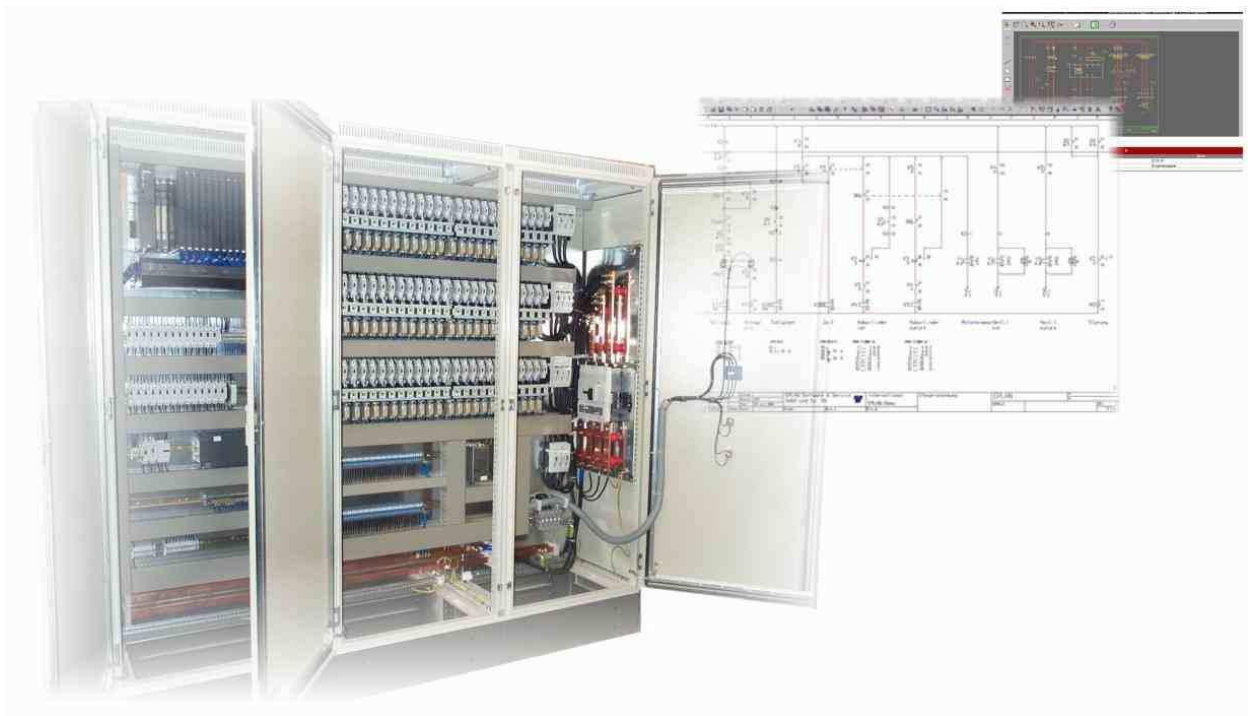


## **Kläranlage Gütersloh Putzhagen**

# **Verbindliche Liefervorschrift Elektrotechnik**

**für die Ausrüstung von Maschinen,  
maschinellen Anlagen und Einrichtungen**



**Version: LV Elektro 11/2019**

Bei Rückfragen zur Liefervorschrift:

Stadt Gütersloh, Kläranlage Putzhagen \* Putzhagen 65 \* 33334 Gütersloh \* Herr Joecks \*  
\* 05241-823302 \* [ingo.joecks@ka-putzhagen.de](mailto:ingo.joecks@ka-putzhagen.de) \*

## Inhaltsverzeichnis

lfd. Nr.	Bezeichnung	Seite
1	Geltungsbereich	3
2	Allgemeines	3
3	Auswahl der Ausrüstung	5
4	Technische Dokumentation	6
5	Schutz gegen elektrischen Schlag	10
6	Schutz der Ausrüstung	10
7	Netzanschluss	11
8	Netztrenneinrichtung	11
9	Steuerstromkreise und Steuerfunktionen	12
10	Schaltschränke, Bedienpulte und Klemmenkästen	12
11	Motoren, Steuergeräte, Betriebsmittel, Kennzeichnung	14
12	Kabel und Leitungen	16
13	Verdrahtungstechnik	17
14	Prüfungen, Inbetriebnahme, Abnahme und Schulung	20
15	Programmierbare Steuerungen, Prozessleitsysteme, Bussysteme	23
	Schlussbemerkung	25

## 1. Geltungsbereich

- 1.1. Diese "Liefervorschrift Elektrotechnik" (LVEL) gilt für die elektrische Ausrüstung von Maschinen, maschinellen Anlagen und Einrichtungen, nachfolgend Maschinen und Anlagen genannt, und gilt als Ergänzung zur DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1). Die DIN EN 60204-1 ist einschließlich der darin gegebenen Empfehlungen und zusätzlichen Anforderungen einzuhalten. Die DIN EN 60204-1 ist auch dann gültig, wenn die Maschine / Anlage bzw. Maschinen- / Anlagenteile ihrer Art nach nicht in den Geltungsbereich dieser Bestimmungen fallen. Die VDE Bestimmungen für besondere Techniken sind nur für den Umfang des technischen Prozesses anzuwenden. DIN VDE 0160 (Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln) und DIN VDE 0165 (Errichten elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen) sind einschließlich der darin gegebenen Empfehlungen einzuhalten.
- 1.2. Die LVEL kann durch Freigabelisten und gegebenenfalls durch maschinen- und aufgabenbezogene Liefervorschriften oder durch zusätzliche technische Vertragsbedingungen (TZV) ergänzt werden.

## 2. Allgemeines

- 2.1. Der Auftragnehmer (AN) ist verantwortlich für die richtige Funktion der gelieferten Maschinen und Anlagen und die Einhaltung der zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses gültigen Ausgaben
  - des Gesetzes über technische Arbeitsmittel (Gerätesicherheitsgesetz)
  - sonstiger am Aufstellort geltenden Gesetze
  - den allgemein anerkannten Regeln der Technik wie unter anderem
    - der EU-Richtlinien (EMV-Richtl., Niederspannungs-Richtl., Maschinen-Richtl.)
    - der Unfallverhütungsvorschriften,
    - der Betriebssicherheitsverordnung
    - der VDE - Bestimmungen
    - der DIN-Normen
    - der VDI – Richtlinien
    - der Brandschutzverordnung
    - der TAB des zuständigen Energieversorgungsunternehmens, bzw. VDE-AR-N 4100.
- 2.2. Derzeit gültige nationale Normen gelten bis zur Ablösung durch entsprechende harmonisierte europäische Normen (z.B. DIN EN...)
- 2.3. Erscheinen dem Auftragnehmer Abweichungen von dieser Liefervorschrift notwendig bzw. zweckmäßig oder treten Rückfragen auf, so sind sie mit dem Auftraggeber (AG) schriftlich zu klären. Bei Abweichungen von dieser Liefervorschrift sind technische Begründungen anzugeben.
- 2.4. Abweichungen gelten nur auftragsbezogen und sind schriftlich festzuhalten. Nicht genehmigte Abweichungen von dieser Liefervorschrift müssen durch den Auftragnehmer (AN) unverzüglich und kostenfrei geändert werden oder werden nach Ablauf einer angemessenen Frist durch den AG zu Lasten des AN geändert.

