



## Ausführungsvorschrift

AV 3

# ELEKTROTECHNIK AUTONOME SYSTEME

	Datum	Änderung
Revision:	06. Dezember 2007	5.3 Verdrahtung / 230-V-Neutralleiter grau
	06. Dezember 2007	6.4 Verkabelung / Absatz i
	01. Januar 2010	generelle Überarbeitung

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
1.1.	Zweck	3
1.2.	Gültigkeit	3
1.3.	Fabrikate	3
<b>2.</b>	<b>Raumklassifizierung</b>	<b>4</b>
2.1.	Aufteilung nach Bereichen	4
<b>3.</b>	<b>Spannungsebenen / Versorgungsnetze</b>	<b>5</b>
3.1.	Mittelspannung 11kV /22kV, 50 Hz	5
3.2.	Niederspannung 400 / 230 V; 50 Hz / Normalnetz	5
3.3.	Niederspannung 400 / 230 V; 50 Hz (USV – Netz)	5
3.4.	Gleichspannung 24 V DC	5
<b>4.</b>	<b>Zentrale Elektro- und Leittechnik der Verfahrenstechnik</b>	<b>6</b>
4.1.	Systemkonzept ‚Zentrale Elektro- und Leittechnik‘	6
4.2.	Sicherheitseinrichtungen	7
4.3.	Schnittstellen / Signalübertragungen	7
4.4.	Niederspannungs-Schaltanlagen	8
<b>5.</b>	<b>Autonome Systeme</b>	<b>10</b>
5.1.	Definition der Autonomen Systeme	10
5.2.	EMSR – Schränke (Verfahren und Haustechnik)	11
5.3.	Verdrahtung	12
5.4.	Bedienung und Anzeige	13
5.5.	Störeinflüsse	14
<b>6.</b>	<b>Installationen</b>	<b>15</b>
6.1.	Allgemeines	15
6.2.	Kabelträgersysteme	15
6.3.	Kabelschutzrohre	16
6.4.	Verkabelung	16
6.5.	Geräte-Anschlüsse	17
6.6.	Zwischenverteiler, Unterverteiler	17
<b>7.</b>	<b>Schutzmassnahmen</b>	<b>18</b>
7.1.	Erdung	18
7.2.	Schutz gegen Überspannung	18
7.3.	Potenzialausgleich	18
7.4.	Abschirmung	19

## **1. Einleitung**

### **1.1. Zweck**

Die AV3 regelt die Standards und Vorgaben für die elektrotechnische Ausrüstung und autonome Systeme.

### **1.2. Gültigkeit**

Die AV3 ist im ERZ für den Bereich Kehrlichtheizkraftwerke (Areale Hagenholz und Josefstrasse) gültig. Abweichungen von der AV können durch ERZ bewilligt werden. Der Lieferant muss diese der Projektleitung schriftlich beantragen und begründen.

### **1.3. Fabrikate**

Aus Gründen einer effizienten Lager- und Instandhaltung werden gewisse Fabrikate / Produkte bevorzugt eingesetzt. Die definitiv einzusetzenden Fabrikate werden in Abstimmung mit der Projektleitung während der Angebotsphase festgelegt.

Grundsätzlich müssen die eingesetzten Materialien und Komponenten den erhöhten Anforderungen von Industrieanlagen genügen.

## 2. Raumklassifizierung

Entsprechend den Umgebungsbedingungen und den Anforderungen hinsichtlich Sicherheit und Korrosionsschutz werden folgende Einteilungen vorgenommen.

### 2.1. Aufteilung nach Bereichen

Bereich	Beschreibung
<b>T</b>	Trockene Räume
<b>N</b>	Normalbereich im Inneren des Gebäudes
<b>F</b>	Bereiche im Inneren des Gebäudes mit feuchter Atmosphäre und normalem Aus-senbereich
<b>S</b>	Spezialbereich mit feuchter und zum Teil aggressiver Atmosphäre Innen und Aus-sen
<b>SC</b>	Spezialbereich mit erhöhten Anforderungen Innen und Aussen (Chemikalienlager, Brüden, etc.)
<b>EX</b>	Explosionsgefährdeter Bereich

Alle zurzeit bestehenden Räume und Aufstellungsorte von ERZ sind entsprechend dieser Einteilung klassifiziert. Die Ausstattung der Systeme und der zu liefernden Komponenten muss den Anforderungen gemäss den technischen Ausführungsvorschriften entsprechen, die auf diese Einteilung Bezug nehmen.

Bei neu zu erstellenden Räumen oder Nutzungsänderungen von bestehenden Räumen wird die Neu-Klassifizierung von ERZ vorgenommen. Alle hierfür benötigten Daten und Informationen sind vom Unternehmer verbindlich anzugeben. Wird aufgrund unvollständiger oder falscher Angaben eine unzureichende Klassifizierung vorgenommen, trägt der Unternehmer alle mit der Nachrüstung verbundenen Kosten.

### **3. Spannungsebenen / Versorgungsnetze**

#### **3.1. Mittelspannung 11kV /22kV, 50 Hz**

Netzeinspeisung und Energiemessung, Mittelspannungsschaltanlagen und Eigenbedarfs-  
transformatoren, Generatoren und Blocktransformatoren.

#### **3.2. Niederspannung 400 / 230 V; 50 Hz / Normalnetz**

Versorgungsebene für elektrische Verbraucher wie Antriebe, Gleichrichter, Beleuchtung,  
Regelantriebe, Magnetventile.

