

ANHANG

Gefahren die vom Umrichter der EMA Indutec ausgehen können

Die Umrichter von EMA Indutec sind nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln entwickelt und gebaut.

Beim Betrieb des Umrichters können Gefahren für den Bediener bzw. Beeinträchtigungen des Umrichters, sowie anderer Sachwerte entstehen, wenn dieser:

- von nicht geschultem oder unterwiesenem Personal bedient und nicht bestimmungsgemäß eingesetzt und/oder
- unsachgemäß instand gehalten wird.

Das Risiko für die Gesundheit von Personen durch Gefährdung hat EMA Indutec konstruktiv und durch Sicherheitstechnik minimiert.

Dennoch bleibt ein Restrisiko bestehen:

- Beim Öffnen der Gehäusetüren können Sie mit unter Spannung stehenden elektrischen Baugruppen in Berührung kommen.
- Die Verbraucher (Induktor, Spule, Zuleitungen, Anpasstransformator) dürfen nur berührt werden, wenn die Einspeisung des Umrichters ausgeschaltet ist.



Verbot!

Es ist nicht auszuschließen, dass von Hochfrequenz- oder Mittelfrequenz-Anlagen sowie von ähnlichen elektromagnetischen Geräten und Maschinen abgegebene elektrische Streufelder elektronische Herzimplantate (Herzschrittmacher) oder metallische Implantate beeinflussen.



Personen mit elektronischen Herzimplantaten (Herzschrittmacher) oder metallischen Implantaten dürfen sich während des Betriebes der Anlage nicht in deren Umgebung aufhalten.

Die Notwendigkeit, die Warnung und Sicherheitsanweisungen zu beachten und auszuführen und insbesondere die Gefahr beim Arbeiten an und innerhalb des Gehäuses mit eingeschaltetem Netz, kann nicht ausdrücklich genug betont werden.



Gefahr!

Der Umrichter enthält Teile, die unter gefährlichen elektrischen Spannungen stehen und steuert ggf. drehende, mechanische Teile. Tod, schwere Körperverletzungen oder erheblicher Sachschaden können die Folge sein, wenn die Anweisungen in dieser Betriebsanleitung nicht befolgt werden.

Die Anforderungen in DIN VDE 0105 Teil 1 (Betrieb von Starkstromanlagen) sowie die DIN EN 60519-3 (Normen für industrielle Elektrowärmanlagen) sind einzuhalten.

1 Autorisierte Personen, Verpflichtungen des Betreibers

Autorisierte Personen für das Bedienen und die Instandhalten sind die eingewiesenen und die geschulten (qualifizierten) Fachkräfte des Herstellers und des Betreibers.



Information zur Qualifizierung des Personals!

Qualifiziertes Personal sind Personen, die aufgrund ihrer Ausbildung, Erfahrung und Unterweisung, sowie ihrer Kenntnisse über einschlägige Normen, Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften und Betriebsverhältnisse von dem für die Sicherheit der Anlagen Verantwortlichen berechtigt wurden, die jeweils erforderlichen Tätigkeiten auszuführen und dabei mögliche Gefahren zu erkennen und zu vermeiden (Definition nach VDE 0105 Absatz 2.5.1). Unter anderem sind auch Kenntnisse über Erste-Hilfe-Maßnahmen und die örtlichen Rettungseinrichtungen erforderlich.

Der Betreiber bzw. die für die Sicherheit der Anlage verantwortlichen Personen müssen das Sicherheitskapitel und die Warnhinweise in dieser Betriebsanleitung gelesen, verstanden und durch ihre Unterschrift bestätigt haben!

Außerdem müssen sie sicherstellen dass

- für die sach- und bestimmungsgemäße Verwendung der Anlage nur qualifiziertes Personal beauftragt wird,
- diese Personen die mitgelieferten Betriebsanleitungen und die dazugehörigen Unterlagen der Produktdokumentation bei allen entsprechenden Arbeiten stets verfügbar haben und verpflichtet werden, diese Unterlagen konsequent zu beachten,
- die Sicherheitsbestimmungen und Vorkehrungen zur Arbeitssicherheit und Unfallverhütung eingehalten werden,
- Arbeiten an den Geräten und Maschinen oder in deren Nähe für nicht-qualifiziertes Personal untersagt werden,
- Schilder an den elektrischen Geräten sowie an den Schutzeinrichtungen mit der Aufschrift „**Nur zu öffnen durch qualifiziertes Personal**“ angebracht werden,
- die Schutzausrüstung benutzt wird,
- die Sicherheitseinrichtungen ordnungsgemäß funktionieren,
- dass die Bediener in regelmäßigen Abständen bezüglich ihres sicherheitsbewussten Arbeitens überprüft werden,
- die Mitarbeiter über Erste-Hilfe-Maßnahmen und das Verhalten im Brandfall informiert sind.