- 2.5. Der Auftragnehmer hat sich nach der Auftragsvergabe über die örtlichen Gegebenheiten zu informieren. Dies geschieht mit Unterstützung des Auftraggebers und bezieht sich z.B. auf die Möglichkeit der Installation, der Energieversorgung sowie Anordnung und Aufstellung von Baugruppen wie Schaltschränken, Kühl- oder Schmierstoffanlagen. Alle Aufstellungs- und Anschlussdaten der Maschine / Anlage sind detailliert aufzuführen.
- 2.6. Vor Beginn der Montagearbeiten am Aufstellort beim Auftraggeber hat der Auftragnehmer rechtzeitig entsprechende Unterlagen wie z.B. Ausführungspläne, Montagepläne, Terminpläne und Personaleinsatzpläne zur Genehmigung vorzulegen.
- 2.7. Vor und während der Durchführung der Arbeiten hat die terminliche und sicherheitstechnische Abstimmung im Sinne der UVV mit dem zuständigen Koordinator des Auftraggebers zu erfolgen.
- 2.8. Bei Erweiterung und / oder Änderung bestehender Maschinen / Anlagen ist der Auftragnehmer für die Gesamtfunktion der von der Erweiterung / Änderung betroffenen Umfänge verantwortlich.
- 2.9. Während der Gewährleistungsphase muss für Instandsetzungsarbeiten ein Kundendienst des AN kurzfristig zur Verfügung stehen. Diese Frist muss als verbindliche Terminzusage Bestandteil des Angebots sein.
- 2.10. Die Standard- Hardware und –Software des Steuerungsherstellers darf nicht verändert werden.
- 2.11. Kopplungen über Bussysteme werden firmenspezifisch festgelegt.
- 2.12. Kopplungen über die E/A-Ebene sind potenzialfrei auszuführen. Bei Punkt-zu-Punkt-Verbindungen erfolgt die Stromversorgung der Schnittstellen jeweils vom korrespondierenden Teilsystem, hierbei versorgt der Signalempfänger den Signalsender mit der notwendigen Betriebsspannung.
- 2.13. Der AN hat sich mit dem AG über Schnittstellen zu anderen Systemen abzustimmen.
- 2.14. Der AN hat sich über die am Aufstellort der Maschine / Anlage herrschenden elektrischen Betriebsbedingungen mit Unterstützung des AG zu informieren.
- 2.15. Die dem Auftragnehmer überlassenen Unterlagen dürfen ohne Erlaubnis des Auftraggebers weder kopiert noch dritten Personen zugänglich gemacht oder anderweitig ausgewertet werden.
- 2.16. Nach Auftragserhalt hat der Auftragnehmer der Bauleitung unverzüglich folgende Personen schriftlich zu benennen:
  - einen Sachbearbeiter, der für die fachgerechte Abwicklung der Leistungen (Bereich Elektrotechnik) verantwortlich ist und auch der Bauleitung auf der Baustelle bei Erfordernis zur Verfügung steht,
  - einen handlungsbevollmächtigten Vertreter des Auftragnehmers,

- einen verantwortlichen Bauleiter / Obermonteur, der nachweislich das Erstellen gleichwertiger Anlagen geleitet hat.
- 2.17. Der Auftragnehmer ist verpflichtet, alle ihm bekannten Betriebserfahrungen, die für den ordnungsgemäßen Betrieb der von ihm zu liefernden Anlage wichtig sind, dem Auftraggeber bekanntzugeben und besonders auf Einflüsse aufmerksam zu machen, die bei Nichtbeachtung schädliche Wirkung auf die zu liefernde Anlage oder auf die nachgeschalteten Anlagen haben können.
- 2.18. Es ist Sache des Auftragnehmers, vom Auftraggeber fehlende Unterlagen und Angaben zu verlangen, die ihm neben der für die Planung vom Auftraggeber gegebenen Unterlagen für die richtige Beurteilung der örtlichen Verhältnisse notwendig erscheinen.
- 2.19. Es sind ausschließlich hochwertige Betriebsmittel zulässig. Zwecks vereinfachter Ersatzteilhaltung sind für gleichartige Aufgaben stets einheitliche Geräte eines Herstellers zu verwenden. Die Anzahl der zum Einsatz kommenden Geräte ist auf ein Mindestmaß zu beschränken.

### **3. Auswahl der Ausrüstung**

- 3.1. Elektrische Komponenten und Betriebsmittel müssen den gültigen Normen entsprechen und für ihren vorgesehenen Einsatz geeignet sein. Es dürfen nur Erzeugnisse namhafter Hersteller zum Einsatz kommen. Bei der Auswahl der Erzeugnisse bedarf es der Abstimmung zwischen AN und AG.
- 3.2. Alle Betriebsmittel dürfen nur im Urzustand und ohne jegliche Veränderung eingebaut werden.  
Unzulässig sind z.B.:
- Aufbohren von Befestigungslöchern,
  - Entfernen von Gehäuseteilen,
  - Ändern von Wellenenden
- 3.3. Die Aufbau- und Installationsvorschriften der Geräte- und System- Hersteller sind einzuhalten.
- 3.4. Die Risikobeurteilung für die Maschine / Anlage wird in der Regel vom Maschinen- / Anlagenhersteller entsprechend DIN EN ISO 12100 und DIN EN ISO 14121 durchgeführt. Risiken rein elektrotechnischer Natur müssen durch den AN der elektrischen Ausrüstung ermittelt und durch angemessene risikomindernde Maßnahmen auf ein vertretbares Maß reduziert werden. Hierzu gehören u. a. der Schutz gegen elektrischen Schlag, der Schutz der Ausrüstung gegen die Auswirkungen von Überströmen, Überspannungen oder auch der Schutz der Ausrüstung gegen äußere (z.B. klimatische ) Einflüsse.
- 3.5. Schaltgeräte müssen so ausgewählt werden, dass entsprechend der Schalzhäufigkeit eine gleiche elektrische und mechanische Lebensdauer oder eine weitgehende Anpassung an die Lebensdauer der Maschine / Anlage gewährleistet ist.

- 3.6. Schaltgeräte für elektromagnetische Antriebe, wie z.B. Kupplungen, Bremsen und Magnetventile, sind für eine Lebensdauer von mindestens 10 Millionen Schaltspielen auszulegen.
- 3.7. Alle Betriebsmittel dürfen nur innerhalb der vom Hersteller angegebenen Grenzwerte betrieben werden. Dies bezieht sich auf Grenzwerte für z.B. Spannung, Strom, Temperatur, Schutz gegen Stoß, Vibrationsbelastungen, Ölnebel, Flüssigkeitsdämpfe und auf die Erfordernisse der Kühlung.
- 3.8. Steuergeräte müssen für einen Dauerstrom von mindestens 2 A ausgelegt sein. Ausgenommen sind Steuergeräte, die kontaktlos arbeiten oder auf die Eingänge einer kontaktlosen Steuerung wirken.
- 3.9. Es dürfen keine umwelt- und gesundheitsschädigenden Stoffe eingesetzt werden (z.B. FCKW, Asbest). Der Einsatz silikonhaltiger Materialien ist untersagt.
- 3.10. Transformatoren, Gleichrichter für Steuerstromkreise und Schaltgeräte dürfen in der Regel nur bis zu 70 % der zulässigen Nennwerte der vorgesehenen Betriebsarten belastet werden.
- 3.11. Die von der Maschine / Anlage erzeugten Netzrückwirkungen sind gemäß DIN EN 50 178 (VDE 0160) zu begrenzen.
- 3.12. Die Phasenfolge aller Niederspannungsanlagen einschließlich Drehstromsteckvorrichtungen ist L1 - L2 - L3 (rechtsläufiges Drehfeld).
- 3.13. Zur Vermeidung von Überspannungen beim Ausschalten von Induktivitäten - wie Kupplungen, Bremsen und Magnetventilen - sind Begrenzungsglieder einzusetzen, welche die Spannung auf einen für Schaltgeräte und Wicklungen zulässigen Wert begrenzen.

#### **4. Technische Dokumentation**

- 4.1. Technische Unterlagen sind in Ordnern oder Ringbüchern zusammenzufassen und mit einem Inhaltsverzeichnis und Register zu versehen. Das Format der Ordner muss dem Papierformat entsprechen.
- 4.2. Die technische Dokumentation der elektrischen Anlage ist nach DIN EN 60204 Teil 1 (VDE0113-1) Pkt17.1 bis einschließlich Pkt.17.9 in 3-facher Ausfertigung in deutscher Sprache zu erstellen.
- 4.3. Ab Beginn der Inbetriebnahme müssen ständig vollständige und aktuelle Hardwareunterlagen, sowie Datenträger mit der aktuellen Software an der Maschine / Anlage hinterlegt sein (siehe auch Pkt. Prüfungen, Inbetriebnahme, Abnahme und Schulung).
- 4.4. Änderungen, Erweiterungen oder Umbauten von vorhandenen Maschinen sind, wenn mit dem AG nicht anders vereinbart, mit dem ursprünglichen Zeichnungs- und Bezeichnungssystem auszuführen.