#### **3.3. Niederspannung 400 / 230 V; 50 Hz (USV – Netz)**

Unterbrechungsfreie Stromversorgung für Verbraucher, die keine Spannungsunterbre-  
chung zulassen, wie Leittechnik, Notantriebe mit geringer Leistung, Schutz-, Melde- und  
Protokollier-Anlagen.

#### **3.4. Gleichspannung 24 V DC**

Versorgungsspannung für leittechnische Einrichtungen.

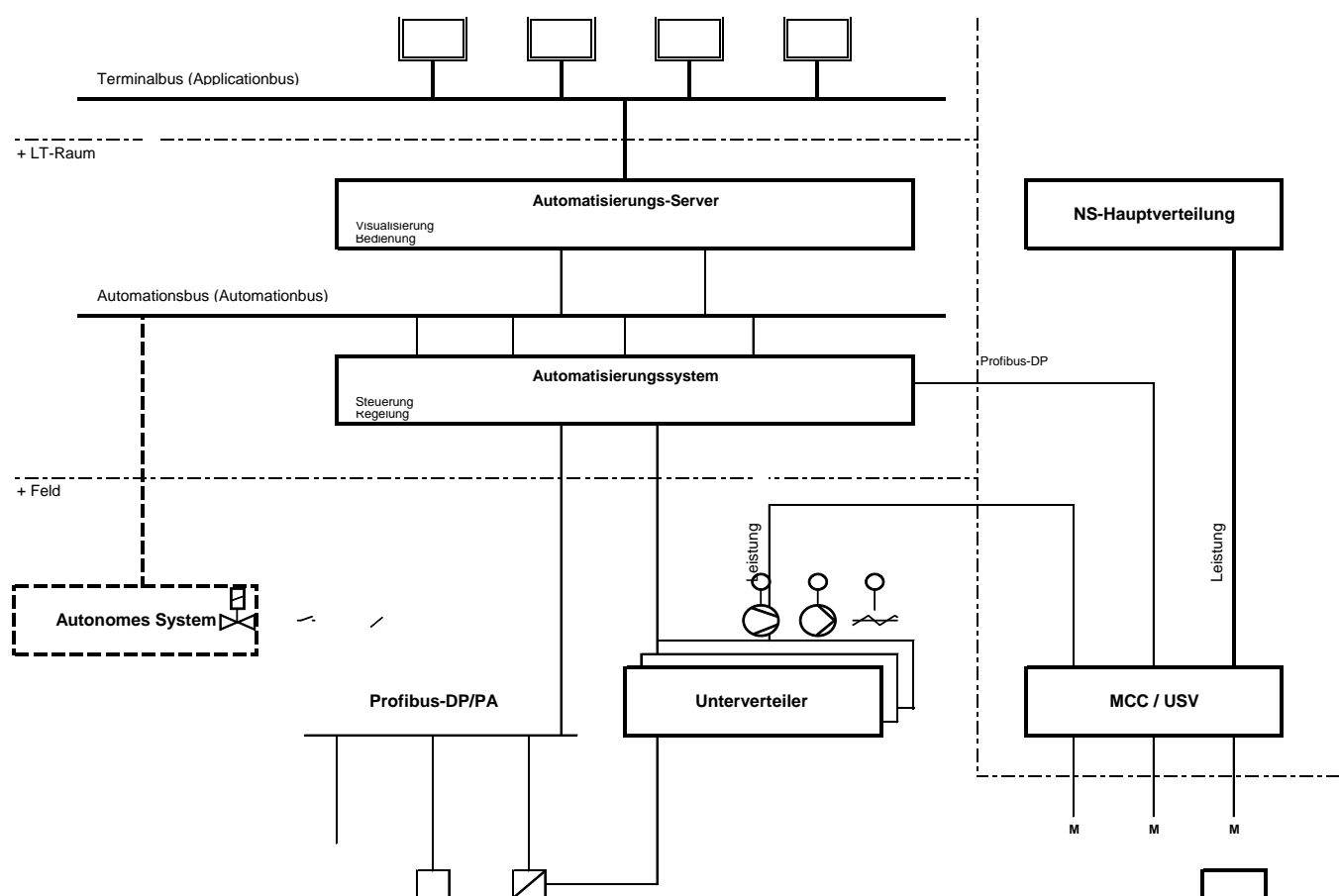
## 4. Zentrale Elektro- und Leittechnik der Verfahrenstechnik

### 4.1. Systemkonzept «Zentrale Elektro- und Leittechnik»

Das Systemkonzept «zentrale Elektro- und Leittechnik» basiert auf einem zentralen Prozessleitsystem und einer zentralen Leistungsverteilung (MCC). Bei Neubauten und Umbauten sind die jeweiligen Anlagenkonzepte einzuhalten.

Die Ausführungsvorschrift AV 5 «Leittechnik» legt die Vorgaben des innerhalb der verfahrenstechnischen Lose zu erbringenden Liefer- und Leistungsumfangs fest und definiert die innerhalb der «Entsorgung + Recycling Zürich»-Anlagen generell zur Anwendung kommenden leittechnischen Philosophien und Konzepte.

Die einzelnen Komponenten des Systemkonzepts «zentrale Elektro- und Leittechnik» sind nachstehend definiert und im Prinzipschema ersichtlich.



**Automatisierungssystem:**

Die Ausführungsvorschrift AV 5 «Leittechnik» beschreibt den Aufbau des Automatisierungssystems.

**Feldgeräte:**

In der Regel sind bei Neuanlagen im Werk Hagenholz Feldgeräte mit PROFIBUS-DP/PA einzusetzen. Die Busstränge sind entsprechend der verfahrenstechnischen Anlage / Bereiche aufzuteilen.

