

Technische Liefervorschrift

E07 – Elektrische Anlagen und Steuerungen



Dieser Standard regelt die Anforderungsbestimmungen für die Dokumentation und die allgemeinen Vorschriften bei der Lieferung von Anlagen.

Änderungsstand:

Diese Liefervorschrift E07 ersetzt alle vorhergehenden Vorschriften.

Version:	Seite/n:	Beschreibung der Änderung:	Datum:
E01	komplett	Erstellt	01.03.2005
E02	komplett	Überarbeitet	01.05.2010
E03	komplett	Überarbeitet	24.01.2013
E04	komplett	Überarbeitet	05.12.2016
E05	7, 9, 14, 16, 17	Überarbeitet	24.01.2018
E06	komplett	Überarbeitet	28.02.2024
E07	18	Überarbeitet	10.12.2025

Verantwortung:	Hirschmann Automotive
Abteilung:	T_TPM

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemein	6
1.1	Geltungsbereich	6
1.2	Abweichungen.....	6
1.3	Vorschriften/Normen	6
2	Energieversorgung	7
2.1	Betriebsnetzspannung.....	7
2.2	Netzanschluss.....	7
2.3	Verbindungsschnittstellen	7
2.4	Absicherung	7
2.5	Hauptschalter	7
2.6	Versorgungsspannung	8
2.7	Störungen	8
2.8	Stecker Netzteil	8
3	Schaltschrank und Schaltgeräte	8
3.1	Ausrüstung	8
3.2	Größe, Anordnung und Ausführung Schaltschrank	9
3.3	Platzreserve	9
3.4	Platzaufteilung.....	9
3.5	Berührungssichere Betriebsmittel.....	9
3.6	Betriebsmittelzugänglichkeit Bediener	10
3.7	Montageplatte	10
3.8	Schaltschrank/Maschinenbeleuchtung und Servicesteckdose.....	10
3.9	Schaltschrankkühlung	10
3.10	Typenschild	10
4	Installation.....	11
4.1	Potenzialausgleich/Abschirmung.....	11
4.2	Schutzerdung und Schutzpotenzialausgleich	11
4.3	Absicherung Steckvorrichtungen	11
4.4	Drehstrom Steckvorrichtungen	11
4.5	Steuerspannung.....	11



4.6	Steuerstromkreiserdung	12
4.7	Ventile	12
4.8	Metallverschraubungen	12
4.9	Sicherheitseinrichtungen	12
4.9.1	Schutzverriegelung/Schutztüren	12
4.9.2	NOT-Halt/Fehlerfall	12
5	Betriebsmittel	13
5.1	Betriebsmittel allgemein	13
5.1.1	Überlast und Kurzschlusschutz	13
5.1.2	Bauformen und Ausführungen	13
5.1.3	Zugänglichkeit	13
5.1.4	Kennzeichnung	13
5.1.5	Kennzeichnung außerhalb des Schaltschranks	14
5.1.6	Betriebsmittelkennzeichnung	14
5.1.7	Rundtischantrieb	14
5.1.8	Betrieb Drehstrommotoren	14
5.1.9	Schütze und Relais	14
5.1.10	Absicherung	15
5.2	Steuerungen	15
5.2.1	E/A-Ebene	15
5.2.2	Pufferbatterie	15
5.2.3	Steuerungen	15
5.2.4	SPS-Programme	15
5.2.5	Stillstand	15
5.2.6	Betriebsmittel Störrückmeldungen	16
5.2.7	Einrichtbetrieb	16
5.2.8	Datensicherung	16
5.2.9	Sprachen	16
5.3	Befehls- und Meldegeräte	17
5.3.1	Allgemein	17
5.3.2	Zustands- und Fehleranzeige	17
5.3.3	Unterscheidung	17
5.3.4	Bedienelemente	17
5.3.5	Lampentest	18



5.3.6	Leuchtanzeigen.....	18
5.4	Sensoren.....	18
5.4.1	Allgemein	18
5.4.2	Schaltzustand	18
5.4.3	Bewegte Leitungen	18
5.4.4	Lichtleiterverstärker	18
5.4.5	Reed-Kontakte	19
5.4.6	Endschalter	19
5.4.7	Zylinder	19
5.4.8	Analoge Sensoren.....	19
5.4.9	Optische Prüfsysteme	19
5.4.10	PC-Einsatz	20
5.4.11	Komponentenlieferanten	20
6	Verdrahtung und Verkabelung.....	21
6.1	Allgemein	21
6.2	Ausrichtung der Leitungen.....	22
6.3	T-Verteiler und Y-Verteiler.....	22
6.4	Vernetzung.....	22
6.5	Klemmen.....	22
6.6	Verdrahtung innerhalb von Gehäusen.....	22
6.7	Verdrahtung außerhalb von Gehäusen.....	23
6.7.1	Kabeleinführung.....	23
6.7.2	Steckverbindungen	23
6.8	Flexible Leitungen	23
6.9	Bewegte Leitungen	23
6.10	Kabelbezeichnung	24
6.11	Leiterfarben	24
7	Sonstiges	24
7.1	ESD	24

1 Allgemein

1.1 Geltungsbereich

Diese Hirschmann Automotive Werksnorm legt die Liefervorschrift für elektrotechnische Ausrüstungen von Maschinen, Anlagen und Fertigungseinrichtungen fest.

1.2 Abweichungen

Abweichungen von dieser Liefervorschrift, die dem Hersteller notwendig oder zweckmäßig erscheinen, bedürfen einer schriftlichen Genehmigung durch Hirschmann Automotive.

1.3 Vorschriften/Normen

Auch wenn diese technische Liefervorschrift nicht im Einzelnen darauf hinweist, hat der Auftragnehmer die volle Verantwortung dafür, dass über die in dieser technischen Liefervorschrift genannten Anforderungen hinaus alle für seine Leistung anwendbaren Anforderungen, die sich aus Vorschriften (z. B. EG-Richtlinien, Verordnungen und sonstigen geltenden Gesetzen) sowie aus Normen und allgemein anerkannten Regeln der Technik ergeben, eingehalten werden.