- 4.5. Für alle über Software konfigurierbaren Geräte (z.B. Steuerungen, Frequenzumformer, Temperaturregler, etc.) sind Datensicherungen und Parameterlisten, sowie Programmiersoftware und Schnittstellenkabel mitzuliefern.
- 4.6. Bauteile, für die keine ausreichende Dokumentation zur Verfügung steht, dürfen nicht verwendet werden.
- 4.7. Die Betriebsmittelkennzeichnung (BMK) erfolgt in Absprache mit dem AG.
- 4.8. Den Dokumentationen ist ein Vorschlag für vor Ort zu lagernde Ersatzteile in Form eines gültigen Angebots beizufügen.
- 4.9. Die technische Dokumentation ist, sofern keine anders lautenden Angaben vom AG vorliegen, strukturiert nach folgenden Kategorien zu gliedern:
  - Deckblatt
  - Allgemeine Projektinformationen
  - Änderungsverzeichnis
  - Inhaltsverzeichnis
  - Aufbaupläne (Schaltschrank, Bedienpult, Klemmenkästen)
  - Gerätelageplan
  - Leistungsteil
  - Versorgung der Steuerstromkreise
  - Sicherheitskreise
  - Eingänge / Ausgänge
  - Schnittstellen zu anderen Anlagen / Maschinen
  - Übersicht Bussystem
  - Stecker- und Klemmleistenübersicht
  - Klemmenplan
  - Stückliste
  - Ersatzteilliste
  - Unterlagen für elektrische Geräte
- 4.10. Alle Unterlagen zu eingesetzten PC-, Betriebs- und Visualisierungssystemen gehören zum Lieferumfang.  
Dies umfasst unter anderem:
  - Lizenzen,
  - Handbücher und Systembeschreibungen,
  - Installations- und Bootdisketten auf CD / DVD,
  - verwendete Treiber,
  - die Beschreibung von Struktur / Dateiablage sowie Schnittstellen.
- 4.11. Der Signalaustausch mit anderen Maschinen / Anlagen, Verkettungen, externen Einrichtungen oder übergeordneten Systemen ist zusammengefasst einschließlich der externen Anschlüsse in einem Verbindungsplan darzustellen und zu beschreiben.  
Die Beschreibung muss unter anderem folgende Angaben enthalten:
  - Bezeichnung des meldenden oder empfangenden Gerätes gemäß Stromlaufplan (z.B. Leistungsschalter Q38)
  - Funktion (z.B. Förderbandantrieb)
  - Aktivität (z.B. ausgelöst)



- Anschlusspunkte (z.B. Stecker- und Klemmennummern)
  - Merker- bzw. Datenbausteinadresse
- 4.12. Alle Klemmenleisten, sowie die Verbindungskabel untereinander und zu den Schaltschränken, sind in einer Übersicht mit Angabe von Kabelbezeichnung, Kabelnummer, Adernzahl und Aderquerschnitt darzustellen.
- 4.13. Die örtliche Lage und Bezeichnung von Schaltschränken, Klemmenkästen, Bedienstationen, Steuer- Befehl- und Meldegeräten, Antrieben und sonstigen zur elektrischen Ausrüstung gehörenden Geräte muss aus einem Anordnungsplan ersichtlich sein.
- 4.14. Alle Stromlaufplanseiten müssen mit dem ECAD-System EPLAN (aktuell Electric P8 Version 2.7) gezeichnet werden. Der aktuelle Versionsstand ist mit dem AG abzustimmen. Es dürfen nur Symbole, Makros und Formulare des letzten Revisionsstandes genutzt werden. Es sind nur Original- EPLAN Software & Service Symbole zu verwenden. Querverweise werden automatisch generiert. Nach Fertigstellung des Projektes muss ein Prüflauf durchgeführt werden. Dieser Prüflauf darf keine Fehler melden. Einstellungen zu den Prüfläufen bedürfen der Abstimmung mit dem AG. Nach Änderungen in der Dokumentation müssen die Prüfläufe erneut gestartet werden.
- 4.15. Beim Anlegen bzw. Generieren der Seiten, ist darauf zu achten, dass nur numerisch fortlaufende Seitenzahlen vergeben werden. Zwischen den verschiedenen Bereichen des Stromlaufplanes, Einspeisung, Spannungsverteilung, NOT-AUS, SPS- Übersichten usw., sind ca. 20% Leerseiten einzuplanen. Das Arbeiten mit Unterseiten ist nicht zugelassen.
- 4.16. Für die Auslieferung des Projektes, darf ausschließlich die von EPLAN bereitgestellte Datensicherung genutzt werden.  
Für die Übersendung sind folgende Optionen zu nutzen:
- Datensicherung auf Datenträger
  - Datensicherung und Versand per E-Mail
- 4.17. Wird ein Projekt auf Datenträger versendet, sind folgende Informationen auf das Label des Datenträgers einzutragen:
- Projektname
  - Name verantwortlicher Projekteur
  - Datum Projektstart
  - Datum letzte Änderung
  - EPLAN Versionsnummer
- 4.18. Der Stromlaufplan und seine Darstellungsart muss den Anforderungen nach DIN EN 61082 entsprechen. Im Stromlaufplan sind auch Busstrukturen und der Hardwareaufbau des Visualisierungssystems darzustellen.
- 4.19. Für sämtliche intelligente Baugruppen (auch PC) sind die gelieferten Hard- und Firmware-Versionen sowie die Hardwareeinstellungen (DIL-Schalter) im Stromlaufplan zu vermerken.



- 4.20. Alle für den störungsfreien Betrieb erforderlichen, bzw. von den Geräteherstellern geforderten Erdungs-, Abschirmungs- und Entstörmaßnahmen sind im Stromlaufplan festzuhalten.
- 4.21. Im Stromlaufplan sind alle Klemmen- und Steckvorrichtungen mit seitenrichtiger Lage von Buchsen und Stiften darzustellen.
- 4.22. Unterhalb von Schaltgeräten sind alle dazugehörigen Kontakte vollständig aufzuführen. Funktionstexte zu den einzelnen Strompfaden sind immer am unteren / oberen Blattrand, aber über / unter dem Plotrahmen zu platzieren.
- 4.23. Im Stromlaufplan sind alle Kenngrößen und Einstellungen einzutragen, wie z.B. Sicherungsgröße, Kennlinie, Motorennennstrom, Nennleistung und Drehzahl, Querschnitte, Leitungstyp und Aderzahl.
- 4.24. Aus dem Klemmenplan müssen Quelle und Ziel der Ader und Leitungen ebenso eindeutig hervorgehen, wie Klemmenleistenbezeichnung und Klemmenbezeichnung.
- 4.25. Aus dem Gerätelageplan muss die örtliche Lage der elektrischen Betriebsmittel, einschließlich Klemmenleisten und Steckverbindungen, hervorgehen.
- 4.26. Die Stückliste ist nach DIN 24420 auszuführen. Sie muss mindestens das Betriebsmittelkennzeichen, den Hersteller und dessen Artikelbezeichnung mit der eindeutigen Bestellnummer beinhalten.
- 4.27. Die technischen Unterlagen, Datenblätter und Beschreibungen der eingesetzten Geräte sind der Dokumentation in Papierform und soweit möglich im Datenformat PDF beizufügen.
- 4.28. Nach Erteilung der Bestellung hat der Lieferant die elektrotechnischen Unterlagen sortiert und in zweifacher Ausfertigung dem Besteller zur Genehmigung vorzulegen. Erst nach Erhalt der mit eventuellen Änderungen und dem Genehmigungsvermerk versehenen Unterlagen ist die elektrische Ausrüstung vom Lieferanten zu erstellen. Ergeben sich anschließend Änderungen an der elektrischen Ausrüstung, so sind die geänderten Unterlagen erneut einzureichen.
- 4.29. Die Genehmigung betrifft nur das Ausführungsprinzip, entbindet den Hersteller aber nicht von der Verantwortung für die zweckmäßige und den Stand der Technik entsprechende Konstruktion, einwandfreie Funktion der Maschine / Anlage sowie der richtigen Dimensionierung der Bauteile.

## **5. Schutz gegen elektrischen Schlag**

- 5.1. Grundsätzlich erfordert die Verwendung elektrischer Energie eine besondere Sorgfalt bei der Planung und Konstruktion der elektrischen Ausrüstung hinsichtlich des Personen- und Sachschutzes.  
Für den Schutz gegen elektrischen Schlag gilt grundsätzlich die DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) Pkt. 6. Auch die darin gegebenen Empfehlungen sind einzuhalten. Eventuell geplante Abweichungen sind mit dem AG abzustimmen.