**Vor-Ort-Steuerstellen:**

Die zur lokalen Bedienung von Aggregaten oder autonomen Teilprozessen vor Ort angebrachten Steuerstellen sind mit der Leittechnik zu verbinden. Der Signalaustausch umfasst: Alarme, Betriebsmeldungen, Sollwerte und Freigaben. Das Signalmengengerüst ist in der Angebotsphase festzulegen.

**Motor Control Centers (MCC):**

Der Signalaustausch mit den Schaltanlagen (MCC) ist mit PROFIBUS-DP Geräten zu realisieren.

## 4.2. Sicherheitseinrichtungen

**Not-Aus-Taster:**

Sofern es der Personen- oder Anlageschutz erfordert, sind geeignete Not-Aus Einrichtungen vorzusehen. Sie bewirken eine Abschaltung (Überführung der betroffenen Anlagenteile in einen sicheren Zustand).

Bei Not-Aus Tastern ist immer das Ruhestromprinzip einzuhalten, die entsprechenden Vorschriften sind einzuhalten. Es dürfen nur zugelassene Komponenten eingesetzt werden.

Sofern notwendig ist eine Risikoanalyse durchzuführen. Das Ergebnis und die getroffenen Massnahmen sind zu dokumentieren.

**Sicherheitsschalter (Reparaturschalter):**

Bei allen Motorantrieben müssen gemäss den geltenden SUVA-Richtlinien vor Ort Sicherheitsschalter installiert werden. Der Schalter ist mit einem potentialfreien Umschaltkontakt für die Stellungsmeldung an die Leittechnik auszurüsten. Der Schalter muss in offener Stellung mit Vorhängeschlössern abschliessbar sein. Ab einer Leistung grösser 15 kW kann der Sicherheitsschalter auch im Steuerstromkreis installiert werden. In diesem Falle ist der «Aus – Zustand» Vorort zu signalisieren. Die einschlägigen Normen sind einzuhalten. Die geplante Ausführung ist mit der ERZ Projektleitung abzusprechen.

## 4.3. Schnittstellen / Signalübertragungen

**Schnittstellen**

MSR - Kreise (MSR Stellenpläne, Loop's) werden projektspezifisch definiert. Die Eigenschaften der Feldgeräte (Sensoren und Aktoren) sind vollständig zu dokumentieren und in der Messstellenliste einzutragen. Die Schnittstellen zur Leittechnik sind vorgängig in der I/O-Liste darzustellen.

Alle Geräte (Sensoren, Aktoren, Umformer usw.) sind anschlussfertig zu liefern bzw. zu montieren. Die für die zweckmässige Montage / Installation notwendigen Schutzgehäuse, Stecker, Stopfbuchsen usw. sind mitzuliefern.

### Signalübertragungen Messkreise

- ◆ PROFIBUS-DP/PA (alle Neuanlagen KHKW2)
- ◆ 2-Leiter und 4-Leiter Messumformer 4-20mA
- ◆ Haustechnik gemäss Ausschreibung

Die Festlegung erfolgt im Rahmen der Ausschreibung, sie ist vom Anlagebereich abhängig.

## 4.4. Niederspannungs-Schaltanlagen

Die zentralen Niederspannungs-Schaltanlagen lassen sich wie folgt gliedern:

### Niederspannungs-Hauptverteilung (Last Centers)

Die Anlagen müssen typengeprüft sein.

Die NS-Hauptverteilungen sind wie folgt aufzubauen:

- ◆ modularer Aufbau in Einschubtechnik
- ◆ Leistungsschalter komplett mit Schutzrelais, Messumformern und Multi-Anzeigedisplay
- ◆ Leistungsschalter mit Motorantrieb und Handantrieb
- ◆ Lastschalter
- ◆ Kommunikation: PROFIBUS- DP, Einzelsignale binär

### Niederspannungs-Unterverteilung (Motor - Control - Center)

Die NS-Unterverteilungen (Motor - Control - Center) sind vorgesehen für den Anschluss von Verbrauchern wie Motoren, Stellantrieben, Prozessheizungen sowie untergeordneten Verteilanlagen und autonomen Systemen.

Aus Platzgründen können allenfalls auch Kombinationen von Last Centers und Motor - Control - Centers eingesetzt werden.

Die MCC haben folgenden Aufbau:

- ◆ modularer Aufbau in Einschubtechnik
- ◆ Lastschalter als Eingangsfeld
- ◆ Ausrüstung der einzelnen Felder mit Standardeinschüben
- ◆ Einbaufächer mit steckbaren Leistungsschutzschaltern
- ◆ Einbaufächer mit steckbaren Motorschutzschaltern
- ◆ Alle Sammelschienen werden mit zeitverzögerten Unterspannungsrelais überwacht
- ◆ Kommunikation: PROFIBUS- DP

Es stehen folgende Standard-Einschubtypen zur Auswahl:

- |      |  |
|------|--|
| ◆ NS | normaler Starter für Motoren (Geradeausantriebe)     |
| ◆ RS | reversibler Starter für Stellantriebe                |
| ◆ HS | Heizungsstarter für gesteuerte Prozessheizungen      |
| ◆ LS | Lastschalter für Verteilanlagen und autonome Systeme |

Neben den genannten Standard-Einschubtypen stehen diverse Spezialeinschübe zur Verfügung. Das Fabrikat und der Aufbau der Einschübe unterscheiden sich je nach Standort der Anlage.