Soweit also in dieser technischen Liefervorschrift auf Vorschriften, Normen und Regeln der Technik hingewiesen wird, hat der Auftragnehmer selbstständig zu prüfen, ob diese für seine Leistung einschlägig sind und ob noch weitere Vorschriften, Normen und Regeln einzuhalten sind.

Im Zweifelsfall wird der Auftragnehmer sich unverzüglich mit dem Auftraggeber in Verbindung setzen.

Außerdem wird der Auftragnehmer den Auftraggeber unverzüglich darauf hinweisen, wenn der Auftragnehmer aufgrund seiner Sachkunde erkennt oder erkennen kann, dass die vom Auftragnehmer zu erbringende Leistung für den vorgesehenen Einsatzzweck nicht oder nur eingeschränkt tauglich ist.

2 Energieversorgung

2.1 Betriebsnetzspannung

Standardmäßige Betriebsnetzspannung ist 230/400 V 50 Hz (+/-10 %) im TN-C-S System.

Des Weiteren können unterschiedliche Einspeisungskonzepte bestehen (z. B. Aufstellungsort, Mexico 230/400 V 60 Hz (+/-10 %)) diese müssen vorab abgeklärt werden.

2.2 Netzanschluss

Für den Netzanschluss bis 240 mm² müssen Reihenklemmen vorgesehen werden. Auf Rechtsdrehfeld ist zu achten. Der Potentialausgleich muss an einer zentralen Stelle zusammengeführt werden.

Grundsätzlich ist ein 5-Leiteranschluss (TN-S-Netz) vorzusehen. Eine Verbindung zwischen N und PE in der Maschine/maschinellen Anlage ist nicht zulässig. Alle Klemmen müssen mit L1, L2, L3, N und PE gekennzeichnet sein. Außenleiterklemmen und N-Leiterklemmen müssen als unter Spannung stehend gekennzeichnet sein (Abdeckung, Warnung vor elektrischer Spannung).

2.3 Verbindungsschnittstellen

Die Schnittstelle von Peripheriegeräten zu Maschine/maschinellen Anlage ist vorab mit dem Auftraggeber abzuklären.

2.4 Absicherung

Der zu erwartende Stromverbrauch und die Leistungen der Maschine sind spätestens 3 Wochen vor Auslieferung der Anlage Hirschmann Automotive mitzuteilen.

2.5 Hauptschalter

Jede Maschine/maschinelle Anlage muss mit einem mechanisch betätigten, abschließbaren Hauptschalter ausgerüstet sein.

Türkupplungen sind nicht zugelassen bzw. die Schaltknebel müssen mit dem Schaltelement fest verbunden sein. In „AUS-Stellung“ muss der Hauptschalter abschließbar sein.

Der Schalter muss rot mit gelbem Untergrund sein, wenn dieser eine NOT-HALT-Funktion übernimmt.

Der Schaltschrank muss sich bei jeder Stellung des Hauptschalters (AUS/EIN) öffnen lassen.

2.6 Versorgungsspannung

Nach Ausfall und Wiederherstellung der Versorgungsspannung muss ein automatischer Start der Steuerung erfolgen, sodass alle Konfigurationsparameter ohne Bedienereingriff selbsttätig wieder aufgebaut werden, ohne einen Start der Maschine/maschinellen Anlage (Bearbeitung/Bewegung) auszulösen. Ein Ausfall der Versorgungsspannung darf nicht zu Datenverlust führen. Wird zur Datenhaltung ein Akku oder eine Batterie verwendet, ist dessen/deren Spannung zu überwachen und zu visualisieren.

2.7 Störungen

Nach Spannungseinbrüchen und -ausfällen sowie nach Anlagenstörungen muss das Programm ordnungsgemäß wieder aufgenommen werden können. Mit dem HMI muss das Produktionsmittel einen Zyklus weiter oder in Grundstellung gefahren werden können.

2.8 Stecker Netzteil

Zur Versorgung der Grundmaschine sind Stecker Netzteile nicht zulässig.

3 Schaltschrank und Schaltgeräte

3.1 Ausrüstung

Innerhalb einer Maschine/maschinellen Anlage ist die jeweils gleiche Ausrüstung einzusetzen, d. h., es dürfen keine Bauteile und/oder Baugruppen gleicher Funktion von verschiedenen Herstellern eingesetzt werden.

Es dürfen nur Bauteile, Baugruppen, Geräte und Prozessstoffe gemäß den Freigabelisten des Auftraggebers verwendet werden. Diese dürfen nur im Originalzustand eingebaut werden. Unzulässig sind z. B. das Aufbohren von Befestigungslöchern, das Entfernen von Gehäuseteilen, das Ändern von Wellenenden und die Modifikation von Schaltungen. Die Aufbau- und Installationsvorschriften der Geräte- und Systemhersteller müssen eingehalten werden. Prüfpflichtige Bauteile, Baugruppen und Geräte müssen dem Auftraggeber genannt und in der Anlagenübersichtsliste aufgeführt werden. Prüfzeiten müssen mit dem Auftraggeber abgesprochen werden (z. B. die Prüfung von Druckbehältern, Kraftsensoren etc.). Alle Betriebsmittel sind vom Auftragnehmer so zu wählen bzw. zu gestalten, dass sie ohne besondere Vorkehrungen an die gegebenen örtlichen Netze, trotz eventuell vorkommender Spannungsschwankungen und Störimpulse, angeschlossen werden können und voll funktionsfähig sind.

3.2 Größe, Anordnung und Ausführung Schaltschrank

Die Größe und Anordnung des Schaltschranks muss beim Konstruktionsentwurf mit Hirschmann Automotive abgestimmt werden.

Der Schaltschrank muss in der Farbe Lichtgrau (RAL 7035) ausgeführt werden. Ist dies nicht möglich soll der Schaltschrank in der Maschinenfarbe lackiert werden.