## **6. Schutz der Ausrüstung**

- 6.1. Für den Schutz der Ausrüstung gilt grundsätzlich die DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) Pkt. 7. Auch die darin gegebenen Empfehlungen sind einzuhalten. Eventuell geplante Abweichungen sind mit dem AG abzustimmen.  
Im Abschnitt 7 wird der Schutz der Ausrüstung vor Folgeschäden behandelt. Diese Folgeschäden können sowohl durch Störungen innerhalb der Maschine / Anlage selbst und ihrer Ausrüstung als auch durch externe Einflüsse auf die Maschine / Anlage entstehen.
- 6.2. Vorkommnisse, die schädliche Auswirkungen auf die Maschine / Anlage haben können sind z.B.:
- Überstrom als Folge eines Kurzschlusses
  - Überlast und / oder Verlust der Kühlung bei Motoren
  - Anomale Temperaturen
  - Ausfall oder Absinken der Versorgungsspannung
  - Überdrehzahl von Maschinen / Maschinenelementen
  - Erdschluss / Fehlerstrom
  - Falsches Drehfeld
  - Überspannungen durch Blitzschlag und Schalthandlungen
- 6.3. Die Schutzmaßnahmen zur Verhinderung dieser Auswirkungen werden in den Abschnitten 7.2 bis 7.9 festgelegt.
- 6.4. Beim Einsatz mehrerer in Reihe geschalteter Schutzeinrichtungen ist selektives Abschaltverhalten zu gewährleisten. Elektronische Betriebsmittel mit kurzschlussfesten Ausgängen müssen nach Aufheben eines Kurzschlusses ohne weiteres wieder funktionsfähig sein. Das Verschwinden des Kurzschlusses darf nicht zu Gefahren für Personen, Maschinen / Anlagen oder Produktionsgütern führen.
- 6.5. Alle Motoren sind mit einer Überlastsicherung auszurüsten.
- 6.6. Die Erwärmung von Motoren über 2 KW mit Fremdkühlung, mit elektronischer Drehzahlsteuerung / -regelung, mit hoher Schalthäufigkeit (>5/h) und / oder bei Schweranlauf ist zusätzlich durch in alle wärmekritischen Wicklungen eingebaute Temperaturfühler zu überwachen, wenn mindestens eines der vorstehenden Kriterien erfüllt ist.

- 6.7. Der selbständige Wiederanlauf eines Motors nach Ansprechen des Überlastschutzes ist zu verhindern.
- 6.8. Umrichter gespeiste Drehstrommotoren, die im Dauerbetrieb < Nennfrequenz betrieben werden, sind entsprechend zu dimensionieren oder mit Fremdkühlung auszurüsten.

## **7. Netzanschluss**

- 7.1. Elektrische Versorgung  
Niederspannungsnetz:  
Betriebsspannung: 3 x 400 / 230 V 50 Hz  
Phasenfolge: L1 – L2 – L3 (rechtsläufiges Drehfeld)
- 7.2. Da in einigen Teilen der Anlage noch ein linkes Drehfeld vorhanden ist, hat sich der AN vor den Anschlussarbeiten zu informieren und dies bei der Einspeisung der Maschine / Anlage zu berücksichtigen.
- 7.3. Grundsätzlich ist ein 5-Leiteranschluss (TN-S-Netz) vorzusehen. Eine Verbindung zwischen PE N in der Maschine / Anlage ist nicht zulässig!
- 7.4. Schutzmaßnahme gemäß VDE 0100, Teil 410:
  - TN-S-Netz mit Überstromschutzeinrichtung
  - TT-Netz mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtung
- 7.5. Die gesamte elektrische Ausrüstung einer Maschine / Anlage wird nur an eine Einspeisung angeschlossen. Abweichungen davon bedürfen der Absprache mit dem AG. Bei Netzanschlüssen größer 250A ist ein getrenntes Einspeisefeld mit Anschlussklemmen, Hauptschalter und Überstromschutzeinrichtung vorzusehen.

## **8. Netztrenneinrichtung**

- 8.1. Hauptschalter bis 63A können vollständig in der Schaltschranktür montiert werden. Hauptschalter größer 63A sind einschließlich Handhabe und Schaltstellungsanzeige auf der Montageplatte anzuordnen. Handhabe und Schaltelement dürfen durch das Öffnen der Tür nicht getrennt werden. Das Öffnen der Tür muss ohne Ausschalten des Hauptschalters möglich sein. Anordnungshöhe der Handhabe zwischen 0,8 und 1,6 m über der Zugangsebene.
- 8.2. Hauptschalter dürfen nur in AUS- Stellung abschließbar sein. Er muss mit mindestens 3 Vorhängeschlössern, mit einem Bügeldurchmesser 8 mm, gesichert werden können.

## **9. Steuerstromkreise und Steuerfunktionen**

- 9.1. Stromversorgungsgeräte, Transformatoren und Schaltgeräte dürfen nur zu 70% der zulässigen Bemessungsleistung belastet werden. Steuertransformatoren und getaktete Netzteile sind gegen Überlast und Kurzschluss zu schützen.
- 9.2. Zur einfacheren Fehlersuche müssen die Steuerstromkreise zweckmäßig unterteilt und abgesichert sein. Für Sensoren und Aktoren sind getrennte Steuerstromkreise vorzusehen.
- 9.3. **Steuerspannungen**  
Zugelassene Steuerspannungen: 24 V DC  
230 V AC nur nach Rücksprache
- 9.4. Beim Aufbau von Sicherheitsschaltkreisen sind ausschließlich fertige, geprüfte und selbstüberwachende Schaltgerätekombinationen oder Sicherheitssteuerungen einzusetzen.
- 9.5. Alle Wicklungen von Steuertransformatoren müssen getrennt ausgeführt sein. Die Anschlussklemmen müssen in der gleichen Art und Qualität wie die der Schütze oder Reihenklemmen ausgeführt sein. Steuertransformatoren müssen Primäranszapfungen für 95 % und 105 % der Nennspannung haben.
- 9.6. Ist in Gleichstromkreisen keine Isolationsüberwachung gefordert, so ist der Minuspol mit dem Schutzleitersystem zu verbinden. In einseitig geerdeten Steuerstromkreisen ist eine Seite des Steuerstromkreises für Prüfzwecke über eine Trennklemme mit dem Schutzleiter zu verbinden. Diese Verbindung ist in unmittelbarer Nähe der Sekundärseite des zugehörigen Steuertransformators anzuordnen. Diese Forderung betrifft alle Steuerstromkreise einschließlich der Stromversorgung für die Eingangs- und Ausgangsgruppen von SPS.
- 9.7. Alle zum Betrieb der Maschine / Anlage erforderlichen gasförmigen bzw. flüssigen Medien sind zu überwachen. Bei Über- bzw. Unterschreiten der Grenzwerte ist die Maschine / Anlage in einem definierten Zustand, erforderlichenfalls sofort, still zu setzen. Wenn mechanische oder elektrische Zerstörungen zu erwarten sind, ist vor Erreichen der Grenzwerte eine Vorwarnung zu geben.

## **10. Schaltschränke, Bedienpulte und Klemmenkästen**

- 10.1. Schaltschränke, Klemmenkästen und Einbauräume sind mit einem Blitzpfeil zu kennzeichnen.
- 10.2. Das Typenschild des Schaltschranks ist in der Nähe der Einspeisung / des Hauptschalters außen anzubringen.
- 10.3. In Gehäusen mit elektrischen Betriebsmitteln dürfen keine anderen Bauteile (pneumatische, hydraulische, etc.) eingebaut werden.

- 10.4. Schaltschränke müssen mit Ringösen zum Transport der bestückten Einheiten ausgestattet sein. Die maximale Länge einer Schaltschrank-Transporteinheit ist mit dem AG abzustimmen.
- 10.5. Die zu liefernden Schränke, Verteiler und Geräte sollen extern mit gravierten Resopalschildern gekennzeichnet sein. Die Schilder müssen angeschraubt oder genietet werden, kleben ist nicht zulässig. Klemmenkästen sind außen mit Kennzeichnungsschildern zu markieren, auf denen die Klemmleistennummern angegeben sind.
- 10.6. Hinter Schwenkrahmen dürfen keine Schaltgeräte angeordnet sein. Schwenkrahmen dürfen nur einseitig (von vorne) bestückt werden. Schwenkrahmen müssen in den Endstellungen arretierbar sein.
- 10.7. Die Schaltschränke sind so groß auszulegen, dass für spätere Erweiterungen bei Serienmaschinen / Anlagen mindestens 10 % und bei Sondermaschinen / Anlagen mindestens 20 % Platzreserve bleibt. Im Detail erstreckt sich die Reserve auf die Geräte der einzelnen Funktionsgruppen sowie der Klemmenleisten, Leitungskanäle, Schwenkrahmen, Steckplätze und Programmspeicher.
- 10.8. Die Türen (pro Flügel max. 800 mm breit) müssen einen Öffnungswinkel von mindestens 165° besitzen und so ausgebildet sein, dass eine Reihenmontage der Schaltschränke möglich ist.
- 10.9. Fertig installierte Gehäuse und Einbauräume müssen mindestens IP 54 entsprechen. Diese Schutzart darf auch bei Schaltschrankkühlung nicht unterschritten werden.
- 10.10. Wenn Schaltschrankkühlung erforderlich ist, dürfen nur Umluftwärmetauscher (Luft / Luft) oder Kühlaggregate, jeweils mit Temperaturregelung, eingesetzt werden. Beim Öffnen der Schaltschranktüren ist die Schaltschrankkühlung zwangsläufig zu unterbrechen. Filterlüfter dürfen nur nach Rücksprache eingesetzt werden.
- 10.11. Die Türinnenseiten sind mit Blechtaschen zur Aufnahme elektrotechnischer Unterlagen zu versehen. Die Tasche muss so ausgebildet werden, dass DIN A 3 Unterlagen / Handbücher weitgehend umschlossen sind.
- 10.12. Ab 800 mm Höhe müssen Türverschlüsse mit Schubstangen, die die Tür gleichzeitig oben und unten verriegeln, eingesetzt werden.
- 10.13. Baugruppen und Geräte dürfen nicht in mehreren Ebenen oder an den Seitenwänden angeordnet werden.
- 10.14. Die Verdrahtung muss in ausreichender Länge und übersichtlich erfolgen, so dass Geräte schnell ausgetauscht werden können und eine Prüfung leicht möglich ist.
- 10.15. Der Abstand zwischen den Geräten und den Verdrahtungskanälen muss mindestens 20 mm betragen.
- 10.16. Zur Versorgung von Zubehör sind neben den Datenschnittstellen Netzsteckdosen (jeweils mindestens 2 St.) zu installieren. Datenschnittstellen sind mit unverlierbaren Abdeckungen zu versehen.