Jeder Einschub ist mit Schildern zu bezeichnen:

- ◆ Schild: KKS-Kennzeichnung des Abganges  
(E-Technik, Einbauort)
- ◆ Schild: KKS-Kennzeichnung und Benennung des Verbrauchers  
(Verfahrenstechnische Kennzeichnung)

Die Anlagen sind so auszurüsten, dass allfällige Nachbestückungen der Reserveplätze ohne Spannungsabschaltung vorgenommen werden können.

### **Untergeordnete Verteilanlagen und Kleinspannungsanlagen**

Neben den NS-Hauptverteilungen (Lastcenters und MCC's) sind folgende Verteilanlagen zu unterscheiden:

- ◆ 3x400/230 VAC Normalnetz Verteilanlagen
- ◆ 3x400/230 VAC USV- Netz Verteilanlagen
- ◆ 24-V-DC-Verteilanlagen (mit Gleichrichtern und Batterien)
- ◆ 48-V-DC-Verteilanlagen (mit Gleichrichtern und Batterien), nur noch Altanlagen

Geräte und Instrumente, die zur Betriebsführung und -Überwachung notwendig sind, müssen unterbrechungsfrei mit USV - Spannung 3x400/230 V oder 24 V DC versorgt werden.

Automatisierungssysteme, speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS), Leittechnik- und MSR-Schränke sowie alle Visualisierungssysteme müssen zwingend an eine sichere Stromversorgung angeschlossen werden. Bei 24 V DC Anschluss mit einer redundanten Einspeisung ab zwei DC Verteilungen (Entkopplung mit Dioden), bei 230VAC an eine USV Verteilung. Steckdosen für den Anschluss von PC's, Bildschirmen, Druckern, sind an die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) anzuschliessen. Es sind orangefarbige Steckdosen zu verwenden. Sofern möglich, sind die USV Steckdosen an verschiedenen Leistungsschutzschalten (Unterverteilern) anzuschliessen.

## 5. Autonome Systeme

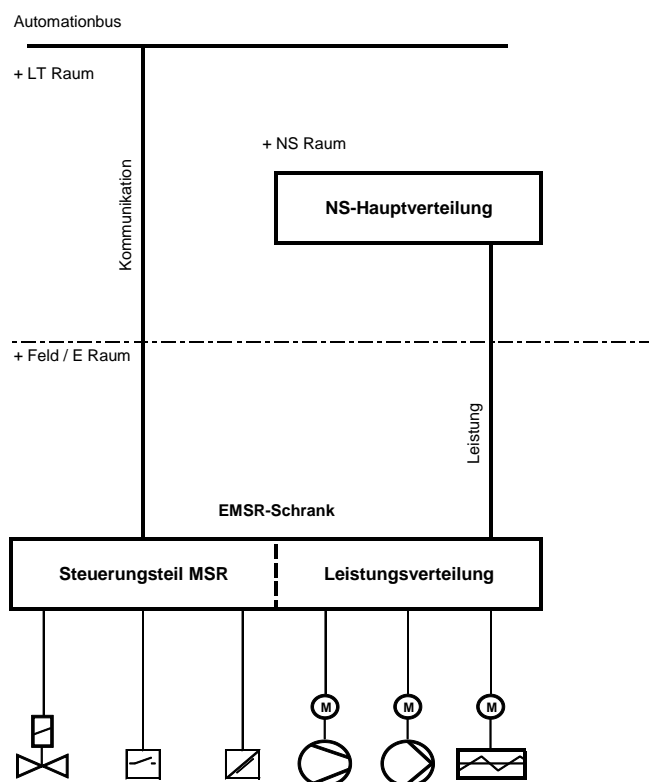
### 5.1. Definition der Autonomen Systeme

Der Einsatz von autonomen Systemen ist auf jeden Fall durch die Projektleitung genehmigen zu lassen. Bezüglich des Einsatzes der Systeme (in der verfahrenstechnischen- oder der haustechnischen Anlage) sind allenfalls andere Vorgaben und Anforderungen einzuhalten

Autonome Systeme sind als eigenständige «Black-Box-Systeme» zu betrachten. Autonome Systeme beinhalten weitgehend in sich geschlossene Funktionen mit eigener Steuerung und Energieversorgung. Dazu gehört die gesamte Systemtechnik von der Feldebene bis zum Steuerschrank. Jedes autonome System muss unabhängig vom Zustand der übergeordneten Systeme jederzeit unabhängig funktionieren.

Jedes autonome System beinhaltet einen kompletten Leistungs- und Steuerschrank zur Steuerung, Regelung und Leistungsversorgung der peripheren MSR - Komponenten und Antriebe.

Die einzelnen Komponenten des Systemkonzeptes ‚autonome Systeme‘ sind im folgenden Prinzipschema ersichtlich:



## 5.2. EMSR – Schränke (Verfahren und Haustechnik)

### Allgemeine Festlegungen:

- a. Schaltgerätekombinationen müssen nach den gültigen EN-Normen (EN) gebaut und geprüft werden. Für alle EMSR - Schränke muss unaufgefordert die Herstellererklärung (Konformitätserklärung) und die Prüfbescheinigung vorgelegt werden.
- b. Die EMSR - Schränke sind nach Möglichkeit in Leistungs- und Steuerfelder zu trennen. Ansonsten ist der Steuer - Leistungsteil innerhalb des Schrankes zu separieren.
- c. Geräte müssen von vorne zugänglich und ohne Demontage anderer Geräte ausgebaut werden können.
- d. Der seitliche Einbau von Geräten in den Schaltschränken ist nicht gestattet.
- e. Die Kabel (von extern kommend) sind grundsätzlich auf Klemmen zu führen. Kabel mit einem Querschnitt  $> 50 \text{ mm}^2$  dürfen direkt an das jeweilige Gerät (z.B. Leistungsschalter) angeschlossen werden.
- f. Das Lösen von Nulleitern muss ohne Unterbruch der nicht betroffenen Geräte erfolgen können (Doppelendhülsen, Stützpunktklemmen usw. verwenden).
- g. Für den Anschluss von Speisungen sind Potentialverteilstücke zu verwenden.