Als Mindestschutzart wird IP 54 gefordert.

Für Türabdichtungen muss ölbeständiges Dichtungsmaterial verwendet werden.

Gefordert ist das Verschlussystem „Doppelbart 5“.

Zur Aufbewahrung des Schaltplans ist eine ausreichend dimensionierte Schaltplantasche vorzusehen.

Bei freistehenden Schaltschränken müssen die elektrischen Verbindungen zwischen Schaltschrank und Maschine steckbar ausgeführt werden.

3.3 Platzreserve

Die Schaltschränke sind so zu dimensionieren, dass für Geräte der einzelnen Funktionsgruppen (Betriebsmittel, Klemmenleisten, Kabelkanäle, E/A-Ebene etc.) mindestens 20 % Platzreserve vorhanden ist.

Die Schaltschranktüren gelten nur als Platzreserve, wenn auch dort eine Befestigung für Betriebsmittel vorgesehen ist.

3.4 Platzaufteilung

Im Schaltschrank dürfen nur elektrische Betriebsmittel enthalten sein. Diese sind übersichtlich und in Zusammenhang, ihrer Funktion zweckentsprechend und in Übereinstimmung mit dem Aufbauplan unterzubringen. Schwenkrahmen sind nur zugelassen, wenn der Öffnungswinkel größer als 110° ist und ein Umkippen des nicht befestigten Schaltschranks bei ausgeschwenktem Rahmen sichergestellt ist.

Eine Zugänglichkeit zu den Bauteilen hinter dem Schwenkrahmen muss sichergestellt werden.

3.5 Berührungssichere Betriebsmittel

Es dürfen nur berührungssichere Betriebsmittel verwendet werden. Sollten dennoch Abdeckungen erforderlich sein, so sind durchsichtige Materialien (z.B. Polycarbonat) zu verwenden.

3.6 Betriebsmittelzugänglichkeit Bediener

Betriebsmittel, die im Schaltschrank untergebracht, aber vom Bedienenden einzustellen sind, müssen ohne Öffnen des Schaltschranks einstellbar sein.

3.7 Montageplatte

Als Verdrahtungssystem sind nur durchgehende Montageplatten mit Verdrahtungskanälen (Schlitzkanal) zulässig.

3.8 Schaltschrank/Maschinenbeleuchtung und Servicesteckdose

Innerhalb des Schaltschranks muss eine Schuko-Steckdose über Fi 230 V 16 A sowie eine Beleuchtung vorhanden und vor dem Hauptschalter angeschlossen sein. Standortspezifische Ausnahmeregelungen müssen mit dem Auftraggeber abgestimmt werden.

Eine energiesparende LED-Maschinenraumbelichtung ist vorzusehen/einzubauen, diese muss über das HMI ein-/ausschaltbar sein.

Die energiesparende LED-Schaltschrankbeleuchtung muss pro Schaltschrankfeld über einen eigenen Türkontaktschalter geschaltet werden.

3.9 Schaltschrankkühlung

Die Temperatur im Schaltschrank, über Steuerungs- und Antriebskomponenten und Bedienfelder, darf 40 °C nicht überschreiten. Die regelmäßige Umgebungstemperatur in der Halle muss mit dem Auftraggeber abgeklärt werden; mögliche Temperaturspitzen und standortspezifische Bedingungen (Höhenlage, Sonneneinstrahlung etc.) sind zu berücksichtigen.

Die Temperatur im Schaltschrank und der Bedienfelder muss überwacht und bei einer Überschreitung der zugelassenen Temperatur (40 °C) als Störungsmeldung angezeigt werden; darf aber den Maximalwert von 45 °C nie überschreiten. Der Schaltschranklüfter muss Temperaturgesteuert sein, sodass er nur ab einer Schwelle in Betrieb ist. (Energieeffizienz)

Störungen von Kühlgeräten müssen überwacht und an die zentrale Steuerung gemeldet werden. Klimageräte sind mit Vorfilter auszurüsten.

3.10 Typenschild

Am Schaltschrank ist ein Typenschild mit den elektrotechnischen Daten anzubringen.

4 Installation

4.1 Potenzialausgleich/Abschirmung

Der Potenzialausgleich muss an einer zentralen Stelle zusammengeführt und gemäß der EMV-Richtlinie ausgeführt werden.

Die Abschirmung von Signalleitungen hat gerätenah zu erfolgen und darf nicht als Potenzialausgleich genutzt werden. Alle separaten Maschinen- und Anlagenteile sind, zum Zweck des Potenzialausgleichs und ESD-Schutzes, zuverlässig und dauerhaft leitend miteinander zu verbinden.

Schaltschranktüren, Blenden, Montageplatten und Montagerahmen sind in diese Schutzmaßnahme einzubeziehen.

4.2 Schutzerdung und Schutzpotenzialausgleich

Alle Installationen und Schaltanlagen sind bereits während dem Aufbau gegen indirektes Berühren spannungsführender Teile durch die Schutzmaßnahme „Schutzerdung und Schutzpotenzialausgleich“ unter Verwendung des TN-S-Systems zu schützen.

4.3 Absicherung Steckvorrichtungen

Bei einer Steckvorrichtung über 32 A ist ein Leitungsschutzschalter zu verwenden.

Bei einer Steckvorrichtung bis 32 A ist, zum Schutz vor direktem Berühren spannungsführender Teile, ein Leitungsschutzschalter mit Fehlerstromschutzeinrichtung (FI-LS, 30 mA, entsprechend den verbauten Betriebsmitteln, min. jedoch Typ A) zu verwenden.

4.4 Drehstrom Steckvorrichtungen

Es sind ausschließlich Drehstromsteckdosen des Typ CEE (16 A/32 A, 5-pol, 6h) zu installieren.

4.5 Steuerspannung

Die Steuerspannung für SPS, Initiatoren, Lichtschranken, Ventile, Magneten usw. muss 24 V DC betragen.

Die Spannungsversorgung für Messeinrichtungen ist über separate Netzgeräte zu versorgen. Es sind Sicherheitskleinspannungs- (SELV) oder Schutzkleinspannungssysteme (PELV) aufzubauen.

4.6 Steuerstromkreiserdung

Die Steuerstromkreiserdung darf nur mit einer Erdtrennklemme vorgenommen werden.

4.7 Ventile

Alle Hydraulik- und Pneumatik-Ventile sind mit Ventilschutzbeschaltung und mit LEDs zu versehen. Diese dürfen mit maximal 24 V DC betrieben werden.

4.8 Metallverschraubungen

Metallverschraubungen in Kunststoffgehäusen sind nicht zulässig.

4.9 Sicherheitseinrichtungen

Sicherheitseinrichtungen müssen so gestaltet werden, dass sie nicht auf einfache Weise umgangen werden können. Türen oder Ähnliches, welche in den inneren Sicherheitskreis führen, sind mit Sicherheitsschaltern auszurüsten. Ist der innere Sicherheitsbereich betretbar und es ist möglich den Sicherheitskreis hinter einer Person zu schließen, muss dieser Bereich zusätzlich mit Trittmatte, Laserscanner etc. abgefragt werden.

4.9.1 Schutzverriegelung/Schutztüren

Schutztüren zu Bewegungseinrichtungen (z. B. Roboter, Portale etc.) sind durch Schutzschalter mit Zuhaltung abzusichern. Grundsätzlich sind berührungslose Türsicherheitsschalter (Verriegelungseinrichtungen) einzusetzen. Eine Handentriegelung muss im Notfall möglich sein. Bewegliche Schutztüren die als Zugangsmöglichkeiten für Wartung genutzt werden, sind im geschlossenen Zustand durch Sicherheitsschalter abzusichern.

Schutztüren, die bei jedem Arbeitszyklus geöffnet und geschlossen werden, sind ebenfalls mit Sicherheitsschaltern abzusichern.

4.9.2 NOT-Halt/Fehlerfall

Das Not-Halt-Stellteil muss rot sein. Soweit ein Hintergrund hinter dem Stellteil vorhanden und soweit es durchführbar ist, muss, dieser gelb sein (gilt auch für fest verdrahtete oder ab steckbare Handbediengeräte).

Der „NOT-HALT“-Befehl zur SPS-Steuerung muss gemeldet und detailliert angezeigt werden.

5 Betriebsmittel

5.1 Betriebsmittel allgemein

5.1.1 Überlast und Kurzschlussschutz

Zum Schutz gegen Überlast und Kurzschluss sind bis zu einer Stromstärke von 32 A Sicherungsautomaten vorzusehen (schmelzsicherungslos).

Bei allgemeinen Drehstromkreisen sind dreipolige Sicherungsautomaten zu verwenden.

Für Motorstromkreise bis 100 A sind Motorschutzschalter zu verwenden.

Ab einer Stromstärke von 35 A sind NH-Sicherungslasttrennschalter vorzusehen.

5.1.2 Bauformen und Ausführungen

Generell sind Standardbauformen und Standardausführungen der Betriebsmittel bevorzugt zu verwenden.

Werden spezielle Bauformen von Betriebsmitteln (z. B. Sensoren, Aktoren etc.) verwendet, müssen diese mit Hirschmann Automotive abgestimmt werden. Ein Angebot für entsprechende Ersatzteile muss bereitgestellt werden.

5.1.3 Zugänglichkeit

Die Betriebsmittelanordnung muss übersichtlich und zweckentsprechend erfolgen. Aus Rücksicht auf die Wartung müssen alle Betriebsmittel gut zugänglich sein.

5.1.4 Kennzeichnung

Alle Betriebsmittel im Schaltschrank und an der Maschine / Anlage müssen dauerhaft, mittels Schilder in gedruckter Form, identisch mit den Betriebsmittelkennzeichnungen im Schaltplan, gekennzeichnet sein. Die Kennzeichnung ist doppelt auszuführen (an den Betriebsmitteln und am Kabel bzw. auf der Montageplatte) und muss ohne entfernen von Abdeckungen lesbar sein. Bei Steckverbindungen ist die Kennzeichnung beidseitig auszuführen. Die Kennzeichnungsschilder dürfen nicht an austauschbaren Bauteilen, Baugruppen und Geräten angebracht werden. Für die Kennzeichnung der in der Maschine/maschinellen Anlage installierten Komponenten sind folgende Hinweise zu beachten:

Auf den zugehörigen Verkleidungen und Abdeckungen sind die Gerätekennzeichnungen zu wiederholen.

Auf allen Pumpen und Motoren müssen Drehrichtungspfeile angebracht sein.

Kennzeichnungsschilder müssen grundsätzlich

- aus Aluminium/Kunststoff graviert, gedruckt oder geätzt,
- gut lesbar,
- an gut sichtbarer Stelle unverlierbar (dauerhaft) befestigt,
- neben den Bauteilen, Baugruppen und Geräten angebracht
- und bei verdeckt eingebauten Geräten neben dem Einbauraum angebracht sein.

5.1.5 Kennzeichnung außerhalb des Schaltschranks

Die Betriebsmittelkennzeichnungen außerhalb des Schaltschranks müssen mittels graviert/geprägt oder geätzten Schildern dauerhaft, unverlierbar, lückenlos und gut sichtbar neben dem Bauteil und am Kabel angebracht sein. Dies gilt auch für Stecker, Schaltkästen, Kommandokästen und Bedienelemente.

Alle elektrischen Einbauträume müssen mit einem Warnschild (Warnung vor elektrischer Spannung) gekennzeichnet sein.

5.1.6 Betriebsmittelkennzeichnung

Die Betriebsmittelkennzeichnungen innerhalb des Schaltschranks müssen auf der Montageplatte und auf dem Bauteil unverlierbar angebracht sein.

Die Bezeichnungen und Symbole sind nach aktuell gültigen Normen anzupassen.

Es muss eine sinnerfassende Durchgängigkeit/Gleichheit der Bezeichnung zwischen Sensor-/Aktor-Ebene und SPS-Steuerung gewährleistet sein.

Bauteilkennzeichnung bzw. Ortskennzeichnung müssen ortsbezogen sein.

5.1.7 Rundtischantrieb

Servomotoren dürfen nur mit Frequenzumrichter angesteuert werden. Drehstrommotoren ab einer Leistung von 7,5 kW müssen vorzugsweise mit einem elektronischen Sanftanlauf ausgeführt sein. Bis zu einer Leistung von 4 kW muss der Anschluss über eine Steckverbindung erfolgen. Die Anlaufbedingungen sind mit der zuständigen Fachabteilung des Auftraggebers abzustimmen.

5.1.8 Betrieb Drehstrommotoren

Drehstrommotoren sollten grundsätzlich mit Frequenzumrichtern betrieben werden.

Ein direktes Einschalten von Lasten über 3 kW mit Schalter oder Schützen ist nicht zulässig. Ein Stern-Dreieck-Anlauf ist nur bis maximal 10 kW zulässig.

5.1.9 Schütze und Relais

Schütze und Relais, die bei jedem Maschinentakt schalten, müssen in Halbleitertechnik ausgeführt sein.

5.1.10 Absicherung

Die Spannungsversorgung ist in 3 Gruppen zu unterteilen, wobei jede davon separat abgesichert werden muss:

- CPU, HMI, PC-Systeme, Netzwerkkomponente,
- Sensoren, Buselektronik, Messverstärker,
- Aktoren.

5.2 Steuerungen

5.2.1 E/A-Ebene

Für die Ein- und Ausgangsebene dürfen nur kurzschlussfeste Betriebsmittel in Halbleitertechnik mit Potenzialtrennung (Optokoppler) verwendet werden.

5.2.2 Pufferbatterie

Ein Spannungsausfall bei leerer Pufferbatterie darf keinen Programmverlust zur Folge haben. Das Absinken der Spannung in der Pufferbatterie ist über einen Meldetext im Display zu signalisieren.

5.2.3 Steuerungen

Bevorzugt sind Steuerungen der Firma Beckhoff und Siemens zu verwenden.

Sollte ein anderer Hersteller zum Einsatz kommen, ist dies der Firma Hirschmann Automotive zu melden.

5.2.4 SPS-Programme

SPS-Programme müssen in einer in der Norm EN 61131 definierten Sprache ausgeführt werden. Vorzugsweise in LD und ST.

Programme sind in englischer Sprache zu kommentieren und jede Funktion ist mit einem Kommentar zu versehen in der diese kurz beschrieben wird.

Stellen, an welchen die Programmfunktion nicht sofort ersichtlich ist, sind ebenfalls zu kommentieren.

Variablen sind mit sprechenden Namen zu bezeichnen. Sollte es einen Firmeninternen Styleguide zur Programmierung geben, ist dieser dem Source beizufügen. Das Programm ist insgesamt so zu gestalten, dass die Funktion, nach kurzer Einarbeitungszeit, für einen Fachmann nachvollziehbar ist.

5.2.5 Stillstand

Es darf zu keinem Betriebszeitpunkt zu einem undefinierten Stillstand ohne entsprechende Betriebs- oder Störmeldung kommen. Im Falle eines Stromausfalls muss gewährleistet werden,

dass bei der Wiederinbetriebnahme der Anlage, keine Kollision verursacht wird. Nach einer Störung muss die Maschine/maschinelle Anlage in einem definierten Zustand (wenn sicherheitstechnisch möglich) zum Stillstand kommen.

5.2.6 Betriebsmittel Störrückmeldungen

Bei Betriebsmitteln mit Störmeldekontakten sind alle Kontakte zur übergeordneten Steuerung durch zu Verdrahten und zu Visualisieren.

5.2.7 Einrichtbetrieb

Bewegungsabläufe, die zu Kollisionen oder gefährlichen Situationen führen können sind, auch im Einrichtbetrieb, durch entsprechende programmtechnische Verriegelungen zu verhindern.

Der Einrichtbetrieb muss die Möglichkeiten zum Tippen der Ablaufschritte von einzelnen Stationen und der gesamten Maschine ermöglichen. Dabei ist zu beachten, dass auch bei längerer Betätigung nur jeweils ein einzelner Takt pro Betätigung ausgeführt werden kann (Flankenauswertung). Eine Rückkehr in die Betriebsart „Automatik“ darf nur in der Grundstellung möglich sein.

Eine weitere Möglichkeit des Einrichtbetriebs muss die Bewegung einzelner Stellgeräte (z. B. Zylinder) mittels Tasten und den dazugehörigen Leuchten (z. B. Arbeitsstellung/Grundstellung) sowie die Bewegung von Achsen und Robotern (POS, JOG, REF usw.) am Operator Panel sein. Eine Rückkehr in die Betriebsart „Automatik“ darf nur bei wiederhergestellter Ausgangsstellung möglich sein oder es muss gewährleistet sein, dass keine Kollision durch das Verfahren der Positionen an den Modulen entsteht.

Zudem muss es eine Möglichkeit zur kontrollierten Grundstellungsfahrt geben.

5.2.8 Datensicherung

Für alle über Software konfigurierbaren Geräte (z. B. Steuerungen, Frequenzumrichter, Temperaturregler usw.) sind Datensicherungen und Parameterlisten mitzuliefern.

Ist ein PC im Einsatz, so ist ein komplettes Backup (Stand: Endabnahme) der Festplatte mitzuliefern.

5.2.9 Sprachen

HMI-Texte und –Meldungen, sowie Maschinenbeschriftungen sind in der Landessprache des Einsatzortes und in Englisch auszuführen. Dies muss im Maschinenprogramm per Soft-Key umschaltbar sein.

5.3 Befehls- und Meldegeräte

5.3.1 Allgemein

Befehls- und Meldegeräte müssen vom Standplatz des Bedienenden/Werker leicht und gefahrlos erreichbar sein. Wenn Meldegeräte nicht erreichbar sind, müssen sie sichtbar sein. Befehlsgeräte zur Ingangsetzung der Anlage müssen so ausgebildet und angeordnet sein, dass sie nicht unbeabsichtigt betätigt werden können.

Statusanzeigen (z. B. Leuchttaster) sind im Blickfeld des Bedienpersonals zu platzieren, diese sollen Auskunft über Einlegebereitschaft und OK/nOK-Teile geben.

Die Maschine darf zu keiner Zeit, ohne Meldung, im Stillstand sein. Es muss für jede Situation eine entsprechende Meldung vorliegen. Die Fehlermeldungen müssen immer in Klartext ausgegeben werden, Fehlercodes sind nicht zulässig.

5.3.2 Zustands- und Fehleranzeige

Bei Maschinen/maschinellen Anlagen, Fertigungszellen, verketteten Systemen, Montageanlagen etc. ist der Betriebszustand mittels gut sichtbarer Signalleuchte anzuzeigen:

- Rot (Blinklicht): Störanzeige (z. B. Maschinenstillstand aufgrund einer elektrischen oder mechanischen Störung, „NOT-HALT“-Betätigung),
- Gelb (Dauerlicht): Maschinenstillstand aufgrund fehlender Startvoraussetzungen (z. B. Einrichtbetrieb, Wartung, fehlende Werkstücke, Werkzeugwechsel),
- Gelb (Blinklicht): Warnung, Maschinenstillstand droht aufgrund z. B. fehlender Werkstücke im Vorlauf, Mindestbestand erreicht,
- Grün (Dauerlicht): Maschine läuft im Automatikbetrieb, Normalbetrieb,
- Grün (Blinklicht): Maschine/maschinelle Anlage befindet sich im Automatikbetrieb, wobei die Startvoraussetzung vorhanden ist.

Die Anbringung der Signalleuchte ist mit dem Auftraggeber abzustimmen. Die Reihenfolge der Farben von oben nach unten rot – gelb – grün.

5.3.3 Unterscheidung

Es muss eindeutig zwischen Stör- und Betriebsmeldungen unterschieden werden können.

5.3.4 Bedienelemente

Die Anzahl der Bedienelemente (Taster für Handfunktionen) muss gering sein, jedoch müssen bekannte, häufig zu betätigende Bedienelemente als Hardwaretaster ausgeführt sein.

5.3.5 Lampentest

Alle optischen und akustischen Anzeigen müssen während des Betriebs, über einen Lampentest, auf Funktion geprüft werden können.

5.3.6 Leuchtanzeigen

Bei Leuchtanzeigen sind ausschließlich LED-Einsätze zu verwenden.

5.4 Sensoren

5.4.1 Allgemein

Sämtliche Sensoren sind steckbar auszuführen und müssen bei jedem Maschinentakt auf Schaltwechsel überprüft werden.

Sensoren für Messeinrichtungen müssen so ausgelegt sein das die Messergebnisse nicht verfälscht werden können. (z.B. Vibrationen, Bewegungen,).

Verteilerkästen, Klemmenkästen und Sensorverteiler sind in Gruppen zusammenzufassen und sinngemäß den einzelnen Stationen bzw. Baugruppen der Anlage zuzuordnen. Sämtliche Sensoren müssen bei jedem Zyklus auf Schaltwechsel überprüft werden. Bei fehlendem Signalwechsel muss eine Störmeldung mit der entsprechenden Sensorbezeichnung erscheinen.

Bei Sensoren, die eine bauteilspezifische Prüfung durchführen, muss die Überprüfung der Funktionsfähigkeit im Serienbetrieb möglich sein. Kann dies nicht durch einen erzwungenen Schaltwechsel erfolgen, sind z. B. Error-proof-Parts zu verwenden. Die Vorgehensweise ist in der Betriebsanleitung zu beschreiben.

5.4.2 Schaltzustand

Es muss an den Sensoren und an den Anschlussbuchsen (z. B. Sensor-Aktor-Verteiler) eine LED für den Schaltzustand des Sensors vorhanden sein.

5.4.3 Bewegte Leitungen

Es ist darauf zu achten, dass bewegte Leitungen grundsätzlich beidseitig steckbar und hochflexibel ausgeführt werden. Verteilerkästen dürfen nur an nicht bewegten Bauelementen befestigt werden. Ausnahmen bilden Sensormodule mit einem hochflexiblen Zuleitungskabel.

5.4.4 Lichtleiterverstärker

Es muss ausgeschlossen sein, dass sich optische Sensoren gegenseitig beeinflussen.

5.4.5 Reed-Kontakte

Reed-Kontakte bei Magnetfeldsensoren sind nicht zulässig.

5.4.6 Endschalter

Die Endschalter eines Stellgeräts (z. B. Zylinder) müssen überwacht werden.

Die Bewegungen der Stellgeräte sind zeitüberwacht (Timeout) auszuführen.

Sämtliche Endschalter müssen bei jedem Maschinentakt auf Schaltwechsel überprüft werden.

Wenn die Sensoren für Grundstellung und Arbeitsstellung gleichzeitig betätigt sind, muss eine Störmeldung angezeigt werden. Aufgrund der mechanischen Konstruktion des Stellgeräts kann es vorkommen, dass beim Umschalten, kurzzeitig beide Endschalter betätigt werden. In diesem Falle ist eine verzögerte Auslösung der Störung zu programmieren.

Alle Endschalter müssen in den entsprechenden Ablaufschritten auf ihren Statuswechsel hin überprüft werden. Diese Funktion wird bei der Vorabnahme bei jedem Sensor getestet.

5.4.7 Zylinder

Es sind bevorzugt Zylinder mit einer C-, T- oder Trapez-Nut zu verwenden.

5.4.8 Analoge Sensoren

Alle Sensoren, welche ein nicht elektrisches, analoges Signal in ein elektrisches Signal umwandeln, müssen mit einer digitalen Messwertanzeige ausgestattet sein (PE-Wandler, Vakuumschalter etc.).

