



Design-Guide zu

EJ-Backplane für TwinSAFE-Module

Version: 1.5.1
Datum: 29.01.2018

BECKHOFF

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
1.1	Hinweise zur Dokumentation	5
1.2	Sicherheitshinweise	6
1.2.1	Auslieferungszustand	6
1.2.2	Sorgfaltspflicht des Betreibers	6
1.2.3	Erklärung der Sicherheitssymbole	7
1.3	Ausgabestände der Dokumentation	7
2	Allgemein	8
2.1	Zweck und Anwendungsbereich	8
2.2	Geltungsbereich	8
2.3	Begriffe und Definitionen	8
2.4	Referenzdokumente	8
2.5	Vorgaben	9
2.6	Umgebungsbedingungen für Safety-EJ-Module	9
2.7	Weitere Festlegungen	9
2.8	TwinSAFE EJ Module	10
2.8.1	TwinSAFE-Logik-EJ-Modul	10
2.8.2	TwinSAFE-Eingangs- oder Ausgangs-EJ-Modul	10
3	Anforderungen an das EJ-Distribution-Board	11
3.1	Anforderungen aus der DIN EN ISO 13849-2:2013	12
3.1.1	Tabelle D.1: Grundlegende Sicherheitsprinzipien	12
3.1.2	Tabelle D.2: Bewährte Sicherheitsprinzipien	13
3.1.3	Tabelle D.3 - Bewährte Bauteile	13
3.1.4	Abschnitt D2 Fehlerausschlüsse	14
3.1.5	Tabelle D.4 - Fehler und Fehlerausschlüsse - Leitungen / Kabel	14
3.1.6	Tabelle D.5 - Fehler und Fehlerausschlüsse - Leiterplatten / bestückte Leiterplatten	15
3.1.7	Tabelle D.6 Fehler und Fehlerausschlüsse Klemmstellen	15
3.1.8	Tabelle D.7 Fehler und Fehlerausschlüsse - Mehrpolige Steckverbindungen	16
3.1.9	Tabelle D.8 bis D.21	16
4	Festlegung Verschmutzungsgrad und Überspannungskategorie	17
4.1	Samtec Steckverbindung	17
4.2	EJ Distribution Board	17
4.3	Kundenspezifischer Steckverbinder	17
4.4	Ermittlung Bemessungs-Stoßspannung	18
5	Luft- und Kriechstrecken (EJ-Board)	19
6	Luft- und Kriechstrecken (kundenspezifische Steckverbinder)	21
7	Anschluss der EJ-Module (Samtec Buchsenleiste)	23
8	Fazit	24
9	Anhang	25
9.1	PinOuts	25
9.1.1	EJ1918 PinOut	25
9.1.2	EJ1957 PinOut	28
9.1.3	EJ2918 PinOut	31
9.1.4	EJ6910 PinOut	33
9.1.5	EJ1914 PinOut	35
9.1.6	EJ2914 PinOut	36

9.2 Support und Service 38

1 Vorwort

1.1 Hinweise zur Dokumentation

Zielgruppe

Diese Beschreibung wendet sich ausschließlich an ausgebildetes Fachpersonal der Steuerungs- und Automatisierungstechnik, das mit den geltenden nationalen und internationalen Normen und Regeln vertraut ist.

Zur Installation und Inbetriebnahme der Komponenten ist die Beachtung der nachfolgenden Hinweise und Erklärungen unbedingt notwendig.

Das Fachpersonal hat sicherzustellen, dass die Anwendung bzw. der Einsatz der beschriebenen Produkte alle Sicherheitsanforderungen, einschließlich sämtlicher anwendbaren Gesetze, Vorschriften, Bestimmungen und Normen erfüllt.

Dokumentenursprung

Diese Dokumentation ist in deutscher Sprache verfasst. Alle weiteren Sprachen werden von dem deutschen Original abgeleitet.

Aktualität

Bitte prüfen Sie, ob Sie die aktuelle und gültige Version des vorliegenden Dokumentes verwenden. Auf der Beckhoff Homepage finden Sie unter <http://www.beckhoff.de/german/download/twinsafe.htm> die jeweils aktuelle Version zum Download. Im Zweifelsfall wenden Sie sich bitte an den technischen [Support](#) [▶ 38].

Produkteigenschaften

Gültig sind immer nur die Produkteigenschaften, die in der jeweils aktuellen Anwenderdokumentation angegeben sind. Weitere Informationen, die auf den Produktseiten der Beckhoff Homepage, in E-Mails oder sonstigen Publikationen angegeben werden, sind nicht maßgeblich.

Disclaimer

Diese Dokumentation wurde sorgfältig erstellt. Die beschriebenen Produkte unterliegen zyklisch einer Revision. Deshalb ist die Dokumentation nicht in jedem Fall vollständig auf die Übereinstimmung mit den beschriebenen Leistungsdaten, Normen oder sonstigen Merkmalen geprüft. Wir behalten uns das Recht vor, die Dokumentation jederzeit und ohne Ankündigung zu überarbeiten und zu ändern. Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen in dieser Dokumentation können keine Ansprüche auf Änderung bereits gelieferter Produkte geltend gemacht werden.

Marken

Beckhoff®, TwinCAT®, EtherCAT®, Safety over EtherCAT®, TwinSAFE®, XFC® und XTS® sind eingetragene und lizenzierte Marken der Beckhoff Automation GmbH.

Die Verwendung anderer in dieser Dokumentation enthaltenen Marken oder Kennzeichen durch Dritte kann zu einer Verletzung von Rechten der Inhaber der entsprechenden Bezeichnungen führen.

Patente

Die EtherCAT-Technologie ist patentrechtlich geschützt, insbesondere durch folgende Anmeldungen und Patente: EP1590927, EP1789857, DE102004044764, DE102007017835 mit den entsprechenden Anmeldungen und Eintragungen in verschiedenen anderen Ländern.

Die TwinCAT-Technologie ist patentrechtlich geschützt, insbesondere durch folgende Anmeldungen und Patente: EP0851348, US6167425 mit den entsprechenden Anmeldungen und Eintragungen in verschiedenen anderen Ländern.



EtherCAT® ist eine eingetragene Marke und patentierte Technologie lizenziert durch die Beckhoff Automation GmbH, Deutschland

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.

Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Lieferbedingungen

Es gelten darüber hinaus die allgemeinen Lieferbedingungen der Fa. Beckhoff Automation GmbH & Co. KG.

1.2 Sicherheitshinweise

1.2.1 Auslieferungszustand

Die gesamten Komponenten werden je nach Anwendungsbestimmungen in bestimmten Hard- und Software-Konfigurationen ausgeliefert. Änderungen der Hard-, oder Software-Konfiguration, die über die dokumentierten Möglichkeiten hinausgehen sind unzulässig und bewirken den Haftungsausschluss der Beckhoff Automation GmbH & Co. KG.

1.2.2 Sorgfaltspflicht des Betreibers

Der Betreiber muss sicherstellen, dass

- die TwinSAFE-Produkte nur bestimmungsgemäß verwendet werden (siehe Kapitel Produktbeschreibung).
- die TwinSAFE-Produkte nur in einwandfreiem, funktionstüchtigem Zustand betrieben werden.
- nur ausreichend qualifiziertes und autorisiertes Personal die TwinSAFE-Produkte betreibt.
- dieses Personal regelmäßig in allen zutreffenden Fragen von Arbeitssicherheit und Umweltschutz unterwiesen wird, sowie die Betriebsanleitung und insbesondere die darin enthaltenen Sicherheitshinweise kennt.
- die Betriebsanleitung stets in einem leserlichen Zustand und vollständig am Einsatzort der TwinSAFE-Produkte zur Verfügung steht.
- alle an den TwinSAFE-Produkten angebrachten Sicherheits- und Warnhinweise nicht entfernt werden und leserlich bleiben.

1.2.3 Erklärung der Sicherheitssymbole

In der vorliegenden Betriebsanleitung werden die folgenden Symbole mit einem nebenstehenden Sicherheitshinweis oder Hinweistext verwendet. Die Sicherheitshinweise sind aufmerksam zu lesen und unbedingt zu befolgen!

 GEFAHR	<p>Akute Verletzungsgefahr!</p> <p>Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, besteht unmittelbare Gefahr für Leben und Gesundheit von Personen!</p>
 WARNUNG	<p>Verletzungsgefahr!</p> <p>Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, besteht Gefahr für Leben und Gesundheit von Personen!</p>
 VORSICHT	<p>Schädigung von Personen!</p> <p>Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, können Personen geschädigt werden!</p>
 Achtung	<p>Schädigung von Umwelt oder Geräten</p> <p>Wenn der Hinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, können Umwelt oder Geräte geschädigt werden.</p>
 Hinweis	<p>Tipp oder Fingerzeig</p> <p>Dieses Symbol kennzeichnet Informationen, die zum besseren Verständnis beitragen.</p>

1.3 Ausgabestände der Dokumentation

Version	Kommentar
1.5.1	<ul style="list-style-type: none"> • Änderungen nach Review
1.5.0	<ul style="list-style-type: none"> • Maximale Spannung auf 60 V erhöht und Auswahl der Luft- und Kriechstrecken entsprechend angepasst
1.4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Anhang aktualisiert • Hinweise zu nicht zertifizierten Produkten entfernt
1.3.0	<ul style="list-style-type: none"> • EJ1914 / EJ2914 Pinout hinzugefügt • Hinweis zu Pinouts von nicht-zertifizierten Produkten hinzugefügt
1.2.0	<ul style="list-style-type: none"> • Normen Referenz aktualisiert
1.1.0	<ul style="list-style-type: none"> • Kapitel Vorgaben erweitert
1.0.0	<ul style="list-style-type: none"> • Erste freigegebene Version

2 Allgemein

2.1 Zweck und Anwendungsbereich

Dieses Dokument richtet sich an Entwickler, die eine Backplane bzw. ein EJ-Distribution-Board erstellen möchten, auf dem neben Standard-EJ-Modulen auch sichere EJ-Module zum Einsatz kommen sollen.

Das Dokument [R1] gibt Hinweise zum generellen Design eines EJ-Distribution-Boards für Standard-EJ-Module. Für sichere EJ-Komponenten muss dieser Design-Guide entsprechend erweitert werden. Dieses Dokument enthält nur die Erweiterung zu [R1]. Alle Anforderungen aus [R1] müssen ebenfalls erfüllt sein.

2.2 Geltungsbereich

Dieses Dokument ist eine Erweiterung zum unter [R1] genannten Dokument. Die Anforderungen aus [R1] und diesem Dokument müssen erfüllt werden, um ein EJ Distribution Board zu entwickeln.

2.3 Begriffe und Definitionen

n/a	not applicable - nicht anwendbar
PCB	Printed-Circuit-Board - Leiterplatte

2.4 Referenzdokumente

Die aufgeführten Referenzdokumente sind mit ihrem jeweils aktuellen Ausgabestand zum Zeitpunkt dieser Dokumentationserstellung aufgelistet. Der Anwender muss dafür Sorge tragen, dass immer die jeweils aktuelle Norm für die Entwicklung herangezogen wird. Alle genannten Referenzen müssen dem Anwender im Original vorliegen. Dieses Dokument kann nicht als Ersatz für die genannten Referenzen verwendet werden.

[R1]	EJxxxx EtherCAT plug-in modules Design Guide Version 4.2 vom 03.02.2016 oder neuer
[R2]	DIN EN ISO 13849-2:2013 <i>„Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 2: Validierung“</i>
[R3]	EN 60664-1:2007 <i>„Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen - Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen“</i>
[R4]	DIN EN ISO 13849-1:2016-06 <i>„Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze“</i>
[R5]	-
[R6]	EN 60664-5:2007 <i>„Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen - Teil 5: Ein umfassendes Verfahren zur Bemessung der Luft- und Kriechstrecken für Abstände gleich oder unter 2 mm“</i>
[R7]	IPC-A-600H Acceptability of Printed Boards
[R8]	IPC-2221B Generic Standard on Printed Board Design

 Hinweis	EN 60664-5 Die Luft- und Kriechstrecken nach der EN 60664-5 (unter [R6] aufgeführt) gelten nur für Abstände unter 2mm. Daher wird in dieser Betrachtung die EN 60664-1 (unter [R3] aufgeführt) als allgemeingültige Norm herangezogen.
---	--

2.5 Vorgaben

Die Versorgung auf dem EJ Distribution Board für die Safety EJ Module darf nur von einem SELV/PELV Netzteil mit einer nominalen Spannung von 24 V_{DC} erfolgen.

Für andere Standard Module, wie z.B. ServoDrive Module, kann eine höhere Spannung notwendig sein. Diese Versorgung darf mit einem SELV/PELV Netzteil mit einer nominalen Spannung von 48 V_{DC} erfolgen.

 WARNUNG	<p>Spannungsversorgung 24 V_{DC}</p> <p>Zur Versorgung der TwinSAFE EJ-Module mit 24 V_{DC} muss ein SELV/PELV Netzteil mit einer ausgangsseitigen Spannungsbegrenzung von U_{max} = 36 V_{DC} verwendet werden. Bei Nichtbeachtung kann dies zum Verlust der Sicherheit führen.</p>
 WARNUNG	<p>Spannungsversorgung 48 V_{DC}</p> <p>Zur Versorgung der Standard EJ-Module mit 48 V_{DC} muss ein SELV/PELV Netzteil mit einer ausgangsseitigen Spannungsbegrenzung von U_{max} = 60 V_{DC} verwendet werden. Bei Nichtbeachtung kann dies zum Verlust der Sicherheit führen.</p>
 Achtung	<p>Überspannungsschutz</p> <p>Sehen Sie für die Versorgungsspannung des EJ-Distributionboards und der TwinSAFE-EJ-Module eine Schutzbeschaltung (Surge-Filter) gegen Überspannung vor, falls in Ihrer Anlage der Schutz vor Überspannungen erforderlich ist Dieser Surge-Filter kann auf dem EJ-Distributionboard oder als externer Filterbaustein realisiert werden und soll Transienten oberhalb von 36 V limitieren.</p>
 WARNUNG	<p>Spannungen max. 60 V</p> <p>Die Auswahl der Bemessungs-Stoßspannung gilt nur, wenn auf der Leiterkarte keine höheren Spannungen als die hier angenommenen 60 V vorhanden sind bzw. verwendet werden.</p>
 Hinweis	<p>Spannungen größer 60 V</p> <p>Dieses Dokument kann NICHT zur Auslegung der Luft- und Kriechstrecken verwendet werden, wenn auf dem EJ-Distribution-Board Spannungen größer 60 V vorhanden sind.</p>

2.6 Umgebungsbedingungen für Safety-EJ-Module

Die Umgebungsbedingungen, in denen die Safety-EJ-Module betrieben werden dürfen, entnehmen Sie bitte der jeweiligen Anwender-Dokumentation.

2.7 Weitere Festlegungen

Das EJ Distribution Board muss eine Leiterplatte sein (en: **Printed-Circuit-Board**). Es wird weiterhin davon ausgegangen, dass auf dem EJ Distribution Board keine weiteren Bauteile außer den Steckverbindern verwendet werden.

 Hinweis	<p>Weitere Bauteile auf dem EJ Distribution Board</p> <p>Werden auf dem EJ Distribution Board weitere z.B. elektronische Bauteile verwendet, muss eine getrennte Bewertung dieser Schaltungen durch den Anwender erfolgen.</p>
---	---

2.8 TwinSAFE EJ Module

2.8.1 TwinSAFE-Logik-EJ-Modul

Das TwinSAFE-Logik EJ-Modul hat keine Ein- und Ausgänge zu Sensoren oder Aktoren, sondern verwendet nur die E-Bus Kommunikation, um mit anderen TwinSAFE Komponenten über Safety-over-EtherCAT sichere Daten auszutauschen. Die EtherCAT Kommunikation liegt im Black Channel des EJ-Moduls. In der Safety-over-EtherCAT Spezifikation sind entsprechende Fehleraufdeckungsmechanismen definiert, so dass Fehler in der Kommunikation aufgedeckt werden. Somit gibt es keine speziellen Anforderungen an das Board-Design.

2.8.2 TwinSAFE-Eingangs- oder Ausgangs-EJ-Modul

Die sicheren Ein- und Ausgangs-EJ-Module verwenden ebenfalls die Safety-over-EtherCAT Kommunikation zum Austausch der sicheren Daten mit der TwinSAFE Logik. Dieser Teil liegt im Black Channel des jeweiligen Moduls und ist von den Ein- und Ausgängen entsprechend [R1] getrennt. Die Signale zu den Sensoren und Aktoren können mit Testpulsen belegt werden und somit können Fehler in der Leitungsführung detektiert werden. Die Aktivierung der Testpulse hat Einfluss auf den erreichbaren Performance Level der jeweiligen Sicherheitsfunktionen.

Zusätzlich müssen die folgenden Anmerkungen zu Luft- und Kriechstrecken eingehalten werden, um einen Querschuss zwischen zwei benachbarten Leiterbahnen oder Kontaktstellen auszuschließen.

3 Anforderungen an das EJ-Distribution-Board

Dieses Kapitel beschreibt die Anforderungen an ein EJ Distribution Board bei Verwendung eines Safety-EJ-Moduls.

Die Betrachtung muss für 3 unterschiedliche Teile des Distribution-Boards durchgeführt werden.

- Steckverbinder SAMTEC zwischen EJ-Modul und Distribution-Board
- Leiterbahnen auf dem Distribution-Board
- Kundenspez. Steckverbinder vom Distribution-Board ins Feld

Für alle 3 Bereiche wird in den folgenden Kapiteln die Festlegung der Luft- und Kriechstrecken durchgeführt und auch die Herleitung dargestellt.

3.1 Anforderungen aus der DIN EN ISO 13849-2:2013

3.1.1 Tabelle D.1: Grundlegende Sicherheitsprinzipien

Die folgende Tabelle mit Spalte 1 und 2 sind [R2] entnommen. Die letzte Spalte enthält Kommentare für den Entwickler der PCB, die nicht normativ vorgegeben sind.

Grundlegendes Sicherheitsprinzip	Bemerkungen	Kommentare, nicht normativ: Durch den PCB-Entwickler zu berücksichtigen
Anwendung geeigneter Werkstoffe und Herstellungsverfahren	Auswahl des Werkstoffs, der Herstellungs- und Behandlungsverfahren unter Berücksichtigung von z.B. Spannung, Haltbarkeit, Elastizität, Reibung, Verschleiß, Korrosion, Temperatur, Leitfähigkeit, mechanischer Festigkeit der Isolierstoffe.	Vorgabe aus Tabelle D.5: Als Basismaterial wird mindestens EP GC nach IEC 60893-1 verwendet.
richtige Dimensionierung und Formgebung	Berücksichtigen z.B. von Spannung, Dehnung, Ermüdung, Oberflächenrauheit, Grenzabmaßen, Herstellungsverfahren.	Design z.B. entsprechend [R8] und Prüfung entsprechend [R7] Klasse 3
Geeignete(r) Auswahl, Kombination, Anordnungen, Zusammenbau und Einbau der Bauteile/des Systems	Berücksichtigen von Anwendungshinweisen des Herstellers, z.B. Katalogblätter, Einbauanweisungen, Festlegungen, sowie Anwendung bewährter technischer Erfahrungen.	siehe Anwender-Dokumentation der Safety Komponenten
richtige Schutzleiterverbindung	Eine Seite des Steuerstromkreises, eine Klemme jedes elektromagnetisch betätigten Geräts oder eine Klemme anderer elektrischer Geräte ist mit einem Schutzleiter verbunden (siehe IEC 60204-1:2005, 9.4.3.1).	muss Anwender-seitig erbracht werden
Isolationsüberwachung	Eine Einrichtung zur Isolationsüberwachung ist anzuwenden, die einen Erdschluss entweder anzeigt oder den Stromkreis nach einem Erdschluss selbsttätig unterbricht (siehe IEC 60204-1:2005, 6.3.3.)	muss Anwender-seitig erbracht werden
Anwendung des Prinzips der Energietrennung	Ein sicherer Zustand wird erreicht, indem alle wichtigen Einrichtungen von der Energiequelle abgetrennt werden, z.B. durch Anwendung eines üblicherweise geschlossenen Kontakts (NC) für Eingänge (Tast- und Positionsschalter) und eines üblicherweise geöffneten Kontakts (NO) für Relais (siehe auch ISO 12100:2010, 6.2.11.3). In einigen Fällen können Ausnahmen möglich sein, z.B. dann, wenn der Ausfall der Versorgung mit Elektroenergie eine zusätzliche Gefährdung darstellt. Zeitverzögernde Funktionen können erforderlich sein, um einen sicheren Zustand des Systems zu erreichen (siehe IEC 60204-1:2005, 9.2.2).	muss Anwender-seitig erbracht werden
Unterdrückung von Spannungsspitzen	Eine Einrichtung zur Unterdrückung der Spannungsspitzen (RC-Glied, Diode, Varistor) ist parallel zur aufgetragenen Last, jedoch nicht parallel zu den Kontakten, anzuwenden. Anmerkung: Durch eine Diode wird die Ausschaltzeit erhöht.	findet typischerweise nur außerhalb der Leiterplatte Anwendung
Verringerung der Ansprechzeit	Minimierung der Verzögerung beim Ausschalten der zum Schalten verwendeten Bauteile.	durch den Anwender zu berücksichtigen
Verträglichkeit	Anwendung von Bauteilen, die für die angewendeten Spannungen und Ströme geeignet sind.	siehe Anwender-Dokumentation der Safety Komponenten
Beständigkeit gegen Umgebungsbeanspruchungen	Gestalten der Einrichtungen, dass sie in allen für den Einsatz erwarteten Umgebungen und unter ungünstigen Bedingungen, z.B. Temperatur, Feuchte, Vibration und elektromagnetische Störung (EMI), arbeiten können (siehe Abschnitt 10).	siehe Anwender-Dokumentation der Safety Komponenten
sichere Befestigung der Eingabegeräte	Die Eingabegeräte sind so zu sichern, z.B. durch Verriegelungsschalter, Positionsschalter, Grenzlagenschalter, Näherungsschalter, dass Stellung, Ausrichtung und Schalltoleranzen unter allen erwarteten Bedingungen, z.B. Vibration, üblicher Verschleiß, Eindringen von Fremdkörpern, Temperatur, eingehalten werden. Siehe ISO 14119:1998, Abschnitt 5.	n/a
Schutz gegen unerwarteten Anlauf	Vermeiden von unerwartetem Anlauf, z.B. nach Wiederherstellung der Energieversorgung (siehe ISO 12100:2010, 6.2.11.4, ISO 14118, IEC 60204-1).	n/a
Schutz des Steuerstromkreises	Der Steuerstromkreis sollte nach IEC 60204-1:2005, 7.2 und 9.1.1, geschützt werden.	n/a
aufeinander folgendes Schalten bei Stromkreisen mit Reihenanschlüssen redundanter Signale	Zum Vermeiden des Fehlers gemeinsamer Ursache beim Verschweißen beider Kontakte findet das gleichzeitige Ein- und Ausschalten nicht statt, so dass ein Kontakt immer ohne Strom schaltet.	n/a

3.1.2 Tabelle D.2: Bewährte Sicherheitsprinzipien

Die folgende Tabelle mit Spalte 1 und 2 sind [R2] entnommen. Die letzte Spalte enthält Kommentare für den Entwickler der PCB, die nicht normativ vorgegeben sind.

Bewährtes Sicherheitsprinzip	Bemerkungen	Kommentare, nicht normativ: Durch den PCB Entwickler zu berücksichtigen
mechanisch zwangsläufig verbundene Kontakte	Anwendung mechanisch zwangsläufig verbundener Kontakte, z. B. für Überwachungsfunktion in Systemen der Kategorie 2, 3 und 4 (siehe EN 50205, IEC 60947-4-1:2001, Anhang F, IEC 60947-5-1:2003 + A1:2009, Anhang L).	n/a
Fehlervermeidung in Kabeln	Um Kurzschlüsse zwischen zwei benachbarten Leitungen zu vermeiden, entweder <ul style="list-style-type: none"> • an jeder einzelnen Leitung Kabel verwenden, deren Abschirmung mit dem Schutzleitersystem verbunden ist, oder • in Flachkabeln, Anwendung eines Schutzleiters zwischen allen Signalleitungen. 	durch den Anwender zu berücksichtigen
Abstände zwischen elektrischen Leitern	Anwenden eines ausreichenden Abstands zwischen Anschlussklemmen, Bauteilen und Leitungen, so dass unbeabsichtigte Verbindungen vermieden werden.	entsprechend Tabelle D.5
Energiebegrenzung	Zur Zuführung einer begrenzten Energiemenge ist ein Kondensator anzuwenden, z. B. bei Anwendung einer Zeittaktsteuerung.	n/a
Begrenzung elektrischer Parameter	Begrenzung von Spannung, Strom, Energie oder Frequenz, um die Bewegung einzuschränken, z. B. durch Drehmomentbegrenzung, versetztes/zeitlich begrenztes Laufenlassen und verringerte Geschwindigkeit, zum Vermeiden eines unsicheren Zustands	n/a
Vermeidung undefinierter Zustände	Undefinierte Zustände im Steuersystem sind zu vermeiden. Das Steuersystem ist konstruktiv so zu gestalten, dass während des üblichen Betriebs und unter allen erwarteten Betriebsbedingungen der Zustand des Steuersystems, z. B. Ausgang/Ausgänge, vorherbestimmt werden kann.	n/a
Zwangsläufiger Betätigungsmodus	Eine direkte Betätigung wird durch Formschluss (nicht durch Kraftschluss) ohne elastische Elemente übertragen, d. h. keine Anwendung von Federn zwischen Stellglied und Kontakten (siehe ISO 14119:1998, 5.1, ISO 12100:2010, 6.2.5).	n/a
Zustandsausrichtung bei Ausfällen	Nach Möglichkeit sollten alle Einrichtungen/Schaltungen bei Ausfall in einen sicheren Zustand übergehen oder zu sicheren Bedingungen.	wird durch das Safety-EJ-Modul realisiert
gerichteter Ausfall	Wenn durchführbar, sollten Bauteile oder Systeme angewendet werden, bei denen die Ausfallart im Voraus bekannt ist (siehe ISO 12100:2010, 6.2.12.3).	wird durch das Safety-EJ-Modul realisiert
Überdimensionierung	Bauteile, die in Schutzschaltkreisen angewendet werden, müssen unterlastet werden, z. B. durch <ul style="list-style-type: none"> • den Strom, der durch die Schaltkontakte geleitet wird, und der weniger als die Hälfte des Strom-Nennwertes betragen sollte, • die Schaltfrequenz der Bauteile, die weniger als die Hälfte des Schaltfrequenz-Nennwertes betragen sollte, und • die Gesamtanzahl der erwarteten Schaltungen, die höchstens 10% der Anzahl der Schaltungen, für die diese elektrische Einrichtung ausgelegt ist, betragen sollte. ANMERKUNG Unterbelastung kann von der sinnvollen Gestaltung abhängen.	Auslegung durch den Anwender erforderlich.
Verringerung von Fehlermöglichkeiten	Trennung sicherheitsbezogener von anderen Funktionen	wird durch das Safety-EJ-Modul realisiert
Gleichgewicht zwischen Komplexität/ Vereinfachung	Ein Ausgleich sollte hergestellt werden zwischen: <ul style="list-style-type: none"> • der Komplexität der Einrichtungen, um eine bessere Steuerung zu erreichen und • der Vereinfachung der Einrichtungen, um ihre Zuverlässigkeit zu verbessern 	n/a

3.1.3 Tabelle D.3 - Bewährte Bauteile

Diese Tabelle kommt nicht zur Anwendung, da keine „bewährten“ Bauteile zum Einsatz kommen.

3.1.4 Abschnitt D2 Fehlerausschlüsse

Im Abschnitt D2 von [R2] wird auf Fehlerausschlüsse eingegangen.

Zu D.2.1 Allgemeines aus [R2]:

Die Umgebungsbedingungen, unter denen die Safety-EJ-Module betrieben werden dürfen, sind in der Anwenderdokumentation beschrieben und festgelegt.

Zu D.2.2 „Zinn-Whiskers“ aus [R2]:

ANMERKUNG 3 Whiskers an Leiterplatten wurden noch nicht festgestellt. Die Leiterbahnen bestehen üblicherweise aus Kupfer ohne Zinnbeschichtung. Kontaktstellen können mit Zinnlegierung beschichtet sein, doch scheint das Produktionsverfahren die Anfälligkeit für die Whisker-Bildung nicht zu fördern.

Trotz der Anmerkung 3 sollte dieser Punkt durch den Anwender im Design berücksichtigt werden.

Zu D.2.3 Kurzschlüsse an PCB-montierten Teilen aus [R2]:

„Kurzschluss zwischen zwei benachbarten Leiterbahnen/Kontaktstellen“ wie in Tabelle D.5 (siehe Kapitel [Tabelle D.5 - Fehler und Fehlerausschlüsse - Leiterplatten / bestückte Leiterplatten](#) ► 15]) müssen berücksichtigt werden.

Zu D.2.4 Fehlerausschlüsse und integrierte Schaltkreise aus [R2]:

Da keine integrierten Schaltkreise auf dem EJ Distribution Board verwendet werden, kommt dieser Punkt nicht zur Anwendung.

3.1.5 Tabelle D.4 - Fehler und Fehlerausschlüsse - Leitungen / Kabel

Tabelle D.4 kommt nicht zur Anwendung, da keine Leitungen und Kabel im EJ Distribution Board verwendet werden.



Hinweis

Externe Verkabelung

Für die externe Verkabelung vom kundenspezifischen Steckverbinder ins Feld muss Tabelle D.4 durch den Anwender berücksichtigt werden.

3.1.6 Tabelle D.5 - Fehler und Fehlerausschlüsse - Leiterplatten / bestückte Leiterplatten

Die folgende Tabelle ist komplett aus [R2] übernommen.

Betrachteter Fehler	Fehlerausschluss	Bemerkungen
Kurzschluss zwischen benachbarten Leiterbahnen / Kontaktstellen	Kurzschlüsse zwischen benachbarten Leitern, wenn die Bemerkungen zutreffen.	<p>Als Basismaterial wird mindestens EP GC nach IEC 60893-1 verwendet.</p> <p>Die Luft- und Kriechstrecken werden mindestens nach IEC 60664-5 (für Strecken von mehr als 2 mm IEC 60664-1) bemessen mit Verschmutzungsgrad 2 / Überspannungskategorie III;</p> <p>Wenn beide Leiterbahnen über ein SELV/PELV-Netzgerät versorgt werden, gilt Verschmutzungsgrad 2 / Überspannungskategorie II mit einer Mindeststrecke von 0,1 mm.</p> <p>Die montierte Platte ist in eine Einfassung eingebaut, die vor leitfähiger Verschmutzung schützt, z. B. eine Einfassung mit einem Schutzgrad von mindestens IP54 und die gedruckte(n) Seite(n) der bestückten Platte wird/ werden mit einer alterungsbeständigen Lack- oder Schutzschicht so versehen, dass alle Leiterbahnen abgedeckt sind.</p>
Unterbrechung in allen Leiterbahnen	Nein	—

3.1.7 Tabelle D.6 Fehler und Fehlerausschlüsse Klemmstellen

Tabelle D.6 kommt nicht zur Anwendung, da keine Klemmstellen auf dem EJ Distribution Board verwendet werden.

3.1.8 Tabelle D.7 Fehler und Fehlerausschlüsse - Mehrpolige Steckverbindungen

Die folgende Tabelle ist komplett aus [R2] übernommen.

Betrachteter Fehler	Fehlerausschluss	Bemerkungen
Kurzschluss zwischen zwei beliebigen benachbarten Steckerstiften	Kurzschluss zwischen benachbarten Steckerstiften, wenn die Bemerkung zutrifft. Wenn der Leiter auf eine PCB montiert ist, gelten die Erwägungen zum Fehlerausschluss aus Tabelle D.5.	Für mehradrige Drähte durch Anwendung von Aderendhülsen oder anderer geeigneter Mittel. Kriech- und Luftstrecken und alle Abstände sollten mindestens nach IEC 60664-1, Überspannungskategorie III, bemessen sein.
vertauschter oder unrichtig eingesteckter Stift, wenn keine mechanische Möglichkeit zur Verhinderung vorgesehen ist	Nein	—
Kurzschluss zwischen einem beliebigen Leiter (siehe Bemerkung) und der Erde oder einem leitenden Teil oder dem Schutzleiter	Nein	Die Drahtader des Kabels wird als Teil der mehrpoligen Steckverbindung angesehen.
Unterbrechung einzelner Steckerstifte	Nein	—

3.1.9 Tabelle D.8 bis D.21

Werden auf dem EJ Distribution Board neben einer reinen Signal-Verteilung auch weitere elektrische / elektronische Komponenten eingesetzt, muss der Anwender auch die jeweils zugehörigen Tabellen D.8 bis D.21 berücksichtigen.

4 Festlegung Verschmutzungsgrad und Überspannungskategorie

In Tabelle D.5 und D.7 aus [R2] werden der Verschmutzungsgrad und die Überspannungskategorie festgelegt.

4.1 Samtec Steckverbindung

Die Samtec Buchsenleiste auf dem Distribution-Board und der Pfostenstecker auf dem EJ-Modul sind beide PCB-seitig gelötet.

Nach Tabelle D.7 (Fehlerausschlüsse - Mehrpolige Steckverbinder) aus [R2] gelten für PCB-seitig montierte Steckverbinder die Erwägungen zum Fehlerausschluss aus D.5 aus [R2]. Dementsprechend gilt ein Verschmutzungsgrad 2 / Überspannungskategorie III.

Da ein SELV/PELV Netzteil vorgeschrieben ist, kann die Überspannungskategorie auf II reduziert werden.

 Hinweis	<p>Ergebnis Samtec Steckverbindung</p> <p>Für die Samtec Steckverbindung gilt Verschmutzungsgrad 2 / Überspannungskategorie II.</p>
---	--

4.2 EJ Distribution Board

Für das Distribution Board gilt Tabelle D.5 aus [R2] Fehler und Fehlerausschlüsse - Leiterplatten / bestückte Leiterplatten.

Nach Tabelle D.5 aus [R2] gilt ein Verschmutzungsgrad 2 / Überspannungskategorie III.

Da ein SELV/PELV Netzteil vorgeschrieben ist, kann die Überspannungskategorie auf II reduziert werden.

 Hinweis	<p>Ergebnis Distribution Board</p> <p>Für das Distribution Board gilt Verschmutzungsgrad 2 / Überspannungskategorie II.</p>
---	--

4.3 Kundenspezifischer Steckverbinder

Typischerweise wird der kundenspezifische Steckverbinder auf der PCB-Seite gelötet. Auf der Steckerseite findet eine kundenspezifische Verdrahtung statt.

Nach Tabelle D.7 (Fehlerausschlüsse - Mehrpolige Steckverbinder) aus [R2] gelten für PCB-seitig montierte Steckverbinder die Erwägungen zum Fehlerausschluss aus D.5 aus [R2]. Dementsprechend gilt ein Verschmutzungsgrad 2 / Überspannungskategorie III.

Da ein SELV/PELV Netzteil vorgeschrieben ist, kann die Überspannungskategorie auf II reduziert werden.

Für die Stecker-Seite kann diese Reduzierung nicht angewendet werden. Alle Abstände müssen mindestens nach Überspannungskategorie III bemessen sein.

 Hinweis	<p>Ergebnis kundenspezifische Steckverbindung</p> <p>Für die kundenspezifische Steckverbindung gilt Verschmutzungsgrad 2 / Überspannungskategorie II für die PCB-Seite und Verschmutzungsgrad 2 / Überspannungskategorie III für die Stecker-Seite.</p>
---	--

4.4 Ermittlung Bemessungs-Stoßspannung

Die Bemessungs-Stoßspannung wird über Tabelle F.1 aus [R3] ermittelt. Dieser Wert ist die Kenngröße mit dem die Luft- und Kriechstrecken bemessen werden können.

Die Nennspannung eines $48 V_{DC}$ SELV/PELV Netzteiles liegt typischerweise zwischen $48 V_{DC}$ und $56 V_{DC}$. Die maximale Spannung liegt bei $60 V_{DC}$, somit wird in der Tabelle F.1 für die Spannung zwischen Leiter und Neutraleiter $100 V$ angenommen.

Spannung Leiter zu Neutraleiter, abgeleitet von der Nennwechsel- oder Nenngleichspannung bis einschließlich (in V)	Bemessungs-Stoßspannung			
	Überspannungskategorie			
	I (in V)	II (in V)	III (in V)	IV (in V)
50	330	500	800	1500
100	500	800	1500	2500



Hinweis

Bemessungs-Stoßspannung

Überspannungskategorie II: 800 V

Überspannungskategorie III: 1500 V

5 Luft- und Kriechstrecken (EJ-Board)

Die folgenden Bemessungen gelten für das EJ Distribution Board und die PCB-seitigen mehrpoligen Steckverbinder.

 Hinweis	Steckverbinder Bei den PCB-seitig montierten Steckverbindern muss der mechanische Aufbau des Steckers berücksichtigt werden.
---	--

Die Luftstrecken werden für transiente Überspannungen bestimmt.

Unter Annahme der im vorherigen Kapitel ermittelten Bemessungs-Stoßspannungen ergeben sich die folgenden Mindestluftstrecken.

Luftstrecken für transiente Überspannungen nach [R3] Tabelle F.2

Folgende Tabelle ist ein Ausschnitt der Tabelle F.2 aus [R3]. Die komplette Tabelle und die Anmerkungen dazu finden Sie in der Norm.

Erforderliche Steh-Stoßspannung (in kV)	Mindestluftstrecken bei Höhen bis 2000 m über Meereshöhe (NN)					
	Bedingung A - inhomogenes Feld (in mm)			Bedingung B - homogenes Feld (in mm)		
	Verschmutzungsgrad			Verschmutzungsgrad		
	1	2	3	1	2	3
0,33	0,01	0,20	0,80	0,01	0,20	0,80
0,40	0,02			0,02		
0,50	0,04			0,04		
0,60	0,06			0,06		
0,80	0,10			0,10		
1,0	0,15			0,15		
1,2	0,25	0,25	0,20			
1,5	0,50	0,5	0,30	0,30		
2,0	1,0	1,0	1,0	0,45	0,45	

Bei Leiterplatten gelten die Werte des Verschmutzungsgrad 1 mit der Ausnahme, dass eine Luftstrecke von 0,04 mm nicht unterschritten werden darf.

 Hinweis	Luftstrecke für das EJ-Board Die Luftstrecke beträgt 0,10 mm für ein homogenes und inhomogenes Feld. Dies entspricht auch der minimalen Luftstrecke von 0,1 mm aus D.5 [R2]. Diese Luftstrecken gelten nur bis zu einer Höhe von 2000 m über NN.
---	---

 Hinweis	Luftstrecke für den PCB-seitigen Steckverbinder Die Luftstrecke beträgt 0,20 mm für ein homogenes und inhomogenes Feld. Diese Luftstrecken gelten nur bis zu einer Höhe von 2000 m über NN.
---	--

Kriechstrecken nach [R3] Tabelle F.4

Anhand der Tabelle F.3a wird die Spannung ermittelt, die für Tabelle F.4 angesetzt werden muss.

