

## Projektdaten

Hersteller	selbst (Maschine für den Eigengebrauch)	Original-Hersteller: „Logo“
Anschrift des Herstellers:	–	
Version dieses Gesamtdokuments:	0.0.1	
Änderungsgrund	Neubau der Maschine	
Datum der letzten Änderung:	–	
Bezeichnung der Maschine:	Bearbeitungsstation mit einem Montageroboter (verfahrbare Industrieroboterzelle)	
Maschinentyp (Model):	–	
Seriennummer/Maschinen-Nr.:	0001	
Jahr der Inbetriebnahme	2014	
Kunde:	inIT - Institut für industrielle Informationstechnik Hochschule Ostwestfalen-Lippe	
Anschrift des Kunden	Langenbruch 6; 32657 Lemgo	
Auftragsnummer:	intern	
Sprache(n)	deutsch	
Konformitätsbewertungsverfahren:	Anhang VIII der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG	
notifizierte Stelle:	entfällt	

## Verantwortliche:

	Name	Date / Datum	Signature / Unterschrift
Made by / erstellt von	Philip Kleen	12.05.2015	
Checked by / geprüft von			
Approved by / freigegeben			
Dokumentationsbevollmächtigter			

**Projektleiter**

Konstrukteur mechanisch:	
Konstrukteur elektrisch:	
Konstrukteur Steuerung:	
Konstrukteur Medien:	

## 1. Zweck der Risikobeurteilung

**Diese Dokumentation dient dem Nachweis der richtlinienkonformen Planung/Konstruktion der unter „Beschreibung der Maschine/Anlage“ beschriebenen Maschine/Anlage.**

Dokumentiert wird die Übereinstimmung mit den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG ~~und weiteren relevanten Binnenmarktrichtlinien~~. Dieser Nachweis gehört zur technischen Dokumentation gemäß Anhang VII der EG-Maschinenrichtlinie, bildet diesen aber nicht vollständig ab.

Die Gefahrenanalyse (Identifizierung von Gefährdungen) ist Teil der umfassenden **Risikobeurteilung nach DIN EN ISO 12100**. Auf Grund der ermittelten und bewerteten Risiken wurden nach Beachtung einschlägiger Sicherheitsbestimmungen geeignete Maßnahmen zur Risikominderung festgelegt.

**Die Risikobeurteilung und die an der Maschine/Anlage realisierten Schutzmaßnahmen berechtigen gemäß Artikel 5 und 12 der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG zum Ausstellen der EG-Konformitätserklärung und zum Anbringen der CE-Kennzeichnung. Dazu kann die gesamte Maschinendokumentation mit dieser vervollständigt werden.**

## 2. Durchführung

Siehe [1] S.50

Bei der Durchführung der Risikobeurteilung wurden folgende Vorgaben und Leitsätze zum Verfahrensgang beachtet:

**EG-Maschinen-  
richtlinie  
2006/42/EG**

**Anhang I**

Anhang I Nr. 1.1.2

Anhang VII

Anhang VIII

**Allgemeine Grundsätze**

Grundsätze für die Integration der Sicherheit

Technische Unterlagen für Maschinen

Konformitätsbewertungsverfahren

**DIN EN ISO 12100**

Sicherheit von Maschinen –

Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung

**DIN EN ISO 13849**

Sicherheit von Maschinen –

Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen

**Teil 1:** Allgemeine Gestaltungsleitsätze

---

Wesentliche Hilfsmittel bei der Durchführung und Dokumentation waren eine Gefährdungs-Checkliste (siehe [S. 13 Fehler! Kein gültiges Resultat für Tabelle.](#)) und Maßnahmenblätter (siehe [S. 32 Maßnahmenblätter](#)).

**Gefährdungs-  
Checkliste**

Identifizierung von Gefährdungen

**Maßnahmen-  
blätter**

Risikoeinschätzung

und Schutzmaßnahmenbeschreibung

---

Zu dieser Nachweisdokumentation gehören auch die bei der Risikobeurteilung verwendeten Unterlagen

**DIN ISO/TR  
14121-2:2013-02**

Einschätzung von Risiken nach Abschnitt 6.5.2

Beispiel einer Mischform der Instrumente oder Verfahren zur Risikoeinschätzung

**Anlage 1**

Einschätzungen von Risiken

**Anlage 2**

Kontrollmaßnahmen

**Anlage 3**

Normenliste

...