### Schranksaufbau mechanisch:

- a. Die Aufteilung in einzelne Felder sowie die Anordnung der Apparate innerhalb der verschiedenen Felder soll so weit wie möglich die verfahrenstechnische Struktur der Anlage wiedergeben.
- b. In Elektroräumen können Schränke in Schutzart IP 41 aufgestellt werden, für alle übrigen Anwendungen gilt minimal Schutzart IP 54. Für spezielle Anwendungen und Standorte können höhere Schutzarten erforderlich sein.
- c. Die Schaltschränke sind so zu belüften, dass durch die eingebauten Geräte keine unzulässige Erwärmung entstehen kann, welche andere Geräte in ihrer Funktionstüchtigkeit resp. Lebensdauer beeinträchtigt. Zur Vermeidung von Feuchtigkeit in den Schränken sind geeignete Massnahmen zu treffen. Schaltschränke im Freien sind mit selbstregulierenden Heizungen auszurüsten.
- d. Die Kontrolle und Wartung von Geräten im Innern von Schaltschränken müssen ohne Demontagearbeiten (z.B. Abdeckungen) möglich sein. Dies gilt auch für die Störungsquittierung und für Rückstellung von Geräten.
- e. Die Schrankschlösser sind mit Doppelbart auszurüsten.
- f. Apparatekästen sind mit Deckel und nicht verlierbaren Verschraubungen auszurüsten.
- g. Jeder EMSR - Schrank ist mit einem Typenschild (mit Anschlusswerten) und einer Schemahalterung zu versehen. Die notwendigen Schaltungsunterlagen (Sicherungslisten, Bedien- und Einstelldokumente) sind im Schrank zu hinterlegen.

**Schrankaufbau elektrisch:**

- a. Jeder EMSR - Schrank ist mit einer PE-, einer N- und einer Schirm-Schiene zu versehen.
- b. Die Schaltschränke sollen nach Inbetriebnahme einen ausbaubaren Reserveplatz für Geräte, Kabelkanäle und für Klemmen von mindestens 20 % aufweisen.
- c. In allen EMSR - Schränken ist eine Servicesteckdose mit FI - Schutz einzubauen.
- d. Alle Schaltschränke (auch in Elektroräumen) sind mit einer Innenbeleuchtung auszurüsten.
- e. Für die Bildung der Steuerspannung (aus 400V-Drehstrom) ist immer ein 400/230 V-Transformator zu verwenden. Sekundärseitig ist ein Pol an Erde zu legen.
- f. Kanäle und sonstiges Zubehör müssen halogenfrei und flammwidrig sein. Jedes Schrankfeld enthält eine Legende mit den Auslöseelementen (Leistungsschutzschaltern, Motorschutzschalter usw.) und allen Einstellwerten.

**Leistungsfelder:**

- a. Die Stromschienen sind in allen Feldern zu bezeichnen.
- b. Der Eingangslastschalter muss von der Schrankfront aus bedient werden können. Die Fronttür muss auch bei geschlossenem Schalter geöffnet werden können. Der Eingangslastschalter ist mit Rückmeldekontakten auszurüsten.
- c. Die Absicherungen der einzelnen Stromkreise sind selektiv auszuführen, so dass bei Kurzschluss oder Überlast nicht mehr Geräte als notwendig von der Versorgungsspannung getrennt werden.
- d. Die Leistungsabgänge (z.B. Motoren) sind gegen Überstrom zu schützen. Die verwendeten Schütze müssen eine Stufe grösser als der Wert des Verbrauchers sein.
- e. Die Leistungsabgänge (z.B. Motoren) sind mit Hilfskontakten für die Rückmeldung auszurüsten.
- f. Die Schränke sind grundsätzlich ohne Schmelzsicherungen aufzubauen.
- g. Alle Leistungsschutzschalter sind mit Hilfskontakten für die Rückmeldung auszurüsten.
- h. Leistungsschutzschalter bei Verteilungen müssen steckbar sein. Das nachträgliche Einbauen von zusätzlichen Sicherungsautomaten muss ohne Spannungsabschaltung ausgeführt werden können.
- i. Bei Stromkreisen mit Neutralleitern müssen die Sicherungsautomaten mit Neutralleitertrennern ausgerüstet werden.

**5.3. Verdrahtung****Querschnitte:**

Hauptströme	min.	1,5 mm <sup>2</sup>	flexibel
	max.	95 mm <sup>2</sup>	flexibel
	über	95 mm <sup>2</sup>	CU – Schienen oder hochflexible Litzen
Steuerstromkreise	min.	1,0 mm <sup>2</sup>	flexibel
Steuerstromkreise 24V	min.	0,75 mm <sup>2</sup>	flexibel
Mess- und Regelkreise	min.	0,75 mm <sup>2</sup>	flexibel

Bei Anschlüssen von flexiblen Litzen sind entweder Pressaderhülsen oder Kabelschuhe zu verwenden. Ausnahmen (z.B. bei Federzugklemmen) gemäss Herstellervorschriften.

Für vorkonfektionierte Systemkabel kann die Projektleitung eine Ausnahmegewilligung erteilen.

#### Isolation:

Die Verdrahtung muss halogenfrei und flammwidrig (ohne Brandvorteilung) sein. Der Funktionserhalt im Brandfall wird in der Ausschreibung beziehungsweise in Absprache mit der Projektleitung festgelegt.

#### Drahtfarben:

	Kennzeichnung	Farbe
LEISTUNGSTEIL:		
Aussenleiter / Polleiter	L1, L2, L3	schwarz
Neutralleiter	N	blau
kombinierter Schutz- und Neutralleiter	PEN	grün/gelb, Enden hellblau
Schutzleiter	PE	grün/gelb
MSR-TEIL:		
230-V-AC-Polleiter	L	grau oder schwarz/weiss
230-V-Neutralleiter	N	grau
24-V-AC	L1, L2	violett, braun (nur bei Haustechnikanlagen)
24-V-DC	L+	rosa
	L-	weiss/blau
Messungen		grün
Potentialfreie Leiter (Fremdspannung)		orange

## 5.4. Bedienung und Anzeige

#### Farben von Tasten und Signallampen:

NOT-AUS	- Taster	Pilzknopf rot, gelb unterlegt (ohne Schlüssel, rastend)
EIN	- Taster	grün
AUS	- Taster	rot
Lampenkontrolle	- Taster	weiss
Quittier- / Rückstell	- Taster	blau
Betriebsmeldungen		grün
Alarm- und Störmeldung		rot
Vorwarnungen, Erinnerungen		gelb
Status- und Informationsmeldungen		weiss

Hauptschalter ohne Not-Aus-Funktion	Schaltergriff schwarz, 3-fach abschliessbar
Hauptschalter mit Not-Aus-Funktion	Schaltergriff rot, gelb hinterlegt, 3-fach abschliessbar

Für Blindschaltbilder gelten spezielle Festlegungen bezüglich der Farben.

Für die Signalisierung sind LED Leuchtmittel zu verwenden.

Bei Verwendung von Glühlampen (Ausnahmen) ist eine Lampenkontrolle notwendig.

## 5.5. Störeinflüsse

- a. Oberschwingungen, die von Betriebsmitteln der Leistungselektronik (z. B. drehzahlveränderbare Antriebe, Stromrichter etc.) verursacht werden, sind durch geeignete Massnahmen zu begrenzen.
- b. Der Einsatz von Oberschwingungserzeugenden Geräten ist genehmigungspflichtig. Dem Genehmigungsantrag sind die technisch relevanten Daten der entsprechenden Geräte beizulegen. Auf Verlangen hin hat der Lieferant eine Oberwellenberechnung zu erstellen. In diesem Zusammenhang sind die aktuell geltenden Vorschriften und Empfehlung des VSE (Empfehlung für die Beurteilung von Netzurückwirkungen) einzuhalten.
- c. Sind Einflüsse aus dem vorhandenen Netz auf Steuerungen möglich, so sind letztere ausreichend zu schützen.
- d. Mess- und Regelanlagen, elektronische Geräte usw. müssen gegen Störeinflüsse von Funkanlagen geschützt sein, ebenso dürfen solche Geräte keine Störungen in den Funkanlagen, in den Betriebs-, Funk- und Fernsehanlagen und in den EW - Rundsteuerungsanlagen verursachen. Die EMV - Vorschriften sind einzuhalten.
- e. Über die Notwendigkeit von abgeschirmten Kabeln, speziellen Anordnungen und Standorten von Geräten, spez. Anschlusskasten usw. hat der Lieferant des Gerätes/Motor die Projektleitung rechtzeitig zu orientieren.
- f. EMV-Massnahmen sind gemäss den Herstellerangaben einzuhalten.

## 6. Installationen

### 6.1. Allgemeines

- a. Bedienungsorgane, wie Not-Aus-Taster, Sicherheitsschalter, Instrumentierungen usw. müssen so angebracht werden, dass sie leicht und ohne Hilfsmittel erreichbar und ablesbar sind.
- b. Typenschilder müssen deutlich sichtbar und ablesbar angeordnet sein.
- c. Grundsätzlich werden alle Installationen auf Putz (AP) geführt.
- d. Sämtliche Installationen müssen demontierbar ausgeführt werden.
- e. Apparateanschlüsse sind mit genügend grossen, mit Kabelbindern gebundene Kabelschlaufen auszubilden.
- f. Die Kabelbinder sind den externen Bedingungen (z.B. chemiebeständig) entsprechend einzusetzen. Im Aussenbereich müssen UV - beständige Kabelbinder verwendet werden.
- g. Die gemäss den aktuell gültigen Vorschriften notwendigen Prüfungen sind unaufgefordert durchzuführen und zu dokumentieren (SINA usw.).
- h. Installierte Netzwerke und Bussysteme sind auszumessen und zu prüfen. Die Resultate sind übersichtlich zu dokumentieren (gilt für alle Datenverbindungen Cu und Glas).

### 6.2. Kabeltragsysteme

- a. Die Verlegung der Kabel erfolgt auf den Hauptkabelwegen auf Kabeltragsystemen wie Pritschen, Leitern, Kabelkanälen. Einzelne Kabel können über kurze Strecken in Kabelschutzrohre verlegt werden. Grundsätzlich sind Kabeltragsysteme robust auszuführen, die Kabel sind fachgerecht zu verlegen.
- b. Kabelkanäle sind mit mindestens 30% Reserve, Deckenstützen mit 100% Reserve zu dimensionieren.
- c. Ist eine horizontale Kanalführung frei im Raum unumgänglich, so ist auf dem obersten Kanal eine Abdeckung zu montieren, falls die Gefahr einer Verschmutzung besteht.
- d. Im Freien muss die Abdeckung gegen Abheben gesichert werden. Das Material der Abdeckung hat demjenigen des Kabelkanals zu entsprechen.
- e. Kanäle dürfen nicht an Isolationsverblechungen oder an Fassaden-Verkleidungsbleche montiert werden.
- f. Befestigungen an Stahlträgern sind mit Klemmgarnituren zu montieren.
- g. Der Korrosionsschutz muss jederzeit gewährleistet sein.
- h. Die Montage auf Stahlkonstruktionen hat mittels selbstschneidender Schrauben in Chromnickelstahl 1.4301 zu erfolgen (nur wenn keine anderen geeigneten Befestigungsmöglichkeiten bestehen). Befestigungen dürfen nicht geschossen werden.
- i. Stützen und Träger für Kabelkanäle in leichter Ausführung sind nicht erlaubt.
- j. Innerhalb der Kabelkanäle sind die Kabel zu ordnen und mit Kabelbinder zu befestigen, bei vertikalen Trassen alle 40 cm.
- k. Kleine Kabel können gebündelt mit Kabelbindern befestigt werden.

### 6.3. Kabelschutzrohre

- a. Grundsätzlich müssen Rohrintallationen so ausgeführt sein, dass Unterhalt und Wartung der angeschlossenen Aggregate/Geräte ohne jegliche Demontage möglich ist.
- b. Kabelschutzrohre werden allgemein ohne Bogen und T-Stücke verlegt; gebogene Rohre sind nur bei Anschlüssen von Anlageteile erforderlich, die grössere Distanzen von Wand, Decke oder Kabeltrasse aufweisen.
- c. Die Rohre sind immer distanziert zu montieren. Auf gute Reinigungsmöglichkeit ist zu achten. Rohre dürfen nicht an andere Leitungen oder an Isolationsverblechungen oder an Verkleidungsbleche der Fassaden montiert werden.
- d. In trockenen Räumen sind feuerverzinkte Panzerrohre mit Endmuffen zu verwenden.
- e. In den Bereichen F, S und SC sind mechanisch stabile und korrosionsbeständige Materialien wie zum Beispiel rostfreie Stahlrohre oder allenfalls Hart-Kunststoffrohre zu verwenden (ist immer vorgängig mit der Projektleitung festzulegen).
- f. Bei Installation in Bereichen mit Sonneneinstrahlung oder bei Umgebungstemperaturen über 40°C sind spezielle Massnahmen bezüglich UV Schutz und Temperaturbeständigkeit zu treffen.
- g. Für Befestigungen sind Materialien einzusetzen, die für die jeweilige Umgebung geeignet sind.

### 6.4. Verkabelung

- a. Die Verkabelung ist mit geprüften Kabeln auszuführen. Der Mindestquerschnitt bei Leistungskabeln beträgt 1,5 mm<sup>2</sup>.
- b. Die Verlegung von MSR - Kabeln hat wegen möglicher elektromagnetischer Einstreuung/Störungen räumlich getrennt von Leistungs- und Hochspannungskabeln zu erfolgen. Ist dies ausnahmsweise nicht möglich, so sind andere, gleichwertige Gegenmassnahmen mit der Projektleitung abzusprechen.
- c. MSR und LT Kabel für Stromkreise mit Spannungen  $\leq 50$  V sind getrennt von denen mit Spannungen  $> 50$  V zu verlegen. Bei abgeschirmten MSR - Kabeln wird ein Abstand von 30cm für ausreichend erachtet. Sind zwischen beiden Kabelträgern noch zusätzliche Abschirmmassnahmen vorhanden (z. B. geerdete Blechabdeckungen), so kann der Abstand bis auf 10cm verringert werden.
- d. Im Normalfall genügt in einem Kabelträgersystem die getrennte Verlegung auf unterschiedlichen Ebenen.
- e. In Kabelkanälen und auf Kabelpritschen sind die Kabel geordnet und mit einem Minimum an Kreuzungen zu verlegen.
- f. Bei Kabeln von redundanten Systemen ist projektspezifisch zu prüfen, inwieweit eine getrennte räumliche Verlegung sinnvoll und möglich ist.
- g. Alle MSR und LT Kabel (Sammel- und Stickleitungen) müssen geschirmt sein.
- h. Die Kabelschirme sind an die Schirmschienen anzuschliessen und nur über diese zu erden. Andere Erdverbindungen sind zu vermeiden. Bei Automatisierungssystemen mit Bussystemen sind die spezifischen Hersteller- und Ausführungsvorschriften einzuhalten.
- i. Für alle Kabel und Leitungen sind flammwidrige und halogenfreie Mantel- und Isolationsstoffe vorzusehen, sie müssen günstige Brandeigenschaften aufweisen (halogenfrei, geringe Rauchentwicklung, keine Brandfortleitung). Unter extremen Umgebungsbedingungen (chemische Beständigkeit) können Teflon-Isolier- und -Mantelstoffe notwendig werden. Diese Anforderungen gelten ebenso für Spezialkabel (z.B. Buskabel, Koaxialkabel, Ausgleichsleitungen etc.).



- j. Alle Kabel müssen für einen breiten Temperatureinsatzbereich ausgelegt sein.
- k. Sind geprüfte Kabel für spezielle Anwendungen (Messungen, Regelungen, Computer usw.) nicht erhältlich, ist die Verwendung anderer von der Projektleitung genehmigen zu lassen.
- l. Lichtwellenleiterkabel (LWL) müssen stets in separaten Schutzrohren oder auf speziell dafür vorgesehenen Trassen verlegt werden.

## **6.5. Geräte-Anschlüsse**

Die Kabelverlegung zu den Feldgeräten wie Messinstrumente oder Antriebe erfolgt je nach Häufigkeit und den örtlichen Gegebenheiten in:

- ◆ Verzinkten Stahlpanzerrohren mit Kunststoffendtüllen, mit offenen Bögen verlegt (gegebenenfalls mit geschlossenen Bögen).
- ◆ Kabelschutzrohren aus hochtemperaturbeständigem, flammwidrigem und halogenfreiem Kunststoff in Kombination mit hochflexiblen Schutzschläuchen.
- ◆ Lochblechen, (Gitter-)Kabelrinnen, Kabelkanälen mit Abdeckungen in korrosionsfester Ausführung (Epoxydharzbeschichtung).

## **6.6. Zwischenverteiler, Unterverteiler**

Wo notwendig oder sinnvoll sind Zwischenverteiler wie Unterverteiler, I/O und Feldbus-Schränke und Rangierverteiler einzusetzen. Die Anzahl und Positionierung der Unterverteiler ist im Rahmen der Projektierung festzulegen und zu dokumentieren.

Unterverteiler mit Spannungen >50V sind mit einer PE-Schiene auszurüsten.

## 7. Schutzmassnahmen

### 7.1. Erdung

#### Innenraumerdung:

Innerhalb der Gebäude sind in Mittelspannungs-, Niederspannungs- und Leittechnikräumen Erdungssammelleitungen, 30 x 4mm, zu verlegen. Diese Leitungen sind in einer Höhe von ca. 40cm ab Fussboden auf Putz gedübelt zu verlegen und mindestens zweimal mit dem Fundament allenfalls mit dem Ringerder des Gebäudes zu verbinden.

#### Erdung von Kabelpritschen:

Pritschen für Hochspannungskabel sind leitend zu verbinden. Auf diesen Pritschen wird eine Erdungsleitung, 30x4mm Cu, aufgelegt. Die Erdungsleitung ist an jede Kabelpritsche anzuschliessen und an beiden Enden mit Erdungssammelleitungen zu verbinden.

Pritschen für Niederspannungskabel sind leitend zu verbinden und zweimal mit den Erdungssammelleitungen mit 50mm<sup>2</sup> Rundkupfer zu verbinden.

#### Erdung der EMSR und LT-Schränke:

EMSR - Schränke sind mit durchgehenden Erdungsschienen, die mit dem Eisengerüst der Schränke verbunden sind, auszurüsten. Die Erdungsschienen einer Schrankreihe sind miteinander zu verbinden und an beiden Enden mit 50mm<sup>2</sup> Cu an die Innenraumerdung anzuschliessen.

#### Erdung der 400/230-V-NS-Verteilschränke:

Es sind die gleichen Massnahmen wie für EMSR - Schränke anzuwenden.

### 7.2. Schutz gegen Überspannung

Überspannungen und Störspannungen auf Stromversorgungs- und Datenleitungen, verursacht durch Schaltgeräte (Relais, Schütze), atmosphärische Entladungen (Blitze), Zündanlagen, Schweissgeräte, Funkanlagen usw., müssen auf unschädliche Werte begrenzt werden. Nach diesen kurzzeitigen, begrenzten Störungen soll der Normalbetrieb ungestört weitergehen.

Maximale Restspannung gegen Erde: 400 V.

Gegebenenfalls kann ein Feinschutz erforderlich werden. Die zulässige Grenzspannung ist auf den jeweiligen Anwendungsfall des zu schützenden Gerätes auszulegen.

### 7.3. Potenzialausgleich

- a. Alle gleichzeitig berührbaren fremden, leitfähigen Teile wie metallene Rohrleitungen, metallene Träger, Metallwände, Feuerlöschleitungen oder Sprinkleranlagen müssen auch in den Potentialausgleich einbezogen werden.
- b. Neben dem zentralen Haupt - Potentialausgleich kann ein zusätzlicher Potentialausgleich (örtlicher Potentialausgleich) nötig werden (bei Ex-Anlagen, EMV, Verhinderung von statischen Aufladungen).

### 7.4. Abschirmung

- a. Kabel mit mehrdrahtigen Litzenadern oder eindrahtigen Massivadern sind mit einem statischen Schirm zu versehen. Dieser ist je nach Anwendungsfall (mechanische Festigkeit, Flexibilität) und Schutzmassnahme als Cu-Drahtgeflecht oder Alufolie mit Beidraht auszuführen.

- b. Bei speziellen Datenleitungen oder Messgebern sind erhöhte Ansprüche zu berücksichtigen. Die Installationshinweise des Herstellers sind einzuhalten.
- c. Das Schirmsystem der Kabel ist sternförmig aufzubauen.
- d. Für die Abschirmung und Erdung der zentralen MSR - Anlagen ist in einem separaten Schrankfeld ein zentraler Erdungspunkt «ZEP» mit einer Schirmschiene A und einer Erdungsschiene M bereitzustellen.
- e. Für den Anschluss von Motoren an Frequenzumformer sind entsprechende Spezialkabel zu verwenden (gemäss den Vorschriften und Empfehlungen der Hersteller). Dasselbe gilt für die Ausbildung der Kabelverschraubungen am FU wie auch am Motorenanschlusskasten.