern und Einbauen von Unterkonstruktionen und Grundrahmen für das Aufstellen von Schaltschränken gemäß Abschnitt 3.3, Ziffer (91), (92) und (93).
- (130) Liefern und Einbauen von Spleißboxen und Herstellen der Anschlüsse für Lichtwellenleiterkabel gemäß Abschnitt 3.4, Ziffer (99).
- (131) Verschließen von Kabeldurchführungen gemäß Abschnitt 2.2.4, Ziffer (29) und (31).
- (132) Liefern der notwendigen Betriebsstoffe für Inbetriebsetzung, Funktionsprüfungen und Probetrieb.
- (133) Schulungsmaßnahmen und Einweisungen über Abschnitt 3.7.4 hinaus.
- (134) Erstellen der Bestandsunterlagen.
- (135) Fortschreiben der Risikobeurteilung.
- (136) Probetrieb nach Abschnitt 3.7.4.

5 Abrechnung (zu Nr. 5)

Keine ergänzenden Regelungen zu den ATV DIN 18299 und ATV DIN 18382.

Anhang: Zusammenstellung der zitierten Regelwerke

ATV DIN 18299	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen; Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art
ATV DIN 18382	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen; Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Nieder- und Mittelspannungsanlagen mit Nennspannungen bis 36 kV
BGV	Berufsgenossenschaftliche Vorschriften
DIN 1961 VOB/B	VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen; Teil B Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen
DIN 4102-9	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Kabelabschottungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
DIN 19704 DIN 19704-3	Stahlwasserbauten Stahlwasserbauten-Teil 3: Elektrische Ausrüstung
DIN EN 50178 VDE 0160	Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln
DIN EN 60051	Direkt wirkende anzeigende elektrische Meßgeräte und ihr Zubehör – Meßgeräte mit Skalenanzeige
DIN EN 60204-1 VDE 0113-1	Sicherheit von Maschinen; Elektrische Ausrüstung von Maschinen; Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN 60529 VDE 0470-1	Schutzarten durch Gehäuse (IP- Code)
DIN EN 61000-6-2 VDE 0839-6-2	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 6-2: Fachgrundnormen – Störfestigkeit für Industriebereiche
DIN EN 61000-6-3 VDE 0839-6-3	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 6-3: Fachgrundnormen – Störaussendung für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe
DIN EN 61082-1 VDE 0040-1	Dokumente der Elektrotechnik; Teil 1: Regeln
IEC 62061 DIN EN 62061 VDE 0113-50	Sicherheit von Maschinen; Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme

DIN EN 62305 VDE 0185-305	Blitzschutz
DIN EN 62491 VDE 0040-4	Industrielle Systeme, Anlagen und Ausrüstungen und Industrieprodukte – Beschriftung von Kabeln/Leitungen und Adern
DIN EN ISO 13849-1	Sicherheit von Maschinen; Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen; Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze
DIN EN ISO 13850	Sicherheit von Maschinen; Not-Halt; Gestaltungsleitsätze
DIN VDE 0100	Errichten von Niederspannungsanlagen
DIN VDE 0100-100	Errichten von Niederspannungsanlagen; Teil 1: Allgemeine Grundsätze, Bestimmungen allgemeiner Merkmale, Begriffe
DIN VDE 0100-410	Errichten von Niederspannungsanlagen; Teil 4-41 Schutzmaßnahmen; Schutz gegen elektrischen Schlag
Richtlinie 2004/108/EG	des europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit und zur Aufhebung der Richtlinie 89/336/EWG (EMV-Richtlinie)
Richtlinie 2006/42/EG	des europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung) (Maschinenrichtlinie)
Richtlinie 2006/95/EG	des europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten betreffend elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen (Niederspannungsrichtlinie)
EMVG	Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln
1. ProdSV	Erste Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Verordnung über die Bereitstellung elektrischer Betriebsmittel zu Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen auf dem Markt)
9. ProdSV	Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Maschinenverordnung)
ZTV-W LB 202	Zusätzliche Vertragsbedingungen - Wasserbau (ZTV-W) für Technische Bearbeitung (Leistungsbereich 202)

Bezugsquellen:

DIN-Normen, VDE Vorschriften: Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin

Stichwortverzeichnis

A

Abnahme	3.7.5, (45)(118)
Aderendhülsen	(80)
Akkumulatoren	(39)
Anlagensoftware	3.6, (103)(104)(121)
Anschlüsse	3.4
- bewegliche	(25)
- Drehstrom	(23)
- Wechselstrom	(23)
- potentialfrei	(38)(58)
- Lichtwellenleiter	(130)
- Netz	(6)
Anschlussquerschnitt	(79)
Anschlusswert	(7)
Anschlussstabellen	(50)
Antriebe	(53)
Anzeigeegeräte	(41)
Asymmetrirelais	(12)
Aufputzverteilungen	(93)
Ausführungsplanung	(5)(54)(72)
Ausführungsunterlagen	3.1.2, (50)(120)