2 Sicherheitseinrichtungen

Betreiben Sie den Umrichter nur mit ordnungsgemäß funktionierenden Sicherheitseinrichtungen!

Prüfen Sie nach Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten, ob alle Sicherheitseinrichtungen funktionsfähig sind!

Setzen Sie den Umrichter sofort still, wenn eine Sicherheitseinrichtung fehlerhaft oder unwirksam ist!

Nach dem Ansprechen einer Sicherheitseinrichtung dürfen Sie den Umrichter erst dann wieder einschalten, wenn Sie

- die Ursache der Störung beseitigt haben,
- sich überzeugt haben, dass dadurch keine Gefahr für Personen oder Sachen entstehen.



Warnung!

Wenn Sie eine Sicherheitseinrichtung außer Funktion setzen, gefährden Sie sich und andere an der Anlage arbeitende Menschen.

Setzen Sie nie eine Sicherheitseinrichtung außer Funktion!!

2.1 Sicherheitsprüfungen

Überprüfen Sie die NOT-HALT-Funktionen, sowie alle Sicherheitseinrichtungen

- zu Beginn jeder Schicht bei unterbrochenem Betrieb,
- einmal wöchentlich bei durchgehendem Betrieb,
- nach jeder Wartung oder Instandsetzung.



Achtung!

Melden Sie Schäden, Mängel und Veränderungen im Betriebsverhalten sofort der verantwortlichen Führungskraft oder zuständigen Stelle.

2.2 Warn-, Gebot- und Verbotsschilder

Direkt am Umrichter angebrachte Hinweise und Symbole, wie Warnschilder, Betätigungsschilder, Bauteilkennzeichnungen usw. müssen unbedingt beachtet werden. Sie dürfen nicht entfernt werden und sind in vollständig lesbarem Zustand zu halten!

2.3 Brandbekämpfung, Brandschutz und Erste-Hilfe

Bei der Verwendung von ungeeigneter Ausrüstung für die Brandbekämpfung

- können giftige Gase oder Dämpfe entstehen,
- geht von der elektrischen Anlage eine Gefährdung aus. Es besteht Lebensgefahr durch Stromschlag.



Warnung!

Kein Wasser verwenden!!!

Verwenden Sie nur Feuerlöscher mit ABC-Löschpulver oder CO₂-Löscher.

Da nicht alle Zufälligkeiten, Fehlverhalten und Brandgefahren in der Nähe der Anlage voraus gesehen werden können, wird empfohlen Brandbekämpfungsmaßnahmen (Feuerlöscher, Löschdecke, Wasserschlauch ...) bereit zu halten. Außerdem wird empfohlen die Bediener über Brandvermeidung und Brandbekämpfung zu schulen.

Trotz der Benutzung der persönlichen Schutzausrüstung kann es bei einer Verkettung unglücklicher Vorgänge zu Verletzungen des Bedieners oder anderer sich an der Anlage aufhaltenden Personen kommen.

Deshalb müssen alle an der Anlage arbeitenden Personen über Erste-Hilfe-Maßnahmen informiert sein.

Weiterhin müssen alle Personen die sich verletzt haben eine anschließende professionelle medizinische Behandlung aufsuchen.

2.4 Fotografieren mit Blitzlicht

Im Umrichter werden zur Ansteuerung der Leistungstransistoren Lichtwellenleiter verwendet. Wenn die Einspeisung eingeschaltet ist, kann es bei der Verwendung von Blitzlicht zu ungewollten Schaltvorgängen in den Wechselrichterbrücken kommen. Dies kann zu einem Kurzschluss und somit zur Zerstörung des Umrichters führen.



Warnung!

Fotografieren mit Blitzlicht im Umrichter ist während des laufenden Betriebes (Einspeisung ist eingeschaltet) absolut verboten!!



Es kann zu schweren Schäden für Mensch und Maschine führen.

2.5 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Frequenzumrichter dient zur Erzeugung der erforderlichen Arbeitsfrequenz zum

- induktivem Erwärmen,
- induktivem Schmelzen,
- induktivem Vergüten und Härten und für
- induktive Sondertechnologien, wie Löten, Schweißen, Beschichten, Trocknen, Schrumpfen, Sintern, etc.

mit der notwendigen Rückkühltechnik zur Bereitstellung des Kühlwassers, da alle Leistungseinheiten wassergekühlt sind.



Gebot!

Beachten Sie auch die Angaben in Kapitel 5, Abschnitt „Kühlwasserspezifikationen“! Halten Sie diese Angaben unbedingt ein!