- 10.17. Bei Anzeigeeinheiten, z.B. LC- Displays, ist gute Lesbarkeit, gegebenenfalls durch Zusatzbeleuchtung oder Hinterleuchtung, sicherzustellen.
- 10.18. Jeder Schaltschrank ist mit einer Schaltschrankbeleuchtung auszurüsten. Ausnahmen sind bei kleineren Schaltschränken nur nach Rücksprache mit dem Auftraggeber erlaubt. Die Schaltschrankbeleuchtung ist je Schrankfeld über einen eigenen Tür- Positionsschalter zu schalten.
- 10.19. Alle für die Bedienung der Maschine erforderlichen Geräte, auch Regler, Zeitrelais und dergleichen, müssen ohne das Öffnen des Schaltschranks bedienbar sein. Alle Einstelleinrichtungen für Regeleinrichtungen außerhalb des Schaltschranks sind abschließbar auszuführen.
- 10.20. Die Anordnung der Geräte in Schaltschränken ist so zu wählen, dass ausreichende Konvektion gewährleistet ist und die Bildung von Wärmenestern bzw. Wärmestaus vermieden wird.
- 10.21. Baugruppenträger, Schwenkrahmen, Einbauplatten usw. sind so in die Gehäuse einzubauen, dass die Verdrahtungsseiten auf einfache Weise zugänglich sind.
- 10.22. Batterien müssen ohne Demontage anderer Betriebsmittel leicht auswechselbar sein.

## **11. Motoren, Steuergeräte, Betriebsmittel, Kennzeichnung**

- 11.1. Für Elektromotoren sind DIN Normen einzuhalten. Sondermotoren (auch Gleichstrommotoren) dürfen nur eingesetzt werden, wenn ihre Verwendung unumgänglich ist. Wartungsfreie Motoren, z.B. Drehstrommotoren, sind zu bevorzugen.
- 11.2. Die Isolation der Motoren muss mindestens der Isolationsklasse " F " nach VDE 0530 entsprechen.
- 11.3. Motoren mit einer Leistung von 5 KW und mehr sind mit einem Sanftanlaufgerät auszurüsten. Eine Typenauswahl erfolgt mit dem AG.
- 11.4. Bei Drehstrommotoren ist nur die Schutzart IP 44 (oder höher) zugelassen.
- 11.5. Drehstrommotoren über 3 KW sind für Nennspannung in Dreieckschaltung auszuführen, damit sie für Stern- Dreieck- Anlauf geeignet sind.
- 11.6. Alle zu wartenden Stellen, wie z.B. die Bürstenzugänge, müssen eine freie Zugänglichkeit von mindestens 400 mm haben.
- 11.7. Bei Verwendung von Luftfiltern müssen diese wartungsfreundlich angeordnet und mit wenigen Handgriffen auswechselbar sein. Die Wartung muss ohne Abbau anderer Bauelemente durchgeführt werden können.
- 11.8. Leistungsschilder von Motoren müssen auch bei angebaute Verkleidung gut sichtbar sein.

- 11.9. Steuergeräte sind z.B. Positionsschalter, Näherungsschalter, Druckwächter, Ventile, Relais und Schütze.
- 11.10. Bei hohen Schalzhäufigkeiten sind vorzugsweise Näherungsschalter einzusetzen.
- 11.11. Bei Positions- und Näherungsschaltern, Druckschaltern, Ventilen usw. ist der betätigte Zustand am Gerät bzw. am Stecker mittels LED anzuzeigen.
- 11.12. Zur Vermeidung von Überspannungen beim Ausschalten von Induktivitäten (Ventile) sind Begrenzungsglieder einzusetzen, welche die Spannungen auf einen für Schaltgeräte und Wicklungen zulässigen Wert begrenzen. Alle Stellglieder müssen für eine Einschaltdauer von 100 % ausgelegt sein.
- 11.13. Magnetventile sind mit DC 24 V zu betreiben.
- 11.14. Magnetventile müssen über Steckverbinder nach DIN 43 650 angeschlossen werden. Der Signalzustand ist mittels LED am Stecker oder direkt am Ventil anzuzeigen.
- 11.15. Werden Schlüsselschalter eingesetzt, so ist die Schließung mit dem AG abzustimmen.
- 11.16. Bedientaster, Signallampen und Leuchttaster müssen mittels eines Gravurschildes, auf dem die Funktion deutlich lesbar vermerkt ist, gekennzeichnet werden. Vorzugsweise sind Gehäuse und Elemente der Firmen Siemens und Klöckner Möller mit 22,5 mm Normbohrung zu verwenden. Leuchttaster und Signalleuchten sind generell als LED auszuführen
- 11.17. Steuergeräte müssen mit einem Herstellerzeichen und einer Typenbezeichnung versehen sein. Die Zeichen (z.B. Kontaktbestückung und Anschlussbezeichnung) müssen in eingebautem Zustand sichtbar sein.
- 11.18. Alle Stellteile, Leuchtmelder und Steckverbinder müssen gekennzeichnet sein.
- 11.19. Alle elektrischen Geräte müssen gekennzeichnet werden.
- 11.20. Die Kennzeichnungsschilder dürfen nicht am Gerät selbst angebracht werden und dürfen beim Wechseln dieser Geräte weder verdeckt werden noch verlorengehen.
- 11.21. Die Kennzeichnung muss dauerhaft, gut lesbar und so angebracht sein, dass sie bei fertig aufgestellter Einrichtung sichtbar ist. Auf Verkleidungen und Abdeckhauben sind diese Gerätekennzeichnungen zu wiederholen.
- 11.22. Für die Gerätekennzeichnung innerhalb von Einbauräumen sind Kennzeichnungsschilder zu verwenden, die auf Leitungsenden über den Geräten aufgesteckt werden. Zusätzlich ist die Kennzeichnung auf der Montageplatte fest und dauerhaft anzubringen.
- 11.23. Jedes Kabel- und Leitungsende (mehradrig) ist mit einem eindeutigen und dauerhaften Kennzeichnungsschild zu versehen.



- 11.24. Alle Geräte außerhalb von Einbauräumen müssen mit Kennzeichnungsschildern in graviert oder geprägter Ausführung gekennzeichnet sein. Diese Schilder sind gut sichtbar neben den Geräten anzubringen. Sie dürfen nicht durch Kleben befestigt werden.
- 11.25. Alle Antriebs- und Stellglieder (Kupplungen, Bremsen, Motoren, Magnetventile und Hubmagnete) sowie die zugehörigen Klemmenkästen und Steckvorrichtungen sind so zu montieren, dass auch im eingebauten Zustand die Prüfung und Wartung ohne Spezialwerkzeug leicht möglich ist. Die Zugänglichkeit zu anderen Maschinen / Anlage-teilen, die gewartet werden müssen, darf dadurch nicht beeinträchtigt werden.
- 11.26. Klemmenleisten sind mit gravierten zweischichtigen Resopaleinsteckschildern zu kennzeichnen. Die Benummerung von Klemmen ist fortlaufend von 1 an vorzunehmen. Klemmenbeschriftungen von Hand sind unzulässig.

## **12. Kabel und Leitungen**

- 12.1. Für die Installation der Maschine / Anlage außerhalb von Schaltschrank und Steuertafel sind mehradrige Leitungen zu verwenden. Adern (Einzeldrähte) sind nicht gestattet. Dies gilt nicht für zusätzliche Schutz- und Potentialausgleichsleiter. Steuerleitungen müssen flexibel und mindestens feindrähtig nach VDE 0295 sein. Als Leitermaterial ist nur Kupfer zugelassen. Als Mindestquerschnitt wird bei feindrähtigen mehradrigen Leitungen 1 mm<sup>2</sup> vorgeschrieben. Leitungen für elektronische Betriebsmittel sind von dieser Bestimmung ausgenommen.
- 12.2. Leitungen die betriebsmäßigen Bewegungen ausgesetzt sind, müssen je nach Beanspruchung hochflexibel, mindestens nach VDE 0250, Teil 405, und für den jeweiligen Einsatzfall geeignet sein. Eine betriebsmäßige Bewegung liegt vor, wenn die Bewegung im Durchschnitt häufiger als einmal je Stunde erfolgt.
- 12.3. Metallumflochtene Leitungen dürfen nur in Ausnahmefällen, z.B. zum Schutz gegen heiße bzw. schneidende Partikel, verwendet werden. Dies gilt nicht für abgeschirmte Leitungen.
- 12.4. In Nassbereichen von Ölen, Emulsionen u.ä. Mitteln sind PUR Leitungen oder Leitungen mit mindestens gleichwertigen Eigenschaften zu verwenden.
- 12.5. Die Kabel sind jeweils an den Enden, an den Ausgängen von Schutzrohren bzw. Gebäuden und an Trassenabzweigungen mit Bezeichnungsschildern aus Kunststoff zu versehen. In die Bezeichnungsschilder ist die Kabelbezeichnungsnummer laut Kabel-liste einzuprägen oder zu gravieren. Die Schilder sind dauerhaft zu befestigen. Sie dürfen nicht geklebt sein.

### 13. Verdrahtungstechnik

- 13.1. In den Verdrahtungskanälen dürfen keine Klemmen oder Klemmverbindungen montiert werden.
- 13.2. An Schaltgeräten dürfen maximal nur zwei Drähte pro Klemme angeschlossen werden.
- 13.3. An jeder Reihenklemme darf pro Anschlussstelle (ankommende als auch abgehende Seite) nur ein Draht angeklemt werden.
- 13.4. Stromkreise vor Hauptschaltern sind im gesamten Verlauf orange zu kennzeichnen (Leitung oder Schutzschlauch)
- 13.5. Die Nummerierung der Klemmen erfolgt aufsteigend von links nach rechts bzw. von oben nach unten.
- 13.6. Alle Verbindungen müssen geklemmt und / oder gesteckt werden. Lötverbindungen sind nicht zugelassen; davon ausgenommen sind Daten- und Messleitungen.
- 13.7. Alle Leitungsenden, die geklemmt werden, müssen mit eigenen Adernendhülsen oder Kabelschuhen (Quetschverbindungen) versehen werden. Hierbei dürfen zwei oder mehr Leitungen nicht zusammengefasst werden. Auch speziell für zwei Leitungen vorgesehene Adernendhülsen dürfen nicht benutzt werden.
- 13.8. Die Schraubklemmen aller Geräte müssen mit Druckstück, Klemmbügel oder Klemmlasche zum Schutze des Leiters versehen sein, d.h. der direkte Kontakt zwischen Schraube und Leiter ist nicht zulässig.
- 13.9. An jedes Gerät ist eine eigene Leitung heranzuführen. Lose Klemmen dürfen nicht verwendet werden.
- 13.10. Alle von außen kommenden Leitungen (auch wenn sie über Steckvorrichtungen geführt sind) zu den Klemmen- und / oder Anschlusskästen, Bedientafeln bzw. Schaltschränken sind auf Reihenklemmen zu führen. Diese Forderung gilt nicht bei der Verwendung von Klemmenadaptern.
- 13.11. In feuchten, nassen oder durchtränkten Räumen sind elektrische Geräte von unten her mit den Leitungen anzufahren. Bei seitlicher Leitungseinführung ist in die Leitung ein Abtropfbogen zu legen, damit Feuchtigkeit nicht der Leitung entlang zum Gerät laufen kann. Leitungseinführung von oben ist grundsätzlich nicht gestattet.
- 13.12. Klemmen- und Anschlusskästen sind einzusetzen, wenn
  - Leitungen verzweigt werden müssen,
  - ein Übergang zwischen flexibler und hochflexibler Leitung geschaffen werden muss,
  - Einzelgeräte mit festen (eingegossenen) Anschlussleitungen (z.B. Messwertgeber, Näherungsschalter) angeschlossen werden.
- 13.13. Klemmen und Anschlusskästen müssen so angeordnet werden, dass
  - die Öffnung in der senkrechten Ebene liegt,

- die Öffnung ohne Demontage anderer Maschinenteile zugänglich ist,
  - die Unterkante des Kastens mindestens 400 mm und die Oberkante maximal 2 000 mm über der Zugangsebene liegt.
- 13.14. Schaltgeräte dürfen in Klemmenkästen und Anschlusskästen nicht untergebracht werden.
- 13.15. In den Klemmenkästen von Geräten ( Motoren usw. ) dürfen nur die hierzu gehörenden Klemmen untergebracht werden. Andere Leitungen dürfen in diesen Klemmenkästen nicht angeschlossen oder durchgeschleift werden.
- 13.16. Durch jede Verschraubung darf nur eine Leitung geführt werden. Ausnahmen bilden spezielle Mehrfachverschraubungen. Nicht benötigte Öffnungen sind mit dafür vorgesehenen Stiften zu verschließen.
- 13.17. Es dürfen keine Metallverschraubungen in Kunststoffgehäusen verwendet werden.
- 13.18. Querverbindungen dürfen an nebeneinander liegenden Klemmen nur über Verbindungsstege hergestellt werden. Drahtbrücken sind nicht zulässig.
- 13.19. In vieladrigen Steuerleitungen ist die Kennzeichnung der verschiedenen Leiter durch Farben nicht zulässig. Ausgenommen hiervon sind elektronische Bauteile.
- 13.20. Die Verdrahtung muss mit dem Stromlaufplan übereinstimmen und hat in den einzelnen Planabschnitten des Stromlaufplanes von oben nach unten und von links nach rechts zu erfolgen. Für die Verdrahtung dürfen nur flexible Adern verwendet werden.
- 13.21. Es sind bei Serienmaschinen / Anlagen 10 % und bei Sondermaschinen / Anlagen 15 % Reserveklemmen vorzusehen.
- 13.22. Der Nennquerschnitt der Leitungskanäle oder Rohre darf nur zu 65 % belegt werden.
- 13.23. Bei Verwendung von Schutzrohren sind Winkel und T- Stücke nicht zugelassen.
- 13.24. Maschinen / Anlagen sind vom Hersteller mit Installationswegen zu versehen, in denen elektrische Leitungen ohne unzulässige Beanspruchungen sicher und gut zugänglich verlegt werden können.
- 13.25. Werden Kabel und Leitungen auf Kabelbühnen, Pritschen oder Wannen verlegt, so sind sie auszurichten, bei senkrechter Verlegung zu befestigen, von Zug zu entlasten und gegebenenfalls mit einem Schutzblech zu umkleiden.
- 13.26. Es muss sichergestellt sein, dass kapazitiv oder induktiv übertragene Spannungen zwischen den Leitungen keinerlei störende Auswirkungen haben.
- 13.27. Elektronik- und Messleitungen sind getrennt von Starkstromleitungen zu installieren und / oder ausreichend abzuschirmen.

- 13.28. Eine Schutzschlauchinstallation darf bei Einwirken von Flüssigkeiten nur eingesetzt werden, wenn das Eindringen von Flüssigkeiten in Einbauräume bei Schutzschlauchbeschädigung mit Sicherheit vermieden wird.
- 13.29. Schutzrohre sind anzuschrauben. Sie dürfen nicht angeschweißt werden. Beide Enden sind mit einem ausreichenden Kantenschutz zu versehen.
- 13.30. Ortsveränderliche elektrische Bauteile einer Maschine sind über Steckvorrichtungen anzuschließen.
- 13.31. Bruchgefährdete, betriebsmäßig bewegte Leitungen müssen beidseitig steckbar ausgeführt werden.
- 13.32. An jedem Pol einer Steckverbindung darf nur ein Draht angeschlossen werden.
- 13.33. Bei mehr als siebenadrigen Leitungen sind mindestens 10 % Reserveadern für Änderungen und Reparaturen nach der Inbetriebnahme zur Verfügung zu stellen. Ausgenommen sind Hauptstromleitungen.
- 13.34. Alle nicht benutzten Leitungen sind einzeln auf bezeichnete Klemmen bzw. Steckkontakte zu führen. Eine darüber hinausgehende Anzahl von Adern einer Mehraderleitung braucht, wo dies technisch nicht möglich ist, z.B. in Steckvorrichtungen, nicht auf Klemmen gelegt, sondern muss isoliert werden. Das Abschneiden von unbenutzten Adern einer Leitung ist unzulässig.
- 13.35. Folgende Verdrahtungsfarben müssen eingehalten werden:
- |           |  |
|-----------|--|
| schwarz   | für Hauptstromkreise für Wechsel- und Gleichstrom              |
| hellblau  | für Nullleiter ohne Schutzleiterfunktion von Hauptstromkreisen |
| grün-gelb | für Schutzleiter   |
| rot       | für Steuerstromkreise mit Wechselspannung                      |
| rot-weiß  | für Steuerstromkreise mit Wechselspannung (N)                  |
| blau      | für Steuerstromkreise mit Gleichspannung                       |
| blau-weiß | für Steuerstromkreise mit Gleichspannung (M)                   |
| orange    | für Fremdspannungen  |
- Leiter, Kabel und Leitungen von Stromkreisen, die nicht durch den Hauptschalter ausgeschaltet werden, sind ebenfalls im gesamten Verlauf orange zu kennzeichnen. Für andere Anwendungen sind die Verdrahtungsfarben mit dem AG abzustimmen

## **14. Prüfungen, Inbetriebnahme, Abnahme und Schulung**

- 14.1. Die einwandfreie Funktion bei Ausfall und Wiederkehr der Netzspannung ist zu prüfen. Bauseitige Anlagenteile sind grundsätzlich vom Fachmann des betreffenden AN in Betrieb zu setzen.
- 14.2. Vor Inbetriebnahme ist vom Lieferanten eine Checkliste zu erstellen, in der u.a.
  - alle einzustellenden Werte einzutragen
  - und alle durchzuführenden Funktionsprüfungen und Simulationen aufzulisten sind.
- 14.3. Die Inbetriebnahmecheckliste ist Bestandteil der Abnahmevoraussetzungen und muss mit Datumsvermerk geführt werden.
- 14.4. Die Inbetriebnahme umfasst u.a.
  - die Funktionsprüfung der Ein- und Ausgänge,
  - Justierung aller Motorschutzeinrichtungen,
  - Prüfung aller Meldeeinrichtungen,
  - Überprüfung aller externen Steuergeräte,
  - Überprüfung aller Aggregate im Einzeltest,
  - Funktionstest und Inbetriebnahme der Prozessverriegelungen,
  - Prüfung des funktionsgerechten Ablaufes in den einzelnen Betriebsarten
  - und die Simulation der Störmeldungen.
- 14.5. Die Inbetriebnahme gilt als abgeschlossen, wenn alle Abnahmevoraussetzungen erfüllt sind. Die für die Inbetriebnahme und Programmierung erforderlichen Programmier- und Servicegeräte sind vom Lieferanten selbst beizustellen.
- 14.6. Während der Inbetriebnahme muss der aktuelle Stand der Dokumentation von Soft- und Hardware (techn. Unterlagen, Programmausdrucke, Datenträger) vor Ort für den Betreiber ständig verfügbar sein.
- 14.7. Die Abnahme der Maschine / Anlage hat grundsätzlich nach den Angaben des AG zu erfolgen. Eine Vor- und / oder Zwischenabnahme muss im Beisein vom AG erfolgen. Die Endabnahme ist am Aufstellungsplatz der Maschine / Anlage beim AG durchzuführen.
- 14.8. Sämtliche dem Vertrag zugrundeliegenden technischen Werte sind einzuhalten. Die Maschine / Anlage muss betriebswarm sein.
- 14.9. Eine schriftliche Bestätigung nach §5 Absatz 4 Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A3) muss vorliegen.
- 14.10. Die Inbetriebnahmecheckliste muss erstellt sein.
- 14.11. Die Dokumentation wurde bei der Auslieferung der Maschine / Anlage zweifach beigefügt (hiervon ein Revisionsexemplar für den AN).

- 14.12. Elektrische Betriebsmittel, die in explosionsgefährdeten Bereichen montiert werden müssen, sind entsprechend der Zündgruppe der explosionsfähigen Gemische in der erforderlichen explosionsgeschützten Ausführung im Sinne der VDE 0170/0171-1 einzusetzen. Für die Verwendung elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen ist DIN EN 60079-0 sowie die Explosionsschutz-Regeln BGR 104 der BG-Chemie zu beachten. Eine Ausfertigung der Prüfbescheinigung "Bericht über die Prüfung der elektrischen Einrichtungen in explosionsgefährdeten Räumen" ist beizufügen.
- 14.13. Für elektrische Geräte, die als Schutzeinrichtung (z.B. Überfüllsicherung, Leckanzeige) in Anlagen mit wassergefährdeten Stoffen oder brennbaren Flüssigkeiten eingesetzt werden, ist eine Bauartenzulassung nachzuweisen. Die Kosten für Prüfungen und Bescheinigungen hat der Lieferant zu tragen.
- 14.14. Unmittelbar nach der Endabnahme ist dem AN pro Maschine / Anlage ein Satz technischer Unterlagen zu übergeben, in denen sämtliche Änderungen eingetragen sind und die somit dem augenblicklichen Stand der technischen Ausrüstung entsprechen.
- 14.15. Ein Revisionsexemplar dient dem AN zur Erstellung der endgültigen Pläne.
- 14.16. Spätestens drei Wochen nach der Endabnahme der elektrischen Ausrüstung der Maschine / Anlage, hat der AN dem AG sämtliche technischen Unterlagen in einfacher Ausführung pausfähig und in dreifacher Ausfertigung als Lichtpause zur Verfügung zu stellen. Bei Nichteinhaltung des Termins behält sich der AG vor, nach angemessener Nachfrist fehlende Unterlagen auf Kosten des Lieferanten anfertigen zu lassen.
- 14.17. Bis zur Vorlage der vollständigen Unterlagen gilt die vertragliche Leistung als nicht erbracht.
- 14.18. Bei der Abnahme nicht festgestellte Mängel oder Abweichungen entlasten den Lieferanten nicht von der Verpflichtung, die vorliegenden Vorschriften einzuhalten.
- 14.19. Ergeben sich bei der Abnahme der Maschine / Anlage Abweichungen von den Liefervorschriften, welche nicht schriftlich genehmigt wurden, so ist der AN verpflichtet, die Mängel kostenlos zu beheben.
- 14.20. Der Lieferant hat in seinem Angebot einen Vorschlag über Umfang und Kosten einer ausreichenden Systemschulung in Hard- und Software zu unterbreiten.
- 14.21. Für das Bedien- und Instandhaltungspersonal ist vor der Maschinen- / Anlagenübergabe eine im Auftrag festgelegte Schulung durchzuführen.
- 14.22. Je nach Umfang der Maschine / Anlage ist die Schulung in Form einer Einweisung oder einer ausführlichen Schulung vorzunehmen.
- 14.23. Die Einweisung erfolgt am Aufstellungsort der Maschine / Anlage. Die Dauer ist den Erfordernissen anzupassen.
- 14.24. Die Ausbildung muss u.a. folgende Themenkreise ausführlich behandeln:
- Gesamtfunktion der Maschine / Anlage,

- Automatisierungskonzept,
  - Hardwareaufbau,
  - Installationskonzept, Bedienkonzept und Meldekonzept (z.B. Betriebs- und Störmeldungen),
  - Softwarestruktur,
  - Aufbau der Datenkopplung (z.B. Datenaustausch zwischen Maschine / Anlage und übergeordneter Störmeldeerfassung),
- 14.25. Eingriffsmöglichkeiten zum Ändern von Parametern und Texten müssen an praxisorientierten Beispielen erläutert und durchgeführt werden. Fehlersuche und -verfolgung an Hand der Dokumentation, z.B. unter Zuhilfenahme eines Programmiergerätes. Zur Durchführung der Aufgaben während der Schulung sind Unterlagen aus der Dokumentation entsprechend vorzubereiten und den Kursteilnehmern zur Verfügung zu stellen.
- 14.26. Als Ergänzung zur Schulung hat der Lieferant eine Empfehlung für eine erforderliche Systemschulung, einschließlich eines Zeitplanes zu unterbreiten. Hierbei sollte die Empfehlung des Herstellers mit dem Besteller abgesprochen werden.
- 14.27. Bezüglich Ort und Dauer der Schulungen gilt:
- Sie sind während der Installationsphase der Maschine / Anlage mit dem Besteller abzustimmen.
  - Die Schulungen erfolgen am Aufstellungsort der Maschine / Anlage.
  - Der Beginn der Schulungen richtet sich nach den Erfordernissen der Maschine / Anlage und den Möglichkeiten des Bestellers.
- 14.28. Der AG behält sich vor, die ausgeschriebenen Leistungen nach Fertigstellung durch den TÜV oder ähnlichen Organisationen überprüfen zu lassen. Hierbei festgestellte Mängel sind unabhängig von Übernahmen bzw. Abnahmen für den Auftraggeber kostenfrei vom Auftragnehmer zu beheben.



## 15. Programmierbare Steuerungen, Prozessleitsysteme, Bussysteme

- 15.1. Für die Steuerung sind vorzugsweise Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) zu verwenden. Für einfache Steuerungsaufgaben mit weniger als 10 Sensoren und Aktoren in Summe können Logikmodule oder Schützsteuerungen eingesetzt werden. PC-Systeme dürfen nur mit Zustimmung des AG eingesetzt werden.
- 15.2. Zum Einsatz kommen SPS-/PLS- Systeme der Fa. Siemens und der Fa. Husemann. Entsprechend sind nur die Standardprogrammierungstools der Firmen zu verwenden. Dies sind z.B.:
- Siemens Step 7 Professional
  - TIA Portal
  - NCM S7
  - Pro Tool CS/RT
  - WinCC flexible
  - WinCC
  - EnerCos
- Die zu verwendenden Versionen sind mit dem AG abzustimmen!
- 15.3. Es sind nur elektronische Betriebsmittel mit kurzschlussfesten Ausgängen einzusetzen. Nach dem Aufheben von einem Kurzschluss muss das Betriebsmittel wieder voll funktionsfähig sein.
- 15.4. Der Status der Ein- und Ausgänge ist mittels LEDs zu visualisieren.
- 15.5. SPS-Programme sind, soweit realisierbar, im Funktionsplan zu erstellen. Bausteinbeschreibungen, Netzwerküberschriften und Symboltabellen (Zuordnungslisten) sind zwingend erforderlich. Komplexe Programm- und Datenstrukturen, sowie indirekte Adressierungen sind detailliert zu beschreiben. Bei Datenbausteinen ist, neben einer Aufbau- und Inhaltsangabe, die Bedeutung aller verwendeten Daten (Bit, Byte, Wort, zusammengesetzte Datentypen) anzugeben. Bei Bausteinen mit Parameterübergabe sind zusätzlich Funktion und Parametrierung, sowie intern verwendete globale Daten und Bausteine zu beschreiben. Die Programmierung hat zwingend mit symbolischer Adressierung zu erfolgen. Daten-/Infopunktlisten sind nach vorhandenen Vorgaben zu erstellen. Betriebsstundenzähler sind über hochlaufende Zählwerte in der SPS, mit Übergabe an das PLS zu realisieren.
- 15.6. Ein- und Ausgänge sind durchgängig (Hard- und Software) mit identischen Bezeichnungen und aussagekräftigen Funktionstexten zu versehen. Die Funktionstexte beschreiben die Funktion des Anschlusses in positiver Logik (Funktion bei „1“-Signal). Symboltabellen (Zuordnungslisten) enthalten zusätzlich die BMK- Bezeichnung des angeschlossenen Sensors bzw. Aktors (951PM001).
- 15.7. Die Erstellung des zu liefernden Programmausdruckes geschieht in Absprache mit dem AG.
- 15.8. Standardmäßig sind nichtflüchtige und wiederbeschreibbare Speichermedien zu verwenden. Flüchtige Speicher müssen batteriegepuffert werden. Die Batteriepufferung ist zu überwachen und Fehlfunktionen zu visualisieren.

- 15.9. Nach erforderlicher Inbetriebnahme der Maschine /Anlage muss eine Leistungsreserve von ca. 20% bezogen auf den möglichen Maximalausbau des Systems für den gesamten Adressierbereich (z.B. Eingänge, Ausgänge, Merker, Zeiten, Zähler, Speicher, Busteilnehmer, etc.) vorhanden sein.
- 15.10. Zu liefern ist die gesamte Software mit Zubehör einschließlich Handbüchern im Original, die für das Errichten, Betrieb, Wartung und Instandhaltung der Maschine /Anlage erforderlich ist, wie z.B. Programmier- und Systemsoftware, Betriebssysteme, Quellcode, Treiber, Software-Zertifikate, Softwareschutz (z.B. Authorisierungsdiskette, Dongle) einschließlich der notwendigen Hardware (z.B. Leitungen, Schnittstellenkarten, Umsetzer).
- 15.11. Die gesamte Software und Dokumentation ist in deutscher Sprache zu liefern.
- 15.12. Bei Anschluss an informationstechnische Netzwerke (Intranet, Internet, Fernwartung, etc.) trägt der AN die Verantwortung für seine Ausrüstung. Das umfasst die Sicherheit seiner Ausrüstung und die Sicherheit gegenüber dem Netzwerk. Geeignete Schutzmaßnahmen sind anzuwenden und mit dem AG abzustimmen.
- 15.13. Programmier- und Diagnoseschnittstellen der Betriebsmittel müssen jederzeit zugänglich und während des Betriebes der Maschine /Anlage ohne Unterbrechung nutzbar sein, sofern dies die Betriebsmittel selbst zulassen.
- 15.14. Für den Betrieb von Programmiergeräten sind Netzsteckdosen (mindesten 2 St.) vorzusehen. Sie sind separat abzusichern und mit dem Hinweis „Nur für Programmiergeräte“ zu versehen.
- 15.15. Die Programmierung der Systeme hat stets mit der Originalsoftware des Hardwareherstellers zu erfolgen. Es ist IEC-konforme Programmiersprache zu verwenden.
- 15.16. Die Programme sind servicegerecht, klar strukturiert und vollständig kommentiert zu erstellen. Die Dateinamen sind mit dem AG abzustimmen.
- 15.17. Das Schützen / Sperren von Programmen oder Programmteilen durch den AN ist nicht gestattet. Fernzugriff auf die Steuerung ist nur über einen VPN Zugang gestattet, der vom AG bereitgestellt/genehmigt worden ist.
- 15.18. In einer eigenen Datei sind die gelieferten Hard- und Firmwareversionen jedes verwendeten parametrier- und programmierbaren Gerätes, sowie der benutzten Programmier- und Systemsoftware aufzuführen.
- 15.19. Bei komplexen Anwendungen ist die Programmstruktur, das Zusammenspiel und die Funktion einzelner Programme, sowie die Datenübertragung zu den kommunizierenden Systemen in einem eigenen Dokument detailliert zu beschreiben.
- 15.20. Grundsätzlich kann ohne vorherige Genehmigung das Profibus System oder Industrial Ethernet eingesetzt werden. Alle anderen Bussysteme bedürfen der Absprache und einer Genehmigung durch den AG.

- 15.21. Bei Verwendung von Profibus oder Ethernet Vernetzung ist der AN verpflichtet, die entsprechenden Aufbaurichtlinien des Herstellers für das jeweilige Bussystem strikt einzuhalten.
- 15.22. Profibus- / Ethernetleitungen sind gesondert zu verlegen.
- 15.23. Bei Verwendung eines Visualisierungssystems wie etwa ProTool, WinCC flexible oder WinCC sind entsprechende Profibus Diagnosebilder zu erstellen. Das Bedienkonzept der Kläranlage sieht vor, dass sowohl an vorhandenen Touchpanels, als auch am PLS mittels eines Buttons zwischen der Bedienebene PLS und Touchpanel umgeschaltet werden kann. Es soll Hand- als auch Automatiksteuerung möglich sein. Die Umsetzung muss mit dem AG abgestimmt werden.

## **Schlussbemerkung**

**Die Abgabe eines Angebotes gilt gleichzeitig als Erklärung dafür, dass die gemachten Angaben und beigefügten Zeichnungen ausgereicht haben, um danach eine für die gestellten Ansprüche betriebsfertige und funktionstüchtige Anlage zu kalkulieren. Der AN erklärt ausdrücklich, dass er von allen zum Angebot gehörenden Unterlagen, insbesondere der "Liefervorschrift Elektrotechnik Kläranlage Gütersloh Putzhagen", Kenntnis genommen hat und sie als Vertragsbestandteil anerkennt.**