---

Bei der bezeichneten Maschine/Anlage wurden die in der **Gefährdungs-Checkliste** angekreuzten Gefährdungen identifiziert (siehe [S. 25 Gefährdungseinschätzung und -beschreibung](#))

---

In den **Maßnahmenblättern** sind dazu im Rahmen eines **Sicherheits- und Bedienungskonzeptes** die maschinenspezifischen Einzelheiten, Risikoeinschätzungen und zur Risikominderung ergriffenen Schutzmaßnahmen beschrieben (siehe [S. 39 Sicherheitsplan](#))

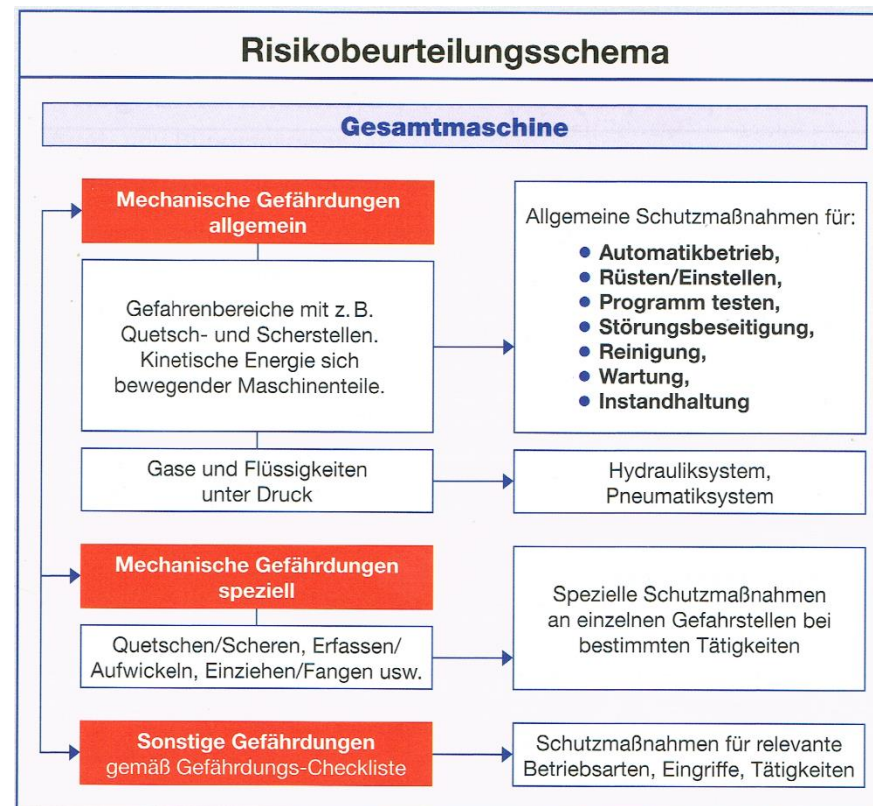
Die Angaben in der Gefährdungs-Checkliste (Spalte 3 bis 8) und in den Maßnahmenblättern (Spalte 9) dienen im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG als Liste der

- grundlegenden Anforderungen der Maschinenrichtlinie
- Normen und der
- anderen technischen Spezifikationen,

die bei der Konstruktion der Maschine berücksichtigt wurden. Die Titel der Normen und anderen technischen Spezifikationen sind in der **Normenliste** dieser Nachweisdokumentation aufgeführt und – soweit angewendet – angekreuzt.

Die geforderte Übereinstimmung mit den grundlegenden Anforderungen aller relevanten Binnenmarkt-Richtlinien ist erreicht. Ist dies aufgrund des Stands der Technik nicht möglich, wird darauf in den **Maßnahmenblättern** (Spalte 9) hingewiesen (Restrisiko).

Das nachfolgende Beurteilungsschema zeigt die grundsätzliche Vorgehensweise.