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch das Einhalten der Hinweise

- zur Sicherheit,
- zur Bedienung und Steuerung,
- zur Instandhaltung und Wartung, die in dieser Betriebsanleitung beschrieben werden.

Eine andere oder darüber hinausgehende Benutzung gilt als nicht bestimmungsgemäß. Für hieraus resultierende Schäden haftet allein der Betreiber des Umrichters. Dies gilt ebenfalls für eigenmächtige Veränderungen am Umrichter.

2.6 Sachwidrige Verwendung

Die Maschine ist gemäß den technischen Forderungen ausgeführt.

Als sachwidrige Verwendung gilt insbesondere:

- der Betrieb mit reduzierten Sicherheitseinrichtungen,
- wenn Programmeinstellungen und Programmveränderungen vorgenommen werden, die nicht von EMA Indutec vorgesehen sind,
- die Verwendung von Ersatz- und Verschleißteilen von Fremdherstellern, die nicht durch EMA Indutec autorisiert sind,
- die Nichteinhaltung dieser Betriebsanleitung,
- das Betreiben der Anlage bei defekten Sicherheitseinrichtungen,
- die Außerkraftsetzung oder Umgehung der Sicherheitseinrichtungen.

2.7 Restrisiko

Auch bei Beachtung aller Sicherheitsbestimmungen verbleibt beim Betrieb des Umrichters ein in der Folge beschriebenes Restrisiko.

Alle Personen, die an und mit dem Umrichter arbeiten, müssen diese Restrisiken kennen. Sie müssen insbesondere die Anweisungen befolgen, die verhindern, dass diese Restrisiken zu Unfällen oder Schäden führen.

Während Einricht- und Rüstarbeiten kann es notwendig sein, bauseitige Schutzeinrichtungen zu demontieren. Dadurch entstehen verschiedene Restrisiken und Gefahrenpotentiale, die sich jeder Bediener bewusst machen muss.



Gefahr!

Es besteht Lebensgefahr durch elektrischen Schlag!

Vor allen Reparatur-, Einricht- und Wartungsarbeiten den Umrichter über den Hauptschalter stromlos schalten!

Umrichter gegen unbeabsichtigtes Einschalten sichern!

Hauptschalter verschließen und Warnhinweisschilder aufstellen!

NOT-HALT-Taster zusätzlich auslösen!

2.8 Beschreibung der Schutzeinrichtungen

2.8.1 Sicherheitseinrichtungen am Umrichter

Das Sicherheitskonzept sieht bewegliche oder feststehende trennende Schutzeinrichtungen vor.

Dazu gilt grundsätzlich,

- trennende Schutzeinrichtungen können nur mit Werkzeug entfernt werden,
- bewegliche trennende Schutzeinrichtungen bleiben ungesichert nicht in Schutzstellung,
- Befestigungsmittel sind unverlierbar mit den Schutzeinrichtungen verbunden.
- Die Befestigungsmittel sind so gewählt, dass das Entfernen von Schaltern oder Betätigungsmitteln für verriegelte Schutzeinrichtungen, mit Werkzeugen wie:
 - Gegenständen des täglichen Gebrauchs, wie Schlüssel, Klebeband, Bindfaden oder Draht oder
 - Ersatzbetätigungselementen oder -schlüssel für Verriegelungseinrichtungen mit Schlüsseltransfersystemen oder
 - Werkzeugen, die für Maschinen / Anlagen erforderlich und leicht verfügbar sind, wie Schraubendreher und -schlüssel, Sechskantschlüssel und Zangen nicht möglich ist.

Ein vernünftigerweise vorhersehbares Umgehen der Schutzeinrichtung ist dadurch verhindert.

2.8.2 Sicherheitseinrichtungen an dem Kühlsystem, Pumpen, Ventilen und am Ventilator

Die Komponenten stehen immer in geschlossenen Gehäusen. Es ist kein Zugriff an bewegte Teile möglich. Alle Ventilatoren sind mit fingersicherem Berührungsschutz versehen.

2.8.3 Sicherheitseinrichtungen am Induktor oder der Ofenspule

Der Induktor bzw. die Ofenspule (je nach Anwendung) wird in die übergeordnete Maschine eingebunden und muss in das Schutzkonzept der Maschine / Anwendung integriert werden.

2.8.4 Sicherheitseinrichtungen an übergeordneten Leitsystemen



Warnung!

Für die grundlegende Auswahl, Installation und Anwendung von Sicherheitskomponenten und deren Anschlussvarianten sind sicherheitstechnische Auflagen zu erfüllen.

Bei Anschluss eines externen NOT-AUS-Systems (Taster, Sicherheitskontakte oder Ähnliches) nach DIN EN 60204-1 Abs. 9.2.5.4.3 „Not-Aus“ ist zu berücksichtigen, dass für die funktionale Sicherheit nach DIN EN ISO 13849 mindestens die Anforderungen des Performance Level „d“ erfüllt werden muss. Der erreichte Performance Level ist (vom Betreiber!) zwingend mit den Bauteildaten (PL, B10d, usw.) des sicherheitsbezogenen externen Teilsystems neu zu berechnen und zu dokumentieren.

2.9 Schutzeinrichtungen der elektrotechnischen Komponenten

2.9.1 Physikalische Umgebungs- und Betriebsbedingungen

- Die elektrische Ausrüstung ist mindestens in IP 54 ausgeführt.
- Der Schaltschrank ist innen mit einer zusätzlichen Zugriffssicherung versehen.
- Die physikalischen Umgebungs- und Betriebsbedingungen wurden beachtet.
- Die elektrischen Betriebsmittel sind nach den zutreffenden IEC-Normen (soweit vorhanden) ausgelegt.
- Verwendete Bauteile und Materialien sind für die auftretenden Spannungen und Frequenzen geeignet und nach den zutreffenden EC-Normen ausgelegt.
- Betriebsmittel sind so ausgelegt, dass die beim üblichen Betrieb entstehenden physikalischen und chemischen Einflüsse die Bauteile nicht unzulässig beeinträchtigen.
- Geeignete Ausrüstung für die physikalische Umgebung (Vibration, Schock oder Stoß) wurde verwendet.
- Durch eine geeignete Konstruktion werden elektrischen Bauteile soweit möglich vor negativen Auswirkungen aus dem Prozess geschützt.
- Die Schaltung ist so ausgelegt, dass Einzelfehler nicht zu einem gefahrbringenden Zustand führen.

2.9.2 Elektrische Versorgung

- Die elektrische Ausrüstung ist für die Netzversorgung geeignet (Spannungstoleranzen, Frequenz, Oberschwingungen etc.).
- Leitungen mit unterschiedlichen Spannungen im selben Leitungskanal sind entweder durch geeignete Abdeckung getrennt oder für höchste vorkommende Spannungen isoliert.
- Leitungen und Leiter weisen keine unzulässigen Klemmverbindungen in Kabelkanälen auf.
- Bauteile, die Spannungen annehmen können die höher als die zulässige Berührungsspannung sind, können nur mit Werkzeug erreicht werden.

2.9.3 Netzanschlüsse

- Es ist nur ein Netzanschluss vorhanden.
- Die N-Klemme bzw. Anschlussstelle (falls ein N-Leiter vorhanden) ist isoliert.
- Eine Klemme für das externe Schutzerdungssystem oder den externen Schutzleiter ist in der Nähe der Außenleiterklemmen vorhanden.
- Die Klemme für PE ist ausreichend dimensioniert.
- Netzanschlussklemmen und N-Klemme (vor der Netz-Trenneinrichtung) sind gegen Berühren geschützt (IP2X).
- Klemmen der Netzanschlussstelle sind deutlich gekennzeichnet (L1, L2, L3, N, PE gemäß IEC 60445).
- Innerhalb der elektrischen Ausrüstung besteht keine Verbindung zwischen PE und N.
- Alle leitfähigen Teile (Körper), die im Fehlerfall Spannung annehmen können, sind mit dem Schutzleitersystem verbunden.
- Leitungsart, Querschnitte und Anschlüsse der Schutzleiter genügen den elektrischen, mechanischen und chemischen Beanspruchungen.
- Flexible oder starre Metallrohre / Umhüllungen werden nicht als Schutzleiter benutzt, sind jedoch mit dem Schutzleiter-System verbunden.
- Alle metallischen Verschraubungen sind über leitfähige Gehäuse oder über Schutzleiter mit dem Gesamtsystem verbunden.
- Das Schutzleitersystem wird nicht durch Entfernen von Teilen (z.B. für Wartung) unterbrochen.
- Im Schutzleitersystem befinden sich keine Schaltgeräte oder Schutzeinrichtungen.
- Schutzleiter sind nur an den dafür vorgesehen Anschlusspunkte angeschlossen.
- Befestigungsschrauben wurden nicht für den Schutzleiteranschluss verwendet.
- An jeder Klemmstelle (Reihenklemmen) ist nur eine Leitung untergeklemmt.
- Die Schutzleiter-Klemmen sind gegen Selbstlockern gesichert.
- Die Schutzleiter-Verbindung ist dauerhaft, gut leitfähig und gegen mechanische und chemische Einflüsse geschützt.