5.4.9 Optische Prüfsysteme

Aufbau:

Die Befestigung des Systems muss so ausgeführt sein, dass bei Montage/Demontage die Ausrichtung und Positionierung des Systems wieder einfach hergestellt werden kann. (bspw. durch Passstifte, Festanschlüsse, Führungen)

Manuell verstellbare Komponenten (Fokus, Blende, Zoom) müssen im eingebauten Zustand gut erreichbar und einstellbar sein.

Komponenten, die gereinigt werden müssen (Linsen, Optiken) müssen für die Reinigung gut zugänglich sein, ohne das komplette System auseinanderzubauen.

Software:

Bei jedem Zyklus muss an der Maschine ein festes Merkmal mit überprüft werden. (Detektion von verstelltem System: Fokus, Belichtung, Blende, Position)

Im Fehlerfall muss das System gestoppt werden.

Qualitätskriterien sollen nicht nur als Gesamtergebnis, sondern als Einzelergebnisse auswertbar sein (Bspw. Kodierung, Lasche, Dichtung)

Die Beschreibung des Prüfablaufs ist mitzuliefern (Welche Tools für welche Kriterien, Prüfreihefolge)

Grundsätzlich alles einstellbar (Modelle hinzufügen, Parameter ändern) wenn mit vertretbarem Aufwand realisierbar (muss mit Hirschmann Automotive abgeklärt werden) auszuführen.

Es müssen Referenzbilder zur Verfügung gestellt werden, welche für die Erstellung des Prüfprogramms verwendet wurden. (Soll-Ist-Vergleich möglich)

5.4.10 PC-Einsatz

Bei Einsatz von PCs müssen Industrie-PCs verwendet werden. Der PC darf keinen Vibrationen ausgesetzt werden und es ist eine unterbrechungsfreie Stromversorgung vorzusehen (USV-Anlage).

5.4.11 Komponentenlieferanten

Die vom Auftraggeber freigegebenen und vom vorgeschlagenen Materialhersteller verwendeten Betriebsmittel müssen mindestens 10 Jahre ab dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme/Bestellung lieferbar sein. Es dürfen keine abgekündigten und auf Austausch lieferbaren Betriebsmittel eingesetzt werden. Die Betriebsmittel sind vom Auftragnehmer vor Einbau zu prüfen.

Materialhersteller, die sich nicht auf der angeführten Liste befinden, dürfen nur nach Absprache in schriftlicher Form mit dem Auftraggeber abgestimmt werden.

Schaltschränke:	Rittal (Standard-Farbe RAL7035)
Hauptschalter:	EATON, Kraus-Naimer
Befehls- und Meldegeräte:	EATON RMQ-Titan (IP65 / 22,5 mm)
Schlüsselschalter:	EATON RMQ-Titan (Code MS1)
Programmierbare Steuerungen:	Siemens, Beckhoff
Anzeigen:	Siemens, Beckhoff
Leistungs- und Hilfsschütze:	EATON, Siemens
Klemmen:	Weidmüller, Phoenix, Siemens, Wago
Antriebssysteme:	Danfoss, SEW, Siemens, Berger Lahr, Kollmorgen SERVOSTAR, Bosch Rexroth, SEW, Festo, Wittenstein, Keba
Ventilinseln:	Festo, SMC
Magnetfeldsensoren:	Balluff, Baumer, Festo, Schunk, IFM, Sick, SMC
Näherungssensoren:	Balluff, Baumer, Bernstein, IFM, Sick, SMC
Lichtsensoren:	Keyence, Wenglor, Baumer, Sick, Omron, Sensopart
Kamerasysteme:	Cognex, Keyence, Omron, Teledyne Dalsa, CCS, Sensopart

Sicherheitskomponenten:	Pilz, Schmersal, Sick, Euchner, Siemens, Keyence
Steckverbindungen:	Harting, Mennekes,
Rundtische:	Fa. Weiss
Lineartaktsysteme:	Taktomat
Markierlaser:	Panasonic (LP-ZV), Keyence UV-Laser MD-U1000C
Codegegenlesesysteme:	Keyence, Datalogic, Leuze
3D-Scanner	Keyence, SmartRay
Frequenzsteuergeräte:	REOVIB (MFS368)
	RNA (WaCo B.7/65.2-V1)

6 Verdrahtung und Verkabelung

6.1 Allgemein

Jedes Gerät ist mit einer separaten, flexiblen Leitung bzw. Kabel vom Schaltschrank oder einem Klemmenkasten aus anzuschließen. Es dürfen keine Leitungen (bzw. Kabel) von Gerät zu Gerät durchgeschleift werden.

Neutral- und Schutzleiterabgänge müssen jedem Kabel eindeutig zugeordnet sein. Reserve ein- und -ausgänge sind an Klemmen aufzuführen.

Die Leitungsführungen im und auf dem Boden ist zu vermeiden.

Bei der Leitungsführung muss die EMV-Richtlinie eingehalten werden.

Induktive und kapazitive Einstreuungen von Störgrößen (z. B. durch Stromrichter, Schutzspulen, gesteuerte Antriebe, Umformer und deren Leitungen usw.) dürfen keine Beeinträchtigung der Funktion der SPS oder Sensoren verursachen.

Es ist zu berücksichtigen, dass Schaltschränke in der Nähe bauseits belegter maschinenfremder Kabeltrassen aufgestellt werden sollen.

Für analoge Signale, Schnittstellen- und Buskabel sind geschirmte Leitungen nach Herstellerangaben zu verwenden.

Die Installationsrichtlinien des Steuerungsherstellers sind einzuhalten.

Es ist auf gute Zugänglichkeit der Geräte zu achten. Das Wechseln von Baugruppen und Bauteilen sowie das Entfernen von Abdeckungen muss ohne Demontage weiterer Bauteile möglich sein.

6.2 Ausrichtung der Leitungen

Daten-, Bus- und Messleitungen müssen getrennt von den übrigen Stromleitungen verlegt bzw. entsprechend abgeschirmt sein.

6.3 T-Verteiler und Y-Verteiler

Die Mehrfachbelegung von Anschlüssen an Klemmen von Schaltschrankbaugruppen bzw. Signalverteilerbaugruppen (z. B. Busmodule, passive Signalverteiler, Schütze) sind nicht zulässig. Eine Verteilung der Signale mit T- und Y-Verteilersteckern oder ähnlichem ist aufgrund eindeutiger Signalzuordnung ebenfalls nicht zulässig.

6.4 Vernetzung

Eine Vernetzung der internen und externen Betriebsmittel wie Sensoren, Aktoren, Servo-Steuerungen etc. mittels Bussystemen wie Industrial Ethernet, PROFIBUS oder ASi-Bus ist einer herkömmlichen Verdrahtung vorzuziehen.

6.5 Klemmen

Für Klemmen und Klemmenleisten sind ausschließlich Federzugtechnikprodukte zu verwenden. Sie sind dauerhaft, gut erkennbar und übereinstimmend mit dem Schaltplan zu kennzeichnen.

Bei der Verwendung von Schraubklemmen bei sonstigen Betriebsmitteln müssen Leitungsenden mit isolierten Aderendhülsen oder isolierten Kabelschuhen versehen sein.

Für sämtliche Leitungen vom Schaltschrank zur Anlage, ist pro Leitungsader, eine Klemmstelle vorzusehen (zwei Adern in einer Klemmstelle sind unzulässig).

6.6 Verdrahtung innerhalb von Gehäusen

Leitungen zu Geräten auf Schwenkrahmen oder Türeinsbauten müssen mit einem Schutzschlauch verlegt werden.

Die Verdrahtung der Schaltschränke muss in Kanalverdrahtung ausgeführt sein.

Bei Einsatz von Aderendhülsen muss eine Ausführung mit Kunststoffschutzkragen verwendet werden.

6.7 Verdrahtung außerhalb von Gehäusen

6.7.1 Kabeleinführung

Bei einer Kabeleinführung muss gewährleistet werden, dass dadurch keine Feuchtigkeit bzw. Beschädigungen der Leitungen auftreten kann. Kabeldurchführungssysteme sind zugelassen. Konfektionierte Leitungen müssen ohne Demontage des Steckers austauschbar sein.

6.7.2 Steckverbindungen

Initiatoren und sonstige Peripheriegeräte sind steckbar auszuführen. Der Schaltzustand muss mit LED angezeigt werden. Ein Auswechseln der angeschlossenen Leitungen muss leicht durchführbar sein (z. B. im Kabelschlepp).

Die Leitungslänge von Sensoren/Aktoren mit festen Anschlussleitungen darf nur bei guter Zugänglichkeit eine max. Kabellänge von 1,5 m überschreiten.

Bei hoher Beanspruchung der Anschlusskabel müssen strahlenvernetzte Kabel mit z. B. erhöhtem Temperaturbereich verwendet werden.

Bei Verwendung mehrerer Steckvorrichtungen nebeneinander muss das Verwechseln durch geeignete Maßnahmen (z. B. Stecker-Codierung, bestimmte feste Leitungslängen etc.) verhindert werden.

Bis zu einem Nennstrom von 36 A müssen alle Verbindungsleitungen für die Anlagenteile, die zum Transport der Maschine/maschinellen Anlage elektrisch getrennt werden müssen, mit einseitigen Steckvorrichtungen versehen werden.

Der Aufbau der Abschnitte der Energieführungskette ist zu dokumentieren. Die Energieführungskette muss als Baugruppe innerhalb von einer, mit dem Auftraggeber abgestimmten Zeiteinheit, steckbar austauschbar sein. Steckvorrichtungen für Zusatzeinrichtungen (z. B. Pumpen, Filter, Messsteuerungen etc.) müssen hinter dem Hauptschalter angeschlossen sein.

6.8 Flexible Leitungen

Für die Verdrahtung und Verkabelung dürfen nur flexible Leitungen verwendet werden.

Es sind die den Umgebungsbedingungen entsprechenden Kabeltypen einzusetzen (Beständigkeit Öl, Wasser, Kühlmittel, Schmierstoffe, Lösemittel etc.).

6.9 Bewegte Leitungen

Für zwangsweise bewegungsgeführte Leitungen (z. B. Energiekette etc.) sind speziell geeignete, hochflexible Kabel mit feindrahtigen Litzen zu verwenden. Und deren Biegeradien sind einzuhalten.

Energieketten müssen geöffnet werden können und einen Trennsteg zwischen Elektrik und Pneumatik aufweisen. Des Weiteren muss in Energieketten eine Reserve von 20 % eingehalten werden. Die Kabel dürfen nicht zusammengebunden werden.

6.10 Kabelbezeichnung

An den Kabelenden sind Bezeichnungsschilder mit entsprechenden Kabelnummern anzubringen.

6.11 Leiterfarben

Zulässige Leiterfarben nach EN 60204-1

Leiterfarben:

Schutzleiter: GRÜN-GELB

Neutralleiter: BLAU

Hauptstromkreise Wechsel- oder Gleichstrom: SCHWARZ

Steuerstromkreise Wechselstrom: ROT

Steuerstromkreise Wechselstrom (geerdeter Leiter): ROT mit WEISS

Steuerstromkreise Gleichstrom: DUNKELBLAU

Steuerstromkreise Gleichstrom (geerdeter Leiter): DUNKELBLAU mit WEISS

Verriegelungsstromkreise, die von einer externen Stromquelle versorgt werden (potenzialfreie Kontakte): ORANGE

Stromkreise vor dem Hauptschalter: GELB/ORANGE

7 Sonstiges

7.1 ESD

Sofern die Anlage für den Gebrauch in einem ESD-Bereich vorgesehen ist, muss diese einen definierten ESD-Anschlusspunkt besitzen.