Die Nennspannung eines $48 V_{DC}$ SELV/PELV Netzteiles liegt typischerweise zwischen $48 V_{DC}$ und $56 V_{DC}$. Die maximale Spannung liegt bei $60 V_{DC}$, somit wird in der Tabelle F.4 die aus Tabelle F.3a ermittelte Spannung von $63 V$ verwendet.

Spannung (Effektivwert in V)	Mindestkriechstrecken										
	gedruckte Schaltungen										
	Verschmutzungsgrad										
	1		2		1			2		3	
Alle ISG*	Alle ISG außer IIIb	Alle ISG	ISG I	ISG II	ISG III	ISG I	ISG II	ISG III	ISG I	ISG II	ISG III
40	0,025	0,040	0,16	0,56	0,80	1,10	1,40	1,60	1,80		
50	0,025	0,040	0,18	0,60	0,85	1,20	1,50	1,70	1,90		
63	0,040	0,063	0,20	0,63	0,90	1,25	1,60	1,80	2,00		
80	0,063	0,100	0,22	0,67	0,95	1,30	1,70	1,90	2,10		

* ISG - Isolierstoff-Gruppe (siehe Kapitel 4.8.1.3 in [R3])

 Hinweis	<p>Mindestkriechstrecken</p> <p>Die Mindestkriechstrecke der Leiterplatte beträgt 0,04 mm (63 V, gedruckte Schaltungen, Verschmutzungsgrad 1). Somit gilt die minimale Kriechstrecke von 0,1 mm aus D.5 [R2].</p> <p>Die Mindestkriechstrecke des PCB-seitigen Steckverbinders beträgt 1,25 mm für die Isolierstoffgruppe III. Je nach Isolierstoff-Gruppe kann dieser Abstand reduziert werden. Die Abstände der Samtec Buchsenleiste finden Sie unter Anschluss der EJ-Module (Samtec Buchsenleiste) [▶ 23]</p>
---	--

6 Luft- und Kriechstrecken (kundenspezifische Steckverbinder)

Ein kundenspezifischer Steckverbinder bildet die Anschlussebene zwischen EJ Distribution Board und der Verkabelung zum Sensor oder Aktor. Dieser Stecker muss entsprechend der Spannungs- und Strombelastbarkeit ausgewählt werden.

Wird ein Steckverbinder mit Anschlüssen für Einzeladern oder mehradrigen Drähten verwendet, gilt Tabelle D.7 aus [R2]. Für die Luft- und Kriechstrecken wird hierbei die Überspannungskategorie III angewendet. Hierbei wird nicht die PCB-seitige Verbindung des Steckers berücksichtigt. Diese wird nach Tabelle D.5 [R2] betrachtet.

 Hinweis	<p>Vertauschungssichere Steckverbinder</p> <p>Es müssen verpolungs- und vertauschungssichere Steckverbinder verwendet werden. Ist dies nicht der Fall, muss der Anwender alternative Maßnahmen ergreifen, um eine Verpolung bzw. Vertauschung der Steckverbinder ausschließen zu können.</p>
 Hinweis	<p>Luft- und Kriechstrecken (Stecker-Seite)</p> <p>Die folgenden Bemessungen gelten für den Stecker-seitigen Teil der mehrpoligen Steckverbinder. Die Bemessungen für den PCB-seitigen Teil der Steckverbinder finden Sie unter Luft- und Kriechstrecken (EJ-Board) [▶ 19]. Die Auswahl des Steckers muss entsprechend der ermittelten minimalen Luft- und Kriechstrecken erfolgen.</p> <p>Für den Anschluss von mehradrigen Drähten müssen entsprechende Abstände eingehalten werden, oder z.B. die Vorgabe von Aderendhülsen mit Kunststoffkragen vorgesehen werden.</p> <p>Die Kriechstrecken mit Verschmutzungsgrad 2 für nicht gedruckte Schaltungen hängen von den Isolierstoffgruppen ab. Bitte klären sie mit dem Hersteller des Steckers die entsprechenden Kenngrößen und notwendigen Abstände ab.</p>

Die Luftstrecken werden für transiente Überspannungen bestimmt.

Die verwendete Bemessungs-Stoßspannung entnehmen Sie bitte dem Kapitel [Ermittlung Bemessungs-Stoßspannung \[▶ 18\]](#).

Luftstrecken für transiente Überspannungen nach [R3] Tabelle F.2

Folgende Tabelle ist ein Ausschnitt der Tabelle F.2 aus [R3]. Die komplette Tabelle und die Anmerkungen dazu finden Sie in der Norm.

Erforderliche Steh-Stoßspannung (in kV)	Mindestluftstrecken bei Höhen bis 2000 m über Meereshöhe (NN)					
	Bedingung A - inhomogenes Feld (in mm)			Bedingung B - homogenes Feld (in mm)		
	Verschmutzungsgrad			Verschmutzungsgrad		
	1	2	3	1	2	3
0,33	0,01	0,20	0,80	0,01	0,20	0,80
0,40	0,02			0,02		
0,50	0,04			0,04		
0,60	0,06			0,06		
0,80	0,10			0,10		
1,0	0,15			0,15		
1,2	0,25	0,25	0,20	0,30		
1,5	0,50	0,5	0,30			
2,0	1,0	1,0	1,0	0,45	0,45	



Hinweis

Luftstrecke für den Steckverbinder

Die Luftstrecke beträgt 0,50 mm für ein inhomogenes Feld. Ein homogenes Feld ist bei einem Steckverbinder eher auszuschließen, daher gilt die Mindestluftstrecke für ein inhomogenes Feld.

Diese Luftstrecken gelten nur bis zu einer Höhe von 2000 m über NN.

Kriechstrecken nach [R3] Tabelle F.4

Anhand der Tabelle F.3a wird die Spannung ermittelt, die für Tabelle F.4 angesetzt werden muss.

Die Nennspannung eines 48 V_{DC} SELV/PELV Netzteiles liegt typischerweise zwischen 48 V_{DC} und 56 V_{DC}. Die maximale Spannung liegt bei 60 V_{DC}, somit wird in der Tabelle F.4 die aus Tabelle F.3a ermittelte Spannung von 63 V verwendet.

Spannung (Effektivwert in V)	Mindestkriechstrecken										
	gedruckte Schal- tungen										
	Verschmutzungsgrad										
	1	2	1	2	3			1	2	3	
Alle ISG*	Alle ISG außer IIIb	Alle ISG	ISG I	ISG II	ISG III	ISG I	ISG II	ISG III	ISG I	ISG II	ISG III
40	0,025	0,040	0,16	0,56	0,80	1,10	1,40	1,60	1,80		
50	0,025	0,040	0,18	0,60	0,85	1,20	1,50	1,70	1,90		
63	0,040	0,063	0,20	0,63	0,90	1,25	1,60	1,80	2,00		
80	0,063	0,100	0,22	0,67	0,95	1,30	1,70	1,90	2,10		

* ISG - Isolierstoff-Gruppe (siehe Kapitel 4.8.1.3 in [R3])



Hinweis

Mindestkriechstrecken

Für den Steckverbinder ergibt sich eine Mindestkriechstrecke von 1,25 mm (63 V, Verschmutzungsgrad 2, Isolierstoffgruppe III). Für andere Isolierstoffgruppen kann die Mindestkriechstrecke entsprechend obiger Tabelle reduziert werden.

7 Anschluss der EJ-Module (Samtec Buchsenleiste)

Die für die Kontaktierung der EJ-Module verwendete Buchsenleiste ist von der Firma Samtec und hat die Bezeichnung SSQ-120-01-L-D. Diese Buchsenleiste muss entsprechend der Herstellervorgaben verbaut werden. Hierbei ist der Abstand von Lötpad zu Lötpad mit 2,54 mm spezifiziert. Das Lötpad soll dabei einem Durchmesser von 1,02 mm haben. Somit würde sich ein Abstand von 1,52 mm ergeben.

Abstand zwischen den Buchsenanschlüssen $2,54\text{mm} - 1,02\text{mm} = 1,52\text{mm}$ (typisch)

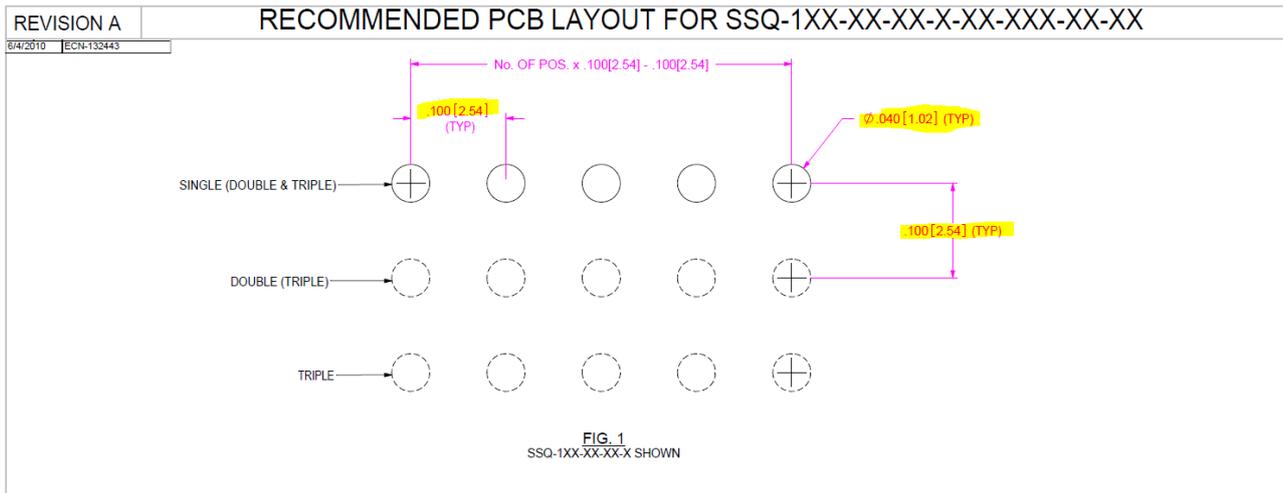


Abb. 1: Layout SSQ-120-01-L-D

8 Fazit

Checkliste für den PCB Entwickler

Anforderung	Beschreibung	Ergebnis
PCB-Design	<p>Tabelle D.5 nach [R2]: „Als Basismaterial wird mindestens EP GC nach IEC 60893-1 verwendet.“</p> <p>(siehe Tabelle D.5 - Fehler und Fehlerausschlüsse - Leiterplatten / bestückte Leiterplatten [▶ 15])</p> <p>Das Design sollte entsprechend der Vorgaben in [R8] erstellt werden. Für sicherheitstechnische Komponenten wird eine Prüfung nach [R7] Klasse 3 empfohlen.</p>	
Netzteil	<p>24 V_{DC} SELV/PELV Netzteil mit einer ausgangsseitigen Spannungsbegrenzung von U_{max} = 36 V_{DC}</p> <p>48 V_{DC} SELV/PELV Netzteil mit einer ausgangsseitigen Spannungsbegrenzung von U_{max} = 60 V_{DC}</p> <p>(siehe Tabelle D.5 - Fehler und Fehlerausschlüsse - Leiterplatten / bestückte Leiterplatten [▶ 15])</p>	
Leiterbahnen-Abstände	<p>Luftstrecke von mindestens 0,13 mm für gedruckte Schaltungen und 0,2 mm für PCB-seitige Steckverbinder.</p> <p>Kriechstrecken: 0,10 mm für gedruckte Schaltungen und 1,25 mm (oder weniger, je nach Isolierstoffgruppe) für PCB-seitige Steckverbinder.</p> <p>(siehe Luft- und Kriechstrecken (EJ-Board) [▶ 19])</p>	
Abstände kundenspez. Steckverbinder (stecker-seitig)	<p>Luftstrecke von mindestens 0,50 mm.</p> <p>Kriechstrecken: 1,25 mm (oder weniger, je nach Isolierstoffgruppe).</p> <p>(siehe Luft- und Kriechstrecken (kundenspezifische Steckverbinder) [▶ 21])</p> <p>Hinweis:</p> <p>Bei den PCB-seitig montierten Steckverbindern muss der mechanische Aufbau des Steckers berücksichtigt werden.</p>	
Löt pads Samtec Buchsenleiste	<p>Löt pads der Samtec Buchsenleiste müssen entsprechend der Herstellervorgaben erstellt werden (siehe Kapitel Anschluss der EJ-Module (Samtec Buchsenleiste) [▶ 23])</p>	
Einbau	<p>Die montierte Platte ist in eine Einfassung oder Schaltschrank eingebaut mit einem Schutzgrad von mindestens IP 54.</p> <p>(siehe Tabelle D.5 - Fehler und Fehlerausschlüsse - Leiterplatten / bestückte Leiterplatten [▶ 15])</p>	
Schutzschicht	<p>Die gedruckte(n) Seite(n) der bestückten Platte wird/werden mit einer alterungsbeständigen Lack- oder Schutzschicht so versehen, dass alle Leiterbahnen abgedeckt sind.</p> <p>(siehe Tabelle D.5 - Fehler und Fehlerausschlüsse - Leiterplatten / bestückte Leiterplatten [▶ 15])</p> <p>Anmerkung 1 aus EN ISO 13849-2 Tabelle D.5: Erfahrungen haben gezeigt, dass Lötmasken als Schutzschicht ausreichend sind.</p> <p>Anmerkung 2 aus EN ISO 13849-2 Tabelle D.5: Eine weitere Schutzschicht, die nach IEC 60664-3 abdeckt, kann die Kriech- und Luftstrecken verringern.</p>	

9 Anhang

9.1 PinOuts

9.1.1 EJ1918 PinOut

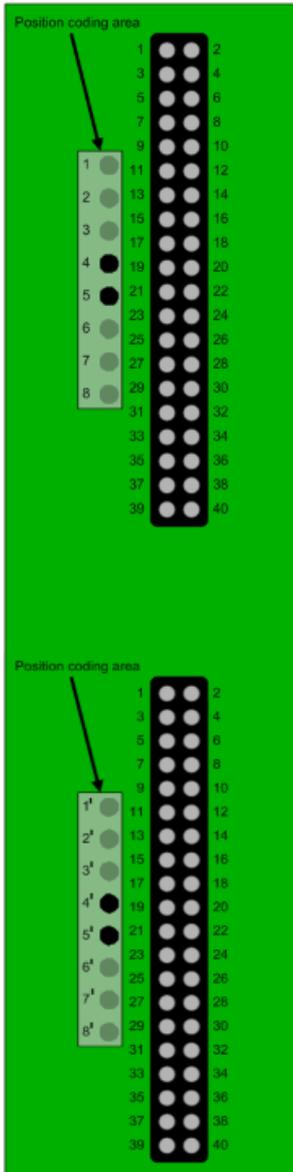


Abb. 2: EJ1918 - PinOut

In der Grafik zum PinOut des EJ-Moduls wird auch die Codierung des jeweiligen EJ-Moduls dargestellt.

Darstellung	Bedeutung
	An dieser Position ist kein Kodierstift an dem EJ-Modul vorhanden und es muss kein Loch in dem Distribution Board vorhanden sein.
	An dieser Position ist ein Kodierstift an dem EJ-Modul vorhanden und es muss ein Loch in dem Distribution Board vorhanden sein, damit das EJ-Modul an diesem Steckplatz gesteckt werden kann.

Pin-Belegung des EJ1918

Pin # (obere Buchsenleiste)		Signal	
1	2	U_{EBUS}	U_{EBUS}
3	4	GND	GND
5	6	RX0+	TX1+
7	8	RX0-	TX1-
9	10	GND	GND
11	12	TX0+	RX1+
13	14	TX0-	RX1-
15	16	GND	GND
17	18	SDI1-	SDI1+
19	20	SDI2-	SDI2+
21	22	SDI3-	SDI3+
23	24	SDI4-	SDI4+
25	26	SDI5-	SDI5+
27	28	SDI6-	SDI6+
29	30	SDI7-	SDI7+
31	32	SDI8-	SDI8+
33	34	NC	NC
35	36	NC	NC
37	38	NC	NC
39	40	SGND	SGND

Pin # (untere Buchsenleiste)		Signal	
1	2	U_{EBUS}	U_{EBUS}
3	4	GND	GND
5	6	RX0+	TX1+
7	8	RX0-	TX1-
9	10	GND	GND
11	12	TX0+	RX1+
13	14	TX0-	RX1-
15	16	GND	GND
17	18	NC	NC
19	20	NC	NC
21	22	NC	NC
23	24	NC	NC
25	26	NC	NC
27	28	NC	NC
29	30	NC	NC
31	32	NC	NC
33	34	0V U_{P}	0V U_{P}
35	36	0V U_{P}	U_{P} (24 V _{DC})
37	38	U_{P} (24 V _{DC})	U_{P} (24 V _{DC})
39	40	SGND	SGND

Legende

Bezeichnung	Beschreibung
U_{EBUS}	Versorgungsspannung des E-BUS (hier 3,3 V)
GND	0 V zur Versorgungsspannung E-BUS
RX0+ / RX0- / TX0+ / TX0-	EtherCAT-Eingang der EJ1918
TX1+ / TX1- / RX1+ / RX1-	EtherCAT-Ausgang der EJ1918
NC	Kontaktstelle nicht verwendet
SDI1+ - SDI8+	Taktausgänge für sichere Eingänge 1 bis 8
SDI1- - SDI8-	Sichere Eingänge 1 bis 8
U_{P} (24 V _{DC})	24 V Versorgung U_{P}
0V U_{P}	GND zu Versorgung U_{P}
SGND	Signal GND

Kodierstifte des EJ1918

Jedes EJ-Modul besitzt zwei Kodierungsstifte, um eine Verwechslung der eingeplanten Module auszuschließen. Für jeden Stift muss eine entsprechende Bohrung in der EJ-Backplane erstellt werden. In der folgenden Tabelle ist die Position der Bohrung bzw. die Position der Kodierstifte der EJ1918 mit einem X markiert.

Module	1	2	3	4	5	6	7	8	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'
EJ1918				X	X							X	X			

9.1.2 EJ1957 PinOut

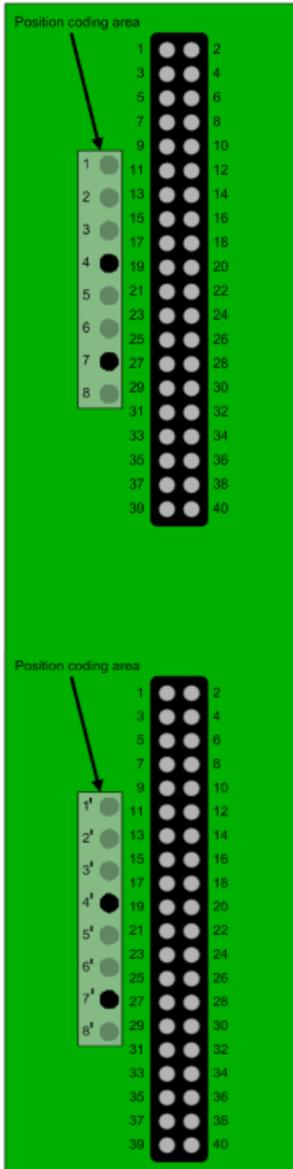


Abb. 3: EJ1957 - PinOut

In der Grafik zum PinOut des EJ-Moduls wird auch die Codierung des jeweiligen EJ-Moduls dargestellt.

Darstellung	Bedeutung
	An dieser Position ist kein Kodierstift an dem EJ-Modul vorhanden und es muss kein Loch in dem Distribution Board vorhanden sein.
	An dieser Position ist ein Kodierstift an dem EJ-Modul vorhanden und es muss ein Loch in dem Distribution Board vorhanden sein, damit das EJ-Modul an diesem Steckplatz gesteckt werden kann.