2.9.4 Netz-Trenneinrichtung (Hauptschalter)

Die Netz-Trenneinrichtung (Hauptschalter) ist auf der Bedienungstür oder Seitenwand des Umrichter-Gehäuses angebracht.

Dient die Netz-Trenneinrichtung auch als NOT-HALT, ist sie mit einem roten Griff ausgeführt. Ohne NOT-HALT- Funktion ist der Betätigungsgriff der Netz-Trenneinrichtung grau oder schwarz ausgeführt.

Sollte ihr Umrichter ohne entsprechende Netz-Trenneinrichtung ausgeführt sein, muss die Netztrennung in der vorgeschalteten Verteilierzelle vorgenommen werden.

Zu allen Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten im Umrichter **muss** die Netz-Trenneinrichtung ausgeschaltet und mit einem Schloss gegen unbeabsichtigtes Wiedereinschalten gesichert werden.



Warnung!

Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten dürfen nur von qualifizierten und unterwiesenen Elektrofachkräften durchgeführt werden.



Gefahr!

Auch bei ausgeschaltetem Hauptschalter liegt an den mit dem nebenstehenden Warnschild gekennzeichneten Stellen Spannung an.

2.9.5 Einspeisung Aus

Die Einspeisung kann generell mit dem entsprechenden Bedientaster auf der Fronttür des Umrichters ausgeschaltet werden. In der Betriebsart „Bedienung extern“ kann die Einspeisung auch von der Maschinensteuerung ausgeschaltet werden.

Mit dem Signal „Einspeisung Aus“ werden gleichzeitig die Kommandos „Leistung aus“, „Einspeischütz“ sowie „Ladeschütz aus“ über ein Sicherheitsrelais angesteuert. Das Einspeise- und Ladeschütz wird geöffnet und der Umrichter-Ausgang galvanisch von der Drehstromspeisung getrennt.

Der Gleichstromzwischenkreis wird über eine Entladeschaltung automatisch in einer Zeit von ca. 60 s (120 s bei Zwischenkreisleistungen > 300 kW) entladen.



Warnung!

Bei allen Arbeiten am Verbraucher (Anpasstrafo, Induktor, Spule) oder im Kompensationsfeld **muss** die Einspeisung ausgeschaltet werden.

Vor Durchführung der Arbeiten muss die Spannungsfreiheit der Anlagenteile von einer Elektrofachkraft überprüft werden.



Warnung!

Unmittelbar nachdem der Leistungsteil des Gerätes bzw. der Anlage an das Netz geschaltet wurde, ist der Gleichspannungs-Zwischenkreis auf seine Nennspannung aufgeladen. Dies trifft auch bei noch nicht eingeschalteter bzw. abgeschalteter Mittelfrequenzleistung zu.

Nach Trennen des Leistungsteils vom Netz entlädt sich der Gleichspannungs-Zwischenkreis innerhalb der Zeit von ca. 60 s (120 s bei Zwischenkreisleistungen > 300 kW) unter die Spannung von 50 V.

Für etwaige Arbeiten innerhalb des Gehäuses des Umrichters ist dies unbedingt zu beachten!



Warnung!

Mit dem Öffnen der eventuell vorhandenen Schutzgitter **muss** gewährleistet werden, dass die Einspeisung abgeschaltet wird. Erst danach kann der Verbraucher (Induktor, Spule) problemlos berührt werden.

Wird das Schutzgitter während oder nach einem Aufheizvorgang geöffnet, so kann man sich an dem Induktor aufgeheizten Teil Verbrennungen zuziehen. In einem solchen Fall ist eine Abkühlphase bis auf Raumtemperatur abzuwarten.

2.9.6 NOT-HALT

Der NOT-HALT-Taster des Umrichters befindet sich auf der Bedienungstür.

Sollte kein NOT-HALT-Taster eingebaut sein, ist die Netztrenneinrichtung (Hauptschalter) als NOT-HALT ausgeführt bzw. muss die Netz-Trenneinrichtung der Verteilerzelle als NOT-HALT ausgeführt sein. Siehe hierzu auch Kap. 3.10.4 (Netz-Trenneinrichtung).



Warnung!

Der NOT-HALT darf nicht zur Absicherung bei Arbeiten am Umrichter verwendet werden. Verwenden Sie den NOT-HALT-Taster nicht zum normalen Ausschalten des Umrichters!

Bei NOT-HALT wird über ein Sicherheitsrelais die Leistung ausgeschaltet und das Einspeise- sowie das Ladeschütz geöffnet. Siehe auch Kap. 2.10.5 „Einspeisung Aus“.
Das Rücksetzen des Sicherheitsrelais erfolgt über einen separaten Reset-Kontakt.

2.9.7 Begrenzung hoher Ableitströme

- Zusätzliche Anforderungen bei Erdableitströmen > 10 mA wurden eingehalten.
- Die Ableitströme von hydraulisch gekühlten aktiven Teilen erhöhen die Berührungsspannung nicht über erlaubte Grenzwerte.
- Die Leitungsenden werden über metallische Verbindungselemente mit dem Erdpotenzial verbunden.
- Eine verlässliche Durchgängigkeit des Schutzleiters ist gewährleistet.

2.9.8 Hauptstromkreise

- Die Überstromschutzorgane sind so ausgewählt, dass ein koordiniertes Zusammenwirken (Selektivität) gewährleistet ist.
- Die Bemessungsabschaltleistung der Überstromschutzeinrichtung wird bei einem Kurzschluss am Einbauort nicht überschritten.
- Bei Kurzschluss lösen die Überstromschutzorgane aus. Die Leitungen werden nicht überlastet. Die Impedanz der Schleife bewirkt eine Auslösung in angemessener Zeit.

Der Bemessungsstrom oder Einstellstrom der Überstromschutzeinrichtung ist so niedrig wie möglich eingestellt bzw. ausgewählt. Die Strombelastbarkeit der Leiter wird nicht überschritten.

2.9.9 Steuerstromkreise

- Ein geeigneter Steuertransformator in ausreichender Größe ist vorhanden (zwingend bei mehr als zwei Steuergeräten und einem Motorstarter).
- Alle Stromkreise, die galvanisch vom Netz getrennt sind (Transformator), haben eine geeignete Schutzmaßnahme - Isolationsüberwachung oder sind mit der Schutzmaßnahme des Primärnetzes verbunden.
- Die Steuerspannung ist am Steuertransformator über eine lösbare Verbindung geerdet (auch bei Klein- und Gleichspannung).
- Die Verbindung zum Schutzleiter-System ist im Schaltplan eingezeichnet.
- Steuerstromkreise sind mit Überstromschutz ausgerüstet und die Schutzeinrichtung ist auf die Steuerstromversorgung abgestimmt.
- Fremdgespeiste Verriegelungsstromkreise sind farblich gekennzeichnet.

2.9.10 Schutz durch PELV

- Die maximale Nennspannung beträgt 25 VAC / 60 VDC in trockenen Räumen.
- Die Speisequelle für PELV-Spannung ist durch einen Trenntransformator nach IEC 742/VDE 0551 realisiert.
- Alle aktiven Teile sind von den anderen Stromkreisen sicher getrennt (z.B. durch getrennte Wände und/oder Isolation für maximale Spannung).
- Falls Steckvorrichtungen vorhanden sind: Stecker und Steckdose passen nur in Steckvorrichtungen für PELV-Kreise.

2.9.11 Steckdosenstromkreise

- Bei Steckvorrichtung ist das zufällige Berühren während des Einführens und beim Ziehen verhindert.
- Baugleiche Steckverbindungen sind deutlich gekennzeichnet und bei Vertauschungsgefahr mechanisch kodiert.

2.9.12 Schutz von Motoren gegen Überhitzung

- Alle Antriebe über 0,5 kW und üblicherweise dauernd in Betrieb sind gegen Überlast geschützt.
- Einstellwerte der Überstromauslöser sind gemäß Schaltplanangaben bzw. Bauteildaten justiert.
- Selbsttätiger Wiederanlauf nach Ansprechen des Überlastschutzes wird verhindert, wenn dadurch ein gefährlicher Zustand entstehen kann
- Antriebe, die speziellen Betriebsbedingungen unterliegen, sind mit einem geeigneten Überlastschutz ausgestattet.

2.9.13 Schutz vor direkter Berührung unter Spannung stehender Teile

- Schutz gegen direktes Berühren wird durch Abdeckungen, Abstände oder Hindernisse gewährleistet (Schutzgrad von mindestens IP2X d. h. fingersicher).
- Alle Abdeckungen sind gegen unbeabsichtigtes Entfernen und Verschieben gesichert.
- Aktive Teile befinden sich innerhalb von Gehäusen oder Umhüllungen. Das Öffnen der Gehäuse (Türen, Deckel, Abdeckungen) ist nur mit Schlüssel oder Werkzeug möglich (Verschlüsse und/oder Schrauben sind unverlierbar).
- Die Isolierung aktiver Teile kann nur durch Zerstören entfernt werden.
- Stromkreise, die nicht über die Netztrenneinrichtung abgeschaltet werden, sind dauerhaft gekennzeichnet und haben einen Schutzgrad von mindestens IP2X.
- Es wurden Vorkehrungen getroffen, die die gespeicherte elektrische Energie während oder nach der Abschaltung schnell auf eine ungefährliche Potenzialhöhe zurückführen.
- Bauteile, deren Restspannung fünf Sekunden nach der Abschaltung noch über 60 V beträgt, sind mit Warnschildern gekennzeichnet.
- Betätigungselemente sind fingersicher (r = 30 mm, T = 80 mm) und handrücksensicher... (r = 100 mm, T = 25 mm) ausgeführt.