B

Bauteile	2
Bedienelemente	(58)
Bedienstelle	(14)(40)(41)(50)
Befestigungsmaterial	2.4, (46)(47)
Belüftung	(72)(128)
Bemessung, elektr. Ausr.	3.1.1, (10)
	(48)(100)
Beschriftung	(71)(90)(119)
Besondere Leistung	4
Bestandsunterlagen	3.8
Betriebs	
- bedingungen	(10)(116)
- brauchbarkeitsdauer	2.3.1, (45)
- mittel	2.2, (7)(9)(10)(20)
	(45)(46) (66)(74)(78)
	(83)(84)(88)(90)(98)
- Spannungen	3.5
- Zustand	(40)
Bezeichnungen	
- Hülsen	(88)
- Schilder	(82)(84)(89)(125)
Blitzschutzzonen-Konzept	(50)(122)
Bodenbleche	(68)

D

Displayanzeigen	(40)
Dokumentation	(50)(108)(119)
Doppelboden	(91)(92)
- Unterkonstruktion	(92)(129)
Drehfeld (Rechts-)	(6)

E

Einflüsse	
- elektrische	(52)(64)(127)
Einspeisung	(6)

- Schalter	(19)(20)(73)
Elektronische	
- Betriebsmittel	(10)(45)
- Systeme	2.3, (43)(44)(45)

EMV (Einflüsse)	(9)
Erdung	(62)(126)

F

Feldgeräte	(50)
Feuerwiderstandsklasse	(29)
Frequenzumrichter	(43)
Funktion	
- Beschreibung	(119)
- Gruppen	(74)
- Prüfung	3.7.3, (115)(132)
- Schaltplan	(50)
- Sicherheit	3.2.2

G

Gehäuse	2.2.9, 3.3, (9)(46)(65)(128)
- Material	(42)(65)
- Schutzart	(67)(68)
Geltungsbereich	1
Grundrahmen	(91)(129)

H

Hardware	(110)(111)
Haupteinspeisung	(35)
Haupterdungsschiene	(62)
Heizung, elektrische	(9)(32)
Hilfskontakte	(12)(17)
Hilfseinrichtungen	2.2.5

I

Inbetrieb	
- setzung	3.7.2, (113)(114)(132)
- nahme	(118)
Isolationsüberwachung	(39)
Isolierstoffgehäuse	(65)

K

Kabel	2.2.4
- Adern	(26)(88)(94)(95)
- Abfangschienen	(69)(70)
- Durchführungen	(29)(31)(131)
- Einführungen	(30)(31)(67)
- Kanal/-Boden/-Pritschen	(27)
- Kennzeichnung	(88)(89)
- konzentrischer Leiter	(24)
- Liste	(50)
- Marker	(89)
- MSR	(26)
- mechanischer Schutz	(27)(28)

- Netz	(50)
- Schutzmaterial	(27)(124)
- Trassen	(50)
- Verlegematerial	(27)(47)(124)
- Verlegung	(27)(29)(30)(31)
Kennzeichnung	
- Anschluss	(88)
- Adern	(88)
- Betriebsmittel	(83)(84)(90)
- N und PE	(87)
- Kabel	(88)(89)
Klartext-Beschriftung	(81)(84)
Klemmen	
- Anschlüsse	3.4, (95)(96)
- Anordnung	(77)(85)
- Beschriftung	(85)(86)
- Tragschienen	(77)
- Messen / Trennen	(98)
Klimatische Bedingungen	(9)
Kontakte	
- Meldung, Abschaltung	(12)
- potentialfrei	(58)
Konsolen	(123)
Korrosionsschutz	(46)(47)
Kriechstrecken	(9)

L

Leistungsschalter	(18)(19)
Leistungskabel	(24)(94)
Leiter-Anschlüsse	(95)(96)
Leiterquerschnitte	(79)
Leitungen	2.2.4
- Adern	(26)(88)(94)
- beweglich/flexibel	(23)(25)
- Einführung	(30)(31)(66)(67)
- Kennzeichnung	(89)
- Netz	(50)
- Verlegung	(27)(28)(29)
	(30)(31)(69)
Leitungseinführungen	(67)
Leuchtmelder	(13)(14)(53)
Lichtwellenleiterkabel	(99)(119)(130)

M

Maschine	(1)(40)(53)(57)
Maschinenräume	(61)
Meldungen	(13)(115)
- Betriebs	(14)(40)(41)
- Gefahren	(15)
- Stör	(15)(41)
Messeinrichtungen	2.2.8
- Geräteklasse	(36)
- Messbereiche	(51)
- Signale	(38)
- Spannungsmesser	(35)
- Stromwandler	(37)
- Trennklemmen	(62)(98)
- Umformer	(43)
Mindestquerschnitte	(79)
Motor	2.2.3
- Stromkreise	(11)(12)
- Schutzschalter	(11)
MSR	
- Ausrüstung	(104)

- Kabel und Leitungen	(26)
Multifunktionsanzeige	(43)

N

N- und PE- Schiene	(63)(70)(87)
Nebenleistungen	4
Netz	
- Anschlüsse	(6)
- Spannung	3.5, (102)
- TN-C-S	(100)
- TN-S	(101)
Neutralleiter	(23)(87)
NOT-HALT-Einrichtung	3.2.3.1, (57)

P

PEN- und PE-Schiene	(63)
Pflichtenheft	(50)
Pflichten Auftragnehmer	3.1.3
Phasen	
- Ausfallrelais	(12)
- Folge (RD)	(6)
Platzreserve	(27)(74)(77)
Pläne	
- Ablauf	(50)
- Anordnung	(50)
Potentialausgleich	(61)(126)
Probetrieb	3.7.4, (116)(117)(118)
	(132)(136)
Programmiersoftware	(45)(121)
Protokolle	(114)(115)(119)
Prozess	
- Ablauf	(112)
- Signal	(38)
- Leitsystem	(38)
Prüfung	
- Pläne	(51)(52)(90)
- Funktion	(115)(116)(132)
Prüftaster	(13)

Q

Quittierung	(15)
-------------	------

R

Reihenklemmen	(77)(85)(86)(94)
	(95)(96)(97)
Reserve	
- Adern	(26)
- Einführungen	(67)
- Klemmen	(77)
- Platz	(27)(74)(77)
Risikobeurteilung	(50)(54)(56)(57)
	(59)(60)(104)
	(105)(119)(135)

S

Sammelschienen	(75)(76)
Schaltgeräte	2.2.3
Schaltpläne	(50)

Schaltschrank	
- Aufstellung	(91)(92)(93)(129)
- Aufbau	(20)(66)(68)(70)(73)(74)(75)(77)(78)
- Bodenbleche	(68)
- Grundrahmen	(91)(129)
- Kopfleiste	(71)
- Stahlprofilrahmen	(91)
Schleusen-Halt-Einrichtung	3.2.3.2, (59)
Schlüsselsteuerschalter	(22)
Schnittstelle	(58)
Schottungen	(29)
Schrankleuchten	(20)
Schulungsmaßnahmen	(133)
Schutz	
- Art	(67)(68)
- Konzept	(64)
- Leiter	(24)
- Maßnahmen	3.2.4, (54)
- Schutzpotentialausgleich	(61)(126)
- Rohre	(27)(28)
- Schalter	(11)(16)(17)(84)
- Schläuche	(28)(78)
Sicherheit	3.2
Sicherungen	(20)(21)(84)
Sicherungslasttrennschalter	(20)(21)
Software / Anlagensoftware	3.6
- Architektur	(106)
- Code	(108)
- Integrationstest	3.6.7
- Modul, -test	(107)(109)
- Programmierrichtlinien	(108)
- Spezifikation	3.6.2, (105)
- Unterstützung	(103)
- Validierung	3.6.8, (111)(115)
- Verifikation	(109)(110)
- Vorgehensmodell	(104)
- Wartung	(119)
Sonderstromkreise	(86)
Spannung	
- Fremd	(86)(97)
- Messung	(35)
- Melde	(102)
- Steuer	(102)
- Über	(52)(64)
Spleißboxen	(99)(130)
Stellungsmelder	(18)
Steuertransformator	(8)(39)
Steuerstromkreise	(16)(39)(78)(79)
Steuerungsablauf	(41)(112)
Strom	
- Messung	(11)(32)
- Wandler	(37)(98)
Störmeldung	(15)(41)
System	
- Baugruppen	(43)(44)
- elektronisch	2.3
- programmierbar	2.3
- Reaktionszeiten	(115)
- Eigenüberwachung	(115)
- Gestaltung	3.6.3

T

Tragschienen	(77)(93)
--------------	----------

U

Überwachungseinrichtungen	2.2.8
Umgebungsanforderungen	2.2.2
Unterweisungsunterlagen	(117)

V

Verdrahtung	(78)(79)(80)(88)
Verdrahtungsfarben	(80)
Verdrahtungskanäle	(78)
Verteilungen	(6)(81)
- Aufbau	(20)(66)(73)(74)(75)(76)(77)(78)
- Isolierstoff	(65)
- stahlblechgekapselt	(42)
- Verschraubungen	(67)
- Unter	(20)
Vorgehensmodell	(104)
V-Modell	(104)

W

Wärmeabfuhr	(72)(128)
Wandabstand	(91)(93)
Warn	
- Schilder	(53)
- Zeichen	(20)
Werkstattzeichnungen	(49)

Z

Zugänglichkeit	
- Betriebsmittel	(78)
Zwischenplatten	(97)(96)