Pin-Belegung des EJ1957

Pin # (obere Buchsenleiste)		Signal	
1	2	U _{EBUS}	U _{EBUS}
3	4	GND	GND
5	6	RX0+	TX1+
7	8	RX0-	TX1-
9	10	GND	GND
11	12	TX0+	RX1+
13	14	TX0-	RX1-
15	16	GND	GND
17	18	SDI1-	SDI1+
19	20	SDI2-	SDI2+
21	22	SDI3-	SDI3+
23	24	SDI4-	SDI4+
25	26	SDI5-	SDI5+
27	28	SDI6-	SDI6+
29	30	SDI7-	SDI7+
31	32	SDI8-	SDI8+
33	34	NC	NC
35	36	NC	NC
37	38	NC	NC
39	40	SGND	SGND

Pin # (untere Buchsenleiste)		Signal	
1	2	U _{EBUS}	U _{EBUS}
3	4	GND	GND
5	6	RX0+	TX1+
7	8	RX0-	TX1-
9	10	GND	GND
11	12	TX0+	RX1+
13	14	TX0-	RX1-
15	16	GND	GND
17	18	0V U _P	SDO1
19	20	0V U _P	SDO2
21	22	0V U _P	SDO3
23	24	0V U _P	SDO4
25	26	NC	NC
27	28	NC	NC
29	30	NC	NC
31	32	NC	NC
33	34	0V U _P	0V U _P
35	36	0V U _P	U _P (24 V _{DC})
37	38	U _P (24 V _{DC})	U _P (24 V _{DC})
39	40	SGND	SGND

Legende

Bezeichnung	Beschreibung
U_{EBUS}	Versorgungsspannung des E-BUS (hier 3,3 V)
GND	0 V zur Versorgungsspannung E-BUS
RX0+ / RX0- / TX0+ / TX0-	EtherCAT-Eingang der EJ1957
TX1+ / TX1- / RX1+ / RX1-	EtherCAT-Ausgang der EJ1957
SDI1+ - SDI8+	Taktausgänge für sichere Eingänge 1 bis 8
SDI1- - SDI8-	Sichere Eingänge 1 bis 8
SDO1 - SDO4	Sicherer Ausgang 1 bis 4
NC	Kontaktstelle nicht verwendet
U_{P} (24 V _{DC})	24 V Versorgung U_{P}
0V U_{P}	GND zu Versorgung U_{P}
SGND	Signal GND

Kodierstifte des EJ1957

Jedes EJ-Modul besitzt zwei Kodierstifte, um eine Verwechslung der eingeplanten Module auszuschließen. Für jeden Stift muss eine entsprechende Bohrung in der EJ-Backplane erstellt werden. In der folgenden Tabelle ist die Position der Bohrung bzw. die Position der Kodierstifte der EJ1957 mit einem X markiert.

Module	1	2	3	4	5	6	7	8	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'
EJ1957				X			X					X			X	

9.1.3 EJ2918 PinOut

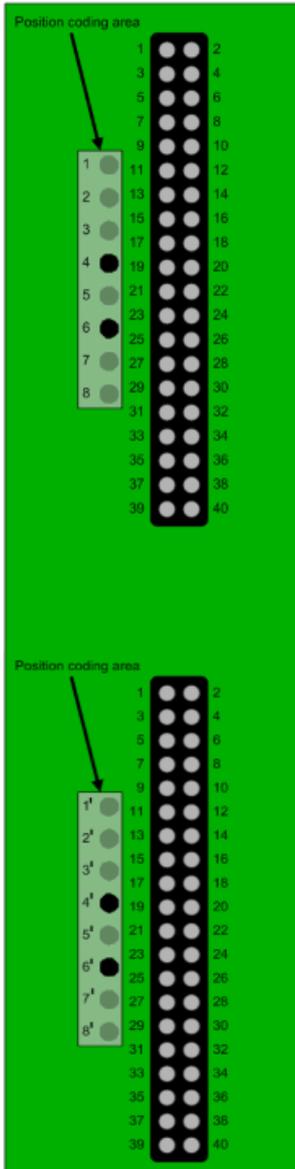


Abb. 4: EJ2918 - PinOut

In der Grafik zum PinOut des EJ-Moduls wird auch die Codierung des jeweiligen EJ-Moduls dargestellt.

Darstellung	Bedeutung
	An dieser Position ist kein Kodierstift an dem EJ-Modul vorhanden und es muss kein Loch in dem Distribution Board vorhanden sein.
	An dieser Position ist ein Kodierstift an dem EJ-Modul vorhanden und es muss ein Loch in dem Distribution Board vorhanden sein, damit das EJ-Modul an diesem Steckplatz gesteckt werden kann.

Pin-Belegung des EJ2918

Pin # (obere Buchsenleiste)		Signal	
1	2	U_{EBUS}	U_{EBUS}
3	4	GND	GND
5	6	RX0+	TX1+
7	8	RX0-	TX1-
9	10	GND	GND
11	12	TX0+	RX1+
13	14	TX0-	RX1-
15	16	GND	GND
17	18	0V U_{P}	SDO1
19	20	0V U_{P}	SDO2
21	22	0V U_{P}	SDO3
23	24	0V U_{P}	SDO4
25	26	0V U_{P}	SDO5
27	28	0V U_{P}	SDO6
29	30	0V U_{P}	SDO7
31	32	0V U_{P}	SDO8
33	34	NC	NC
35	36	NC	NC
37	38	NC	NC
39	40	SGND	SGND

Pin # (untere Buchsenleiste)		Signal	
1	2	U_{EBUS}	U_{EBUS}
3	4	GND	GND
5	6	RX0+	TX1+
7	8	RX0-	TX1-
9	10	GND	GND
11	12	TX0+	RX1+
13	14	TX0-	RX1-
15	16	GND	GND
17	18	NC	NC
19	20	NC	NC
21	22	NC	NC
23	24	NC	NC
25	26	NC	NC
27	28	NC	NC
29	30	NC	NC
31	32	NC	NC
33	34	0V U_{P}	0V U_{P}
35	36	0V U_{P}	U_{P} (24 V _{DC})
37	38	U_{P} (24 V _{DC})	U_{P} (24 V _{DC})
39	40	SGND	SGND

Legende

Bezeichnung	Beschreibung
U _{EBUS}	Versorgungsspannung des E-BUS (hier 3,3 V)
GND	0 V zur Versorgungsspannung E-BUS
RX0+ / RX0- / TX0+ / TX0-	EtherCAT-Eingang der EJ2918
TX1+ / TX1- / RX1+ / RX1-	EtherCAT-Ausgang der EJ2918
SDO1 - SDO8	Sicherer Ausgang 1 bis 8
NC	Kontaktstelle nicht verwendet
U _P (24 V _{DC})	24 V Versorgung U _P
0V U _P	GND zu Versorgung U _P
SGND	Signal GND

Kodierstifte des EJ2918

Jedes EJ-Modul besitzt zwei Kodierstifte, um eine Verwechslung der eingeplanten Module auszuschließen. Für jeden Stift muss eine entsprechende Bohrung in der EJ-Backplane erstellt werden. In der folgenden Tabelle ist die Position der Bohrung bzw. die Position der Kodierstifte der EJ2918 mit einem X markiert.

Module	1	2	3	4	5	6	7	8	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'
EJ2918				X		X						X		X		

9.1.4 EJ6910 PinOut

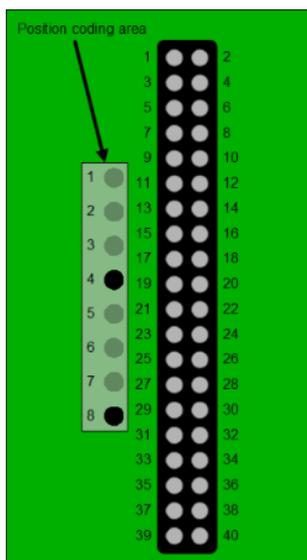


Abb. 5: EJ6910 - PinOut

In der Grafik zum PinOut des EJ-Moduls wird auch die Codierung des jeweiligen EJ-Moduls dargestellt.

Darstellung	Bedeutung
	An dieser Position ist kein Kodierstift an dem EJ-Modul vorhanden und es muss kein Loch in dem Distribution Board vorhanden sein.
	An dieser Position ist ein Kodierstift an dem EJ-Modul vorhanden und es muss ein Loch in dem Distribution Board vorhanden sein, damit das EJ-Modul an diesem Steckplatz gesteckt werden kann.

Pin-Belegung des EJ6910

Pin #		Signal	
1	2	U _{EBUS}	U _{EBUS}
3	4	GND	GND
5	6	RX0+	TX1+
7	8	RX0-	TX1-
9	10	GND	GND
11	12	TX0+	RX1+
13	14	TX0-	RX1-
15	16	GND	GND
17	18	NC	NC
19	20	NC	NC
21	22	NC	NC
23	24	NC	NC
25	26	NC	NC
27	28	NC	NC
29	30	NC	NC
31	32	NC	NC
33	34	NC	NC
35	36	NC	NC
37	38	NC	NC
39	40	SGND	SGND

Legende

Bezeichnung	Beschreibung
U _{EBUS}	Versorgungsspannung des E-BUS (hier 3,3 V)
GND	0 V zur Versorgungsspannung E-BUS
RX0+ / RX0- / TX0+ / TX0-	EtherCAT-Eingang der EJ6910
TX1+ / TX1- / RX1+ / RX1-	EtherCAT-Ausgang der EJ6910
NC	Kontaktstelle nicht verwendet
SGND	Signal GND

Kodierstifte des EJ6910

Jedes EJ-Modul besitzt zwei Kodierstifte, um eine Verwechslung der eingeplanten Module auszuschließen. Für jeden Stift muss eine entsprechende Bohrung in der EJ-Backplane erstellt werden. In der folgenden Tabelle ist die Position der Bohrung bzw. die Position der Kodierstifte der EJ6910 mit einem X markiert.

Module	1	2	3	4	5	6	7	8
EJ6910				X				X

9.1.5 EJ1914 PinOut

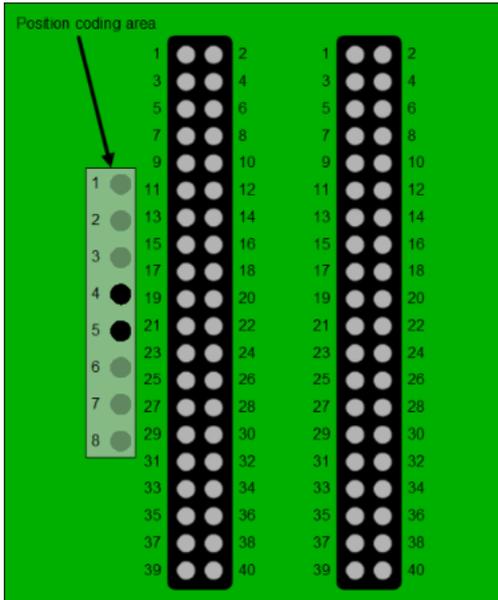


Abb. 6: EJ1914 - PinOut

In der Grafik zum PinOut des EJ-Moduls wird auch die Codierung des jeweiligen EJ-Moduls dargestellt.

Darstellung	Bedeutung
	An dieser Position ist kein Kodierstift an dem EJ-Modul vorhanden und es muss kein Loch in dem Distribution Board vorhanden sein.
	An dieser Position ist ein Kodierstift an dem EJ-Modul vorhanden und es muss ein Loch in dem Distribution Board vorhanden sein, damit das EJ-Modul an diesem Steckplatz gesteckt werden kann.

Pin-Belegung des EJ1914

Pin #		Signal (linke Buchsenleiste)		Signal (rechte Buchsenleiste)	
1	2	U _{EBUS}	U _{EBUS}	U _{EBUS}	U _{EBUS}
3	4	GND	GND	GND	GND
5	6	RX0+	TX1+	NC	NC
7	8	RX0-	TX1-	NC	NC
9	10	GND	GND	GND	GND
11	12	TX0+	RX1+	NC	NC
13	14	TX0-	RX1-	NC	NC
15	16	GND	GND	GND	GND
17	18	NC	NC	SDI1-	SDI1+
19	20	NC	NC	SDI2-	SDI2+
21	22	NC	NC	SDI3-	SDI3+
23	24	NC	NC	SDI4-	SDI4+
25	26	NC	NC	NC	NC
27	28	NC	NC	NC	NC
29	30	NC	NC	NC	NC
31	32	NC	NC	NC	NC
33	34	NC	NC	0V U _P	0V U _P
35	36	NC	NC	0V U _P	U _P (24 V _{DC})
37	38	NC	NC	U _P (24 V _{DC})	U _P (24 V _{DC})
39	40	SGND	SGND	SGND	SGND

Legende

Bezeichnung	Beschreibung
U_{EBUS}	Versorgungsspannung des E-BUS (hier 3,3 V)
GND	0 V zur Versorgungsspannung E-BUS
RX0+ / RX0- / TX0+ / TX0-	EtherCAT-Eingang der EJ1914
TX1+ / TX1- / RX1+ / RX1-	EtherCAT-Ausgang der EJ1914
NC	Kontaktstelle nicht verwendet
SDI1+ - SDI4+	Taktgänge für sichere Eingänge 1 bis 4
SDI1- - SDI4-	Sichere Eingänge 1 bis 4
U_{P} (24 V _{DC})	24 V Versorgung U_{P}
0V U_{P}	GND zu Versorgung U_{P}
SGND	Signal GND

Kodierstifte des EJ1914

Jedes EJ-Modul besitzt zwei Kodierstifte, um eine Verwechslung der eingeplanten Module auszuschließen. Für jeden Stift muss eine entsprechende Bohrung in der EJ-Backplane erstellt werden. In der folgenden Tabelle ist die Position der Bohrung bzw. die Position der Kodierstifte der EJ1914 mit einem X markiert.

Module	1	2	3	4	5	6	7	8
EJ1914				X	X			

9.1.6 EJ2914 PinOut

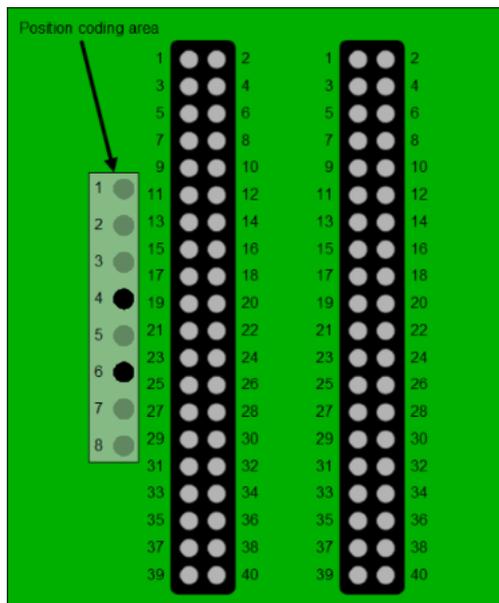


Abb. 7: EJ2914 - PinOut

In der Grafik zum PinOut des EJ-Moduls wird auch die Codierung des jeweiligen EJ-Moduls dargestellt.

Darstellung	Bedeutung
	An dieser Position ist kein Kodierstift an dem EJ-Modul vorhanden und es muss kein Loch in dem Distribution Board vorhanden sein.
	An dieser Position ist ein Kodierstift an dem EJ-Modul vorhanden und es muss ein Loch in dem Distribution Board vorhanden sein, damit das EJ-Modul an diesem Steckplatz gesteckt werden kann.

Pin-Belegung des EJ2914

Pin #		Signal (linke Buchsenleiste)		Signal (rechte Buchsenleiste)	
1	2	U _{EBUS}	U _{EBUS}	U _{EBUS}	U _{EBUS}
3	4	GND	GND	GND	GND
5	6	RX0+	TX1+	NC	NC
7	8	RX0-	TX1-	NC	NC
9	10	GND	GND	GND	GND
11	12	TX0+	RX1+	NC	NC
13	14	TX0-	RX1-	NC	NC
15	16	GND	GND	GND	GND
17	18	NC	NC	0V U _P	SDO1
19	20	NC	NC	0V U _P	SDO2
21	22	NC	NC	0V U _P	SDO3
23	24	NC	NC	0V U _P	SDO4
25	26	NC	NC	NC	NC
27	28	NC	NC	NC	NC
29	30	NC	NC	NC	NC
31	32	NC	NC	NC	NC
33	34	NC	NC	0V U _P	0V U _P
35	36	NC	NC	0V U _P	U _P (24 V _{DC})
37	38	NC	NC	U _P (24 V _{DC})	U _P (24 V _{DC})
39	40	SGND	SGND	SGND	SGND

Legende

Bezeichnung	Beschreibung
U _{EBUS}	Versorgungsspannung des E-BUS (hier 3,3 V)
GND	0 V zur Versorgungsspannung E-BUS
RX0+ / RX0- / TX0+ / TX0-	EtherCAT-Eingang der EJ2914
TX1+ / TX1- / RX1+ / RX1-	EtherCAT-Ausgang der EJ2914
SDO1 - SDO4	Sicherer Ausgang 1 bis 4
NC	Kontaktstelle nicht verwendet
U _P (24 V _{DC})	24 V Versorgung U _P
0V U _P	GND zu Versorgung U _P
SGND	Signal GND

Kodierstifte des EJ2914

Jedes EJ-Modul besitzt zwei Kodierstifte, um eine Verwechslung der eingeplanten Module auszuschließen. Für jeden Stift muss eine entsprechende Bohrung in der EJ-Backplane erstellt werden. In der folgenden Tabelle ist die Position der Bohrung bzw. die Position der Kodierstifte der EJ2914 mit einem X markiert.

Module	1	2	3	4	5	6	7	8
EJ2914				X		X		

9.2 Support und Service

Beckhoff und seine weltweiten Partnerfirmen bieten einen umfassenden Support und Service, der eine schnelle und kompetente Unterstützung bei allen Fragen zu Beckhoff Produkten und Systemlösungen zur Verfügung stellt.

Beckhoff Support

Der Support bietet Ihnen einen umfangreichen technischen Support, der Sie nicht nur bei dem Einsatz einzelner Beckhoff Produkte, sondern auch bei weiteren umfassenden Dienstleistungen unterstützt:

- Support
- Planung, Programmierung und Inbetriebnahme komplexer Automatisierungssysteme
- umfangreiches Schulungsprogramm für Beckhoff Systemkomponenten

Hotline: +49(0)5246/963-157
Fax: +49(0)5246/963-9157
E-Mail: support@beckhoff.com

Beckhoff Service

Das Beckhoff Service-Center unterstützt Sie rund um den After-Sales-Service:

- Vor-Ort-Service
- Reparaturservice
- Ersatzteilservice
- Hotline-Service

Hotline: +49(0)5246/963-460
Fax: +49(0)5246/963-479
E-Mail: service@beckhoff.com

Weitere Support- und Serviceadressen finden Sie auf unseren Internetseiten unter <http://www.beckhoff.de>.

Beckhoff Firmenzentrale

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

Telefon: +49(0)5246/963-0
Fax: +49(0)5246/963-198
E-Mail: info@beckhoff.com

Die Adressen der weltweiten Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen entnehmen Sie bitte unseren Internetseiten:

<http://www.beckhoff.de>

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Layout SSQ-120-01-L-D	23
Abb. 2	EJ1918 - PinOut	25
Abb. 3	EJ1957 - PinOut	28
Abb. 4	EJ2918 - PinOut	31
Abb. 5	EJ6910 - PinOut	33
Abb. 6	EJ1914 - PinOut	35
Abb. 7	EJ2914 - PinOut	36