Eine Kennzeichnung ist an Schaltschränken und Verteilerdosen für Niederspannung angebracht.







2.9.14 Schutz vor direkter Berührung von Teilen, die durch Fehlzustände spannungsführend geworden sind

- Die Schutzeinrichtung (Überstromschutzeinrichtung, RCDs, Erdschlussüberwachung) ist auf die Netzform und dem Erdungssystem abgestimmt. Die Anforderungen werden eingehalten.
- Alle elektrischen Teile, die im Fehlerfall Spannung annehmen können, sind mit dem Schutzleitersystem verbunden.

2.9.15 Schutz gegen Restspannungen

- Die Restspannung aktiver Teile sinkt nach Abschalten der Versorgung innerhalb von fünf Sekunden auf unter 60 V ab.
- Bei offenen Steckern oder ähnlichen Geräte wird eine Entladezeit von maximal einer Sekunde eingehalten.

2.9.16 Kennzeichnungen und Schilder am Umrichter

Schild	Bedeutung	Anbringungsort
Typenschild mit den Angaben:	<ul style="list-style-type: none"> Name und vollständige Anschrift des Hersteller Bauart Typ / Bezeichnung Maschinen-Nr. Baujahr Technische Daten CE-Zeichen 	gut lesbar am Umrichter
	Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung	Schilder an allen Klemmenkästen, Schaltkästen und Schaltschränken für Niederspannung
	Schutzleiteranschluss	neben den Erdungsschrauben
	Schutzleiter-Anschlussklemme	Kennzeichnung Anschlusspunkt des externen Schutzleiters
	Warnung! Auch bei ausgeschaltetem Hauptschalter liegt an den gekennzeichneten Stellen Spannung an!!	im Schaltschrank
	Achtung! Nach dem Ausschalten ist der Umrichter noch 60 s unter Spannung	Warnschilder an Bauteilen, deren Restspannung fünf Sekunden nach der Abschaltung noch über 60 V beträgt
	Achtung! Nur zu öffnen durch qualifiziertes Personal	An den Schaltschranktüren in der Nähe der Schösser
	Achtung! Bei Netzanschluss auf rechtsdrehendes Drehfeld achten!	Im Schaltschrank an der Netzeingangsklemme
	Licht und Steckdosenstromkreis werden mit dem Hauptschalter nicht abgeschaltet	Im Schaltschrank an Steckdosen und Leuchtmitteln
	Verbot für Personen mit Herzschrittmacher	Am Schaltschrank des Umrichters

2.9.17 Vom Betreiber anzubringende Kennzeichnungen und Schilder

- Der Betreiber ist verpflichtet gegebenenfalls weitere Kennzeichnungen und Schilder am Umrichter und in ihrem Umfeld herum anzubringen.
- Solche Kennzeichnungen und Schilder könnten sich z. B. auf die Vorschrift zum Tragen von persönlicher Schutzausrüstung beziehen.

2.9.18 Sicherheitshinweise für das Bedienpersonal

- Der Umrichter darf nur in technisch einwandfreiem Zustand sowie bestimmungsgemäß, sicherheits- und gefahrenbewusst unter Beachtung der Betriebsanleitung eingesetzt werden!
- Alle Störungen und insbesondere solche, die die Sicherheit beeinträchtigen können, müssen umgehend beseitigt werden!
- Jede Person, die mit der Inbetriebnahme, Bedienung oder Instandhaltung beauftragt ist, muss diese Betriebsanleitung vollständig gelesen und verstanden haben – insbesondere das Kapitel 3 „Sicherheit“. Während des Arbeitseinsatzes ist es zu spät. Dies gilt in besonderem Maße für nur gelegentlich am Umrichter eingesetztes Personal.
- Die Betriebsanleitung muss ständig am Umrichter griffbereit sein.
- Für Schäden und Unfälle, die durch Nichtbeachtung der Betriebsanleitung entstehen, wird keine Haftung übernommen.
- Die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften, sowie die sonstigen allgemeinen anerkannten sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Regeln sind einzuhalten.
- Die Zuständigkeiten für die unterschiedlichen Tätigkeiten im Rahmen der Wartung und Instandhaltung sind klar festzulegen und einzuhalten. Nur so werden Fehlhandlungen – insbesondere in Gefahrensituationen – vermieden.
- Der Betreiber verpflichtet das Bedien- und Wartungspersonal zum Tragen von persönlicher Schutzausrüstung. Dazu gehören insbesondere Sicherheitsschuhe, Schutzbrille und Handschuhe.
- Keine offenen langen Haare, lose Kleidung oder Schmuck tragen! Es besteht grundsätzlich die Gefahr des Hängenbleibens, Einziehens oder Mitnahme an bewegten Teilen!
- Stellen sich sicherheitsrelevante Änderungen am Umrichter ein, sofort Anlage stillsetzen und sichern und den Vorgang der zuständigen Stelle / Person melden!
- Bei der Wartung des Umrichters die Hinweise für Wartungsarbeiten beachten (siehe Kapitel 7.3)!

2.9.19 Sicherheitshinweise zur Instandhaltung und Störungsbeseitigung

- Die vorgeschriebenen oder in der Betriebsanleitung angegebenen Fristen für wiederkehrende Prüfungen / Inspektionen sind einzuhalten!
- Zur Durchführung von Instandhaltungsarbeiten ist eine der Arbeit angemessene Werkstattausrüstung unbedingt erforderlich.
- Rüst-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten, sowie Fehlersuchen dürfen nur bei abgeschalteter Anlage durchgeführt werden.
- Den Instandhaltungsbereich, soweit erforderlich, ist weiträumig abzusichern!
- Den Arbeitsbereich mit einer rot-weißen Sicherungskette und einem Warnschild absperren!
- Bei Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten gelöste Schraubenverbindungen stets festziehen! Sofern vorgeschrieben, die dafür vorgesehenen Schrauben mit Drehmomentschlüssel festziehen!
- Insbesondere Anschlüsse und Verschraubungen sind zu Beginn der Wartung / Reparatur oder Pflege von Verschmutzungen oder Pflegemitteln zu reinigen.

- Einzelteile und größere Baugruppen beim Austausch sorgfältig an Hebezeugen befestigen und sichern, sodass die von ihnen ausgehende Gefahr minimiert ist!
- Nur geeignete und technisch einwandfreie Hebezeuge und Lastaufnahmemittel mit ausreichender Tragkraft verwenden!
- Nicht unter schwebenden Lasten aufhalten oder arbeiten!
- Keine aggressiven Reinigungsmittel verwenden!
- Benutzen Sie nichtfasernde Putztücher!
- Für sichere und umweltschonende Entsorgung von Betriebs- und Hilfsstoffen, sowie Austauschteilen sorgen!

2.9.20 Hinweise auf besondere Gefahrenarten

- Die Arbeiten an der elektrischen Ausrüstung des Umrichters dürfen nur von einer Elektrofachkraft oder von unterwiesenem Personal unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft gemäß den elektrotechnischen Regeln vorgenommen werden!
- Vor dem Öffnen des Schaltschranks muss der Umrichter mit dem Hauptschalter ausgeschaltet und gegen Wiedereinschalten mit einem Sicherheitsschloss gesichert werden!
- Bei Störungen an der elektrischen Energieversorgung den Umrichter sofort mit dem Hauptschalter abschalten!
- Nur Originalsicherungen mit vorgeschriebenen Stromstärken verwenden!
- Elektrische Bauteile, an denen Inspektions-, Wartungs- und Reparaturarbeiten durchgeführt werden, müssen spannungsfrei geschaltet werden. Betriebsmittel, mit denen freigeschaltet wurde, gegen unbeabsichtigtes oder selbsttätiges Wiedereinschalten sichern: Sicherungen wegschließen, Trennschalter blockieren usw.. Bei freigeschalteten elektrischen Bauteilen zuerst auf Spannungsfreiheit prüfen, dann benachbarte unter Spannung stehende Bauteile isolieren!
- Bei Reparaturen darauf achten, dass konstruktive Merkmale nicht sicherheitsmindernd verändert werden (z. B. Kriech- und Luftstrecken sowie Abstände nicht durch Isolierungen verkleinern)!
- Sollten Arbeiten an spannungsführenden Bauteilen (nur in Ausnahmesituationen!) erforderlich sein, eine zusätzliche Person hinzuziehen, die im Notfall den NOT-HALT-Taster oder den Hauptschalter betätigt!
- Nur spannungsisoliertes Werkzeug verwenden!
- Die einwandfreie Erdung des elektrischen Systems muss durch Schutzleitersysteme gewährleistet sein.
- Kabel regelmäßig auf Beschädigungen prüfen und ggf. austauschen!