### 3. Beschreibung der Maschine/Anlage

#### 3.1. Kenndaten

Erzeugnis:	„ <b>Maschine</b> “ im Sinne der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG Artikel 2 / Pkt. a
Bezeichnung	Bearbeitungsstation mit einem Montageroboter (verfahrbare Industrieroboterzelle)
Hersteller	selbst
Typenbezeichnung	
Maschinen-Nr.	0001
Baujahr	2014
Art/Form/Gewicht der Werkstücke	Die Werkstücke werden über die smarte Integrationsumgebung zugeführt, dieses Modul und die Umgebung sind aufeinander abgestimmt.
Stückzahl	
Betriebsart	siehe Nutzung
Standort	Fertigungshalle
Raum-/Platzbedarf (siehe Aufstellplan)	3 m x 3 m
Bedienpersonal	geschultes Personal (siehe Nutzung)
Einrichter/Instandhalter	Facharbeiter, Meister, Ingenieure (siehe Nutzung)
Nennleistung	
Elektrischer Anschluss	400 V Drehstrom (TN-S-System), über eine vorgegebene Steckverbindung
Schutzart	keine besonderen Anforderungen, IP20
Pneumatik-Anschluss	6 bar bis 8 bar, über eine vorgegebene Steckverbindung
Kommunikationssystem	ProfiNet über eine vorgegebene Steckverbindung
Vorgesehene Lebensdauer der Anlage	20 Jahre
Prüfung/Wartung/Reinigung	siehe Betriebsanleitung
Mitgeltende Dokumente	Betriebsanleitung

## 3.2. Bestimmungsgemäße Verwendung, Grenzen der Maschine

### 3.2.1. Anwendungsgrenzen

Schnittstelle(n): Mensch / Energieversorgung Mensch/Maschine

Verwendungsgrenzen	Beschreibung	zugehörige Unterlagen
Funktionsbeschreibung		
Bestimmungsgemäße Verwendung	Die Maschine ist zum Einzelbetrieb oder in einem integrierten Fertigungssystem bestimmt. Dabei dürfen nur Aufstellungsorte gemäß Vorgaben im Handbuch an einer kompatiblen Integrationsumgebung ausgewählt werden. Für Programmierung darf diese Maschine auch ohne Fördersystem an einen eigens eingerichteten Platz betrieben werden. Die Maschine ist an ihrem Bestimmungsort dazu bestimmt, Bauteile aus einem zugehörigen Magazin zunehmen und diese zu montieren. <i>Bestimmungsgemäß erfolgt die Produktzufuhr über ein Objektträgersystem der Integrationsumgebung. Die Bestückung des Magazins erfolgt manuell.</i>	Kriterien für den bestimmungsgemäßen Aufstellungsort (Handbuch)
Vorhersehbare nicht bestimmungsgemäße Verwendung (Fehlgebrauch/Missbrauch)	Manuelles Zuführen von Werkstücken mit/oder ohne Objektträger.	
Beschreibung der Maschine:	Die steckbare ortsveränderliche Montagemaschine mit Montageroboter, besteht aus einem KUKA Industrieroboter KR 6 R900 sixx mit der KR C4 Steuerung. Die Integration in diese Montagemaschine erfolgte gemäß EG-Einbauerklärung. Die Maschine besteht aus einem verfahrbaren Unterbau in dem der Schaltschrank mit der lokalen Steuerung verbaut ist. Den Abschluss bildet eine massive Aluminiumplatte auf der Oberseite. Auf dieser ist der Industrieroboter aufgebaut, umgeben von dem Gehäuse der Maschine. Das verschraubte Gehäuse der Maschine begrenzt auch den geschützten Bereich und ist somit die trennende Schutzeinrichtung für diesen. Diese Schutzeinrichtung stellt zusätzlich die mechanische Begrenzung des eingeschränkten Raums vom Roboter dar. <i>Es gibt keinen Zugang in den geschützten Bereich, außer die Demontage des oberen Gehäuses, welches die trennenden Schutzeinrichtung und mechanische Begrenzung ist.</i> Der Anschluss aller Medien erfolgt über ein steckbares Versorgungssystem.	
Anwenderbetriebsarten		
Prozessabfolgen		
Schnittstellen zu anderen Maschinen	Ist diese Maschine an einen bestimmungsgemäßen Aufstellungsort/Andockplatz platziert und dabei in ein Integrationsinfrastruktur eingebunden worden, so entstehen hier Schnittstellen zu dieser Integrationsumgebung. Beim der Integration in eine Integrationsinfrastruktur muss eine Risikobeurteilung über die entstandenen Schnittstellen durchgeführt werden. Anhand von Statusmeldungen, dieser Montagemaschine, werden Indexierungen und Stopper der Integrationsinfrastruktur gesteuert.	
Schnittstellen zu Energieversorgung	Über das breitgestellte steckbare Versorgungssystem der Integrationsinfrastruktur, erfolgt die elektrische und pneumatische Energieversorgung.	

Schnittstellen zur Kommunikation	Über das breitgestellte steckbare Versorgungssystem der Integrationsinfrastruktur, erfolgt die Einbindung in das Kommunikationssystem ProfiNet zur Übermittlung von Statusmeldungen. Über einen verbauten RFID-Chip im Objektträger werden Produktdaten weitergegeben.	
Werkzeuge		
Ausrüstung		
Versorgungsanschlüsse		
Herstellerinformationen, angewandte Maßnahmen zur Risikominderung		
Benötigte Energieversorgung		
Fähigkeiten des Anwenders		

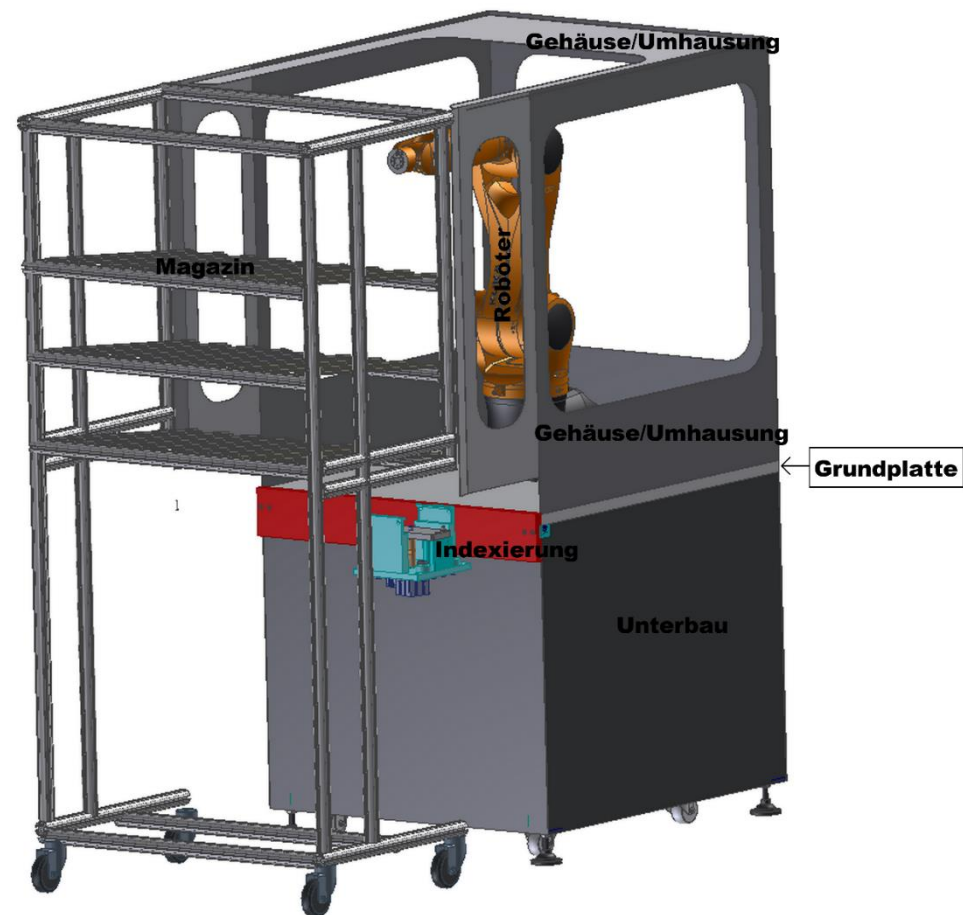
### 3.2.2. Räumliche Grenzen

Bewegungsraum, Platzbedarf von Personen, die mit der Maschine umgehen, z.B. während Betrieb und Instandhaltung

	zugehörige Unterlagen/Beschreibung
Übersichtszeichnung inkl. Stückliste	<a href="#">siehe Aufstellplan</a>
Bewegungsraum der Maschine	
Raum für Einbau und Instandhaltung	
Raum für Bedieneraufgaben und andere Eingriffe	
Rekonfigurationseigenschaften (ISO 11161)	
Erforderlicher Zugang	
Fundamente	
Raum für Ver- und Entsorgungseinrichtungen oder -ausrüstung.	
Lasten-/Pflichtenheft	—
technische Leistungsbeschreibung	—
Beschreibung zu Aufbau und Komponenten in der Betriebsanleitung Kap. xxx	
technische Daten in der Betriebsanleitung Kap. xxx	



## Maschinenübersicht (Aufstellplan)



### 3.2.3. Zeitliche Grenzen

Grenzen der Lebensdauer der Maschine / einzelner Bauteile, bei bestimmungsgemäßer Verwendung und vorhersehbarer Fehlanwendung Empfohlene Wartungsintervalle

Vorgesehene Lebensdauer der Maschine	20 Jahre
Lebensdauer der Verschleißteile (Liste)	
Prozessablaufdiagramme und Zeiteinteilungen	
Empfohlene Wartungsintervalle (Liste)	

### 3.2.4. Weitere Grenzen

Eigenschaften der zu bearbeitenden Materialien; erforderlicher Reinlichkeitsgrad; Mindest- / Höchsttemperatur in der Umgebung / in der Maschine; Betrieb im Innenraum/Freien bei trockener/nasser Witterung und bei direkter / indirekter Sonneneinstrahlung; Staub / Nässeverträglich; etc.

Materialien die verarbeitet werden (Liste mit Gefährdungen)	
erforderlicher Reinlichkeitsgrad	normale industrielle Umgebung
Mindest-/Höchsttemperatur in der Umgebung	18°C bis 35°C
Mindest-/Höchsttemperatur in der Maschine	18°C bis 35°C
Betrieb im Innenraum/Freien	in einer Fertigungshalle
bei trockener/nasser Witterung	–
bei direkter/indirekter Sonneneinstrahlung	–
Staub/Nässeverträglich	trockene Umgebung, IP 20
gefahrbringende Umgebungsbedingungen	keine
Erkenntnisse aus ähnlichen Systemen	–

### 3.3. Nutzung

Umfeld der Nutzung	Beschreibung	zugehörige Unterlagen	
privat	Nein		
Gewerblich, industrieller Einsatz	Ja, industrieller Einsatz		
Nutzergruppen	Aufgabe	Qualifikation/Beeinträchtigungen	Lebensphase
Die Nutzergruppen, Aufgaben und ihre Qualifikationen sind in Form von Lebensphasen, im Abschnitt Lebensphasen angegeben. Verknüpfungen sind in Bezug auf die DIN EN ISO 10218-2:2012-06 in den untenstehenden Einträgen zu finden.			

Bedienungspersonal, Einrichter, Vorarbeiter	Integration der Maschine	Kenntnisse über den Integrationsprozess	G
Bedienungspersonal	Prozesssteuerung und Überwachung	Anlagen- und Maschinenführer	D, J
	Werkstückbeschickung		Erfolgt automatisch
Programmierer, Vorarbeiter, Meister	Programmierung und Verifizierung	Fachkenntnisse der Normen	F, H
	kurzes Eingreifen der Bedienperson ohne erforderliche Demontage		Zur Zeit konstruktionsbedingt nicht möglich
Bedienungspersonal, Einrichter, Vorarbeiter	Einrichten, Inbetriebnahme	Kenntnisse über den Integrationsprozess	C, G
Bedienungspersonal, Einrichter, Vorarbeiter, Meister	Fehlerbeseitigung		I
Meister, Fachkräfte, Programmierer	Beheben von Fehlfunktion(en) (z. B. klemmende Ausrüstung, herabgefallene Teile, das Freifahren und außergewöhnliche Bedingungen)		K
Meister, Fachkräfte	Instandhaltung und Reparatur		M
	Reinigung der Ausrüstung		L

### 3.4. Materialien

Materialien	Material	Verwendung	zugehörige Unterlagen
gefährliche Stoffe			
gefährliche Werkstoffe			
gefährliche verarbeitete Materialien			

### 3.5. Lebensphasen

Lebensphasen der Maschine/Anlage		Gefährdende Tätigkeiten, Eingriffe, Situationen	Gefährdeter Personenkreis
A	Bau	Aufbau, Zusammenbau, Probeläufe am Baustandort	Monteure und Konstrukteure des Betreibers und/oder eines Beauftragten, Kunden
B	Transport	Verpacken, Be- und Entladen, Befördern, Auspacken	Transportpersonal des Betreibers oder der beauftragten Spedition
C	Montage Installation Inbetriebnahme	Zusammenbauen, Aufbauen, Anschließen, Einstellen, Testen, Prüfen, Messen, Probeläufe an jeden Produktionsstandort	Montage- und Instandhaltungspersonal des Betreibers und/oder eines Beauftragten
Einsatz/Gebrauch D bis M			
D	Automatikbetrieb Auto	Automatische Abläufe Die Bearbeitungsmaschine liest den RFID-Chip aus und arbeitet die Aufgaben ab, die von dieser erledigt werden können. Stellt Statusmeldungen bereit.	Bedienungspersonal
E	Teilautomatikbetrieb Hand	<del>Einzelne Arbeitsschritte werden von Hand gestartet und mit verminderter Geschwindigkeit ausgeführt.</del>	
F	Manueller Betrieb mit verminderter Geschwindigkeit Tippen	Der Roboter wird mit dem angesteckten Bedienpanel im Tippbetrieb mit geringer Geschwindigkeit verfahren. Schutzeinrichtung geöffnet	
G	Rüsten/Einstellen	Maschine für den Aufstellungsort anpassen. Steuerung neu lernen.	Bedienungspersonal, Einrichter, Programmierer, Vorarbeiter, Meister
H	Programmieren, Testen Manueller Betrieb mit hoher Geschwindigkeit	Eingeben/Ändern, Testen von neuen Programmen. Einspielen von möglichen neuen Konfigurationen. Bei geschlossenen Schutzeinrichtungen manueller Betrieb mit hoher Geschwindigkeit zulässig.	
I	Beseitigen von Störungen im Arbeitsablauf	z.B. Entfernen von Verklemmten Werkstückträgern in der Hubindexierung	
J	Beobachten von Fertigungsabläufen	Beobachten in der Nähe Gefahrbringender Bewegungen	Alle, besonders Besucher
K	Fehlersuche und -beseitigung	Suchen und Beseitigen der Ursachen von Betriebsstörungen durch Fachpersonal	Vorarbeiter, Meister, Fachkräfte
L	Reinigung, Wartung	Putzen, Schmieren z.B. Entleeren der Absaugung	Bedienungs-, Reinigungs- und Wartungspersonal
M	Instandhaltung	Reparaturen z.B. austauschen des Endeffektors	Instandhaltungspersonal
N	Außerbetriebnahme	Abbau, Demontage, Abtransport, Entsorgung	Firmeninternes Personal oder/und einer Fachfirma

## 4. Identifizierung von Gefährdungen

#### 4.1. Gefährdungen gemäß DIN EN ISO 10128-2

Zuerst wurden die Gefährdungen gemäß der zutreffenden C-Norm für Industrieroboter betrachtet. Anschließend wurde mit Hilfe der Gefährdungs-Checkliste überprüft ob noch weitere Gefährdungen vorhanden sind, um den Forderungen der DIN EN ISO 10128-2 nachzukommen. Ausgehend davon, dass der Roboter gemäß EG-Einbauerklärung in die Maschine integriert wurde und das Gehäuse der Maschine als Schutzeinrichtung dient, wie in der Beschreibung der Maschine erläutert.

Die nachfolgende Tabelle ist abgeleitet von ISO 12100 und stellt den Inhalt aus Anhang A der DIN EN ISO 10128-2:2012-06 dar.

Liste signifikanter Gefährdungen				Blatt 1 von 4		
Lfd. Nr.	Gefährdungsbeispiele Gefährdungsart oder Gruppe, Ursprung	Mögliche Auswirkungen	Abschnitt Bezug in der ISO 10128-2	Zutreffend Ja	Ref. Nr.	Lebensphase(n)
<b>1</b>	<b>Mechanische Gefährdungen</b>					
	– Bewegungen jedes Teils des Roboterarms (einschließlich zurück), des Endeffektors oder beweglichen Teilen der Roboterzelle	– Quetschen	4.1; 4.2; 4.2 d) 6); 4.2 (f); 4.3; 4.4;	X	1	F-M
	– Bewegung oder Rotation eines scharfen Werkzeugs am Endeffektor oder an externen Achsen	– Scheren	4.4.1; 4.4.2 d); 4.4.2 f); 4.5; 5.2;			
	– eines zu handhabenden Teils	– Erfassen	5.2.1; 5.2.2; 5.2.3;			
	– von zugehöriger Ausrüstung	– Einziehen oder Fangen	5.3; 5.3.2; 5.3.6;			
	– Rotationsbewegung aller Roboterachsen	– Stoß	5.3.7; 5.3.8.2;			
	– herabfallende oder herausgeschleuderte Materialien oder Produkte	– Durchstich oder Einstich	5.3.9; 5.3.10;			
	– Ausfall des Endeffektors (Verlust)	– Reibung, Abrieb	5.5.1; 5.5.2; 5.5.3; 5.5.4; 5.6.4; 5.8;	X	2	D-M
	– lose Kleidung, lange Haare	– Einspritzen oder Herausspritzen von Flüssigkeiten / Gas unter hohem Druck	5.9; 5.10.2; 5.10.3; 5.10.6.1; 5.10.6.2; 5.10.6.4; 5.10.7; 5.11; 5.11.4; 5.11.5.4	X	3	D-M
	– zwischen Roboterarm und jedem festen Gegenstand					
	– zwischen Endeffektor und jedem festen Gegenstand (Zaun, Balken, usw.)					
	– zwischen Befestigungen (Hineinfallen); zwischen Shuttles, Versorgungseinrichtungen					
	– nicht vorhandene Möglichkeit, die Roboterzelle zu verlassen (durch Zellentür) für einen eingeschlossenen Bediener in der Betriebsart Automatik					
	– unerwartete Bewegung der Spannvorrichtungen oder des Greifers					
	– unerwartete Werkzeugfreigabe					
	– unerwartete Bewegung von Maschinen oder Teilen der Roboterzelle während Handhabungsvorgängen			X	4	F-M
	– unbeabsichtigte Bewegung oder Betätigung eines Endeffektors oder zugehöriger Ausrüstung (einschließlich robotergesteuerter externer Achsen, prozessspezifisch für Schleifscheiben, usw.)			X	5	F-M
	– unerwartetes Freisetzen potentieller Energie aus Speicherquellen					

Liste signifikanter Gefährdungen				Blatt 1 von 4		
Lfd. Nr.	Gefährdungsbeispiele Gefährdungsart oder Gruppe, Ursprung	Mögliche Auswirkungen	Abschnitt Bezug in der ISO 10128-2	Ja	Zutreffend Ref. Nr.	Lebens- phase(n)
<b>2</b>	<b>Elektrische Gefährdungen</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kontakt mit spannungsführenden Teilen oder Verbindungen (Steuer-schrank, Anschlusskästen, Schaltpulte an der Maschine)</li> <li>– Verwechslung von verschiedenen Spannungen innerhalb eines Sys-tems, Steuerschrank und Anschlüsse; d. h. Antriebsenergie, Steuerener-gie (24 V vs. 110 V)</li> <li>– Kontakt mit diskreten Bauteilen im elektrischen (elektronischen) Schalt-kreis, d. h. Kondensatoren</li> <li>– Exposition gegenüber Lichtbogenstrahl</li> <li>– Arbeitsprozesse unter Hochspannung oder Hochfrequenz, d. h. elektro-statisches Lackieren Induktionserwärmung</li> <li>– Schweißen mit Hochspannung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– tödlicher Stromschlag</li> <li>– Schlag</li> <li>– Verbrennung</li> <li>– freiliegende geschmolzener Partikel</li> </ul>	4.4.1; 5.3.2; 5.3.6; 5.3.7; 5.8.2; 5.10.6.1; 5.10.6.2; 5.10.7	X	6	
<b>3</b>	<b>Thermische Gefährdungen</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– heiße Oberflächen in Verbindung mit dem Endeffektor; oder zugehöriger Ausrüstung oder Werkstück (z. B. Schweißbrenner, heiße Werkstoffe in Schmiedepressen, Spritzgießen, Schleif- und Abgratvorgänge)</li> <li>– kalte Oberflächen oder Gegenstände (Tieftemperaturverfahren)</li> <li>– prozessbedingte explosionsfähige Atmosphäre, d.h. Lackieren (ver-sprühte Partikel, Pulverbeschichten), entzündliche Lösungsmittel, Schleif- und Frässtaub</li> <li>– prozessunterstützende extreme Temperaturen (geschmolzene Werk-stoffe; Öfen zum Kochen oder Heizen (Autoklaven); Tiefkühlgeräte oder Kältekompressoren, usw.</li> <li>– brennbare Stoffe (in Staubabscheidersystemen, Reinigungstanks, Dicht-stoffapplikatoren)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verbrennung (heiß oder kalt)</li> <li>– Strahlungsverletzung</li> </ul>	5.3; 5.5.2; 5.5.4			
<b>4</b>	<b>Gefährdungen durch Lärm</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– spezielle, sehr lärmintensive Anwendungen (z. B. Wasserstrahlschnei-der, Prägepressen, Pumpen und Ventile; Bearbeitungen mit Metallbesei-tigung</li> <li>– Lärmpegel verhindert das Hören oder Verstehen akustischer Warnsig-nale; ferner ist es Personen nicht möglich, ihre Handlungen über nor-male Konversation abzustimmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hörverlust</li> <li>– Gleichgewichtsverlust</li> <li>– Bewusstseinsverlust, -trübung</li> <li>– andere (z. B. mechanisch) als Auswirkung von Umgebungs-bedingungen oder Ablenkung</li> </ul>	Lärm ist vom Anwen-dungsbereich dieses Teils der ISO 10218 ausgeschlossen			

Liste signifikanter Gefährdungen				Blatt 1 von 4		
Lfd. Nr.	Gefährdungsbeispiele Gefährdungsart oder Gruppe, Ursprung	Mögliche Auswirkungen	Abschnitt Bezug in der ISO 10128-2	Ja	Zutreffend Ref. Nr.	Lebens- phase(n)
<b>5</b>	<b>Gefährdungen durch Vibration</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– direkter Kontakt mit der Quelle</li> <li>– Lösen von Verbindungen, Befestigungen,</li> <li>– falsche Anbringung von Bauteilen oder Teilen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ermüdung</li> <li>– neurologische Schäden</li> <li>– Gefäßerkrankung</li> <li>– Stöße</li> </ul>	4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 5.5.2, 5.5.9	X	7	
<b>6</b>	<b>Gefährdungen durch Strahlung</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Störung des ordnungsgemäßen Robotersystembetriebs durch elektromagnetische Beeinflussung</li> <li>– Exposition gegenüber prozessbedingter Strahlung, d. h. Lichtbogenschweißen, Laser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verbrennung</li> <li>– Schäden an Augen und Haut</li> <li>– damit verbundene Erkrankung</li> </ul>	4.2 , 4.3, 4.4, 4.5, 5.5.2, 5.5.9			
<b>7</b>	<b>Gefährdungen durch Materialien und Substanzen</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kontakt mit Bauteilen, die mit schädlichen Flüssigkeiten behaftet sind</li> <li>– Ausfälle mechanischer und elektrischer Bauteile</li> <li>– ätzende Dämpfe und Stäube</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sensibilisierung</li> <li>– Brand</li> <li>– chemische Verbrennung</li> <li>– Erkrankung durch Einatmen</li> </ul>				
<b>8</b>	<b>Ergonomische Gefährdungen</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– unzureichend gestaltetes Programmierhandgerät (HMI), Touch Screen oder Bedientafel (zu weit entfernt oder zu hoch)</li> <li>– unzureichend gestaltete Be- und Entladestation (z. B. weite Entfernung zwischen Standort des Teilebehälters und des Be- und Entladebereichs)</li> <li>– unzureichend gestaltete Zustimmungseinrichtungen</li> <li>– ungeeigneter Ort oder ungeeignete Markierung der Steuerungselemente (z. B. schwer zu erreichen)</li> <li>– ungeeigneter Ort für Bauteile, die Zugang erfordern (Fehlerbeseitigung, Reparatur, Einstellung)</li> <li>– verborgene Gefährdungen, ungenügende oder blockierte örtliche Beleuchtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ungesunde Körperhaltung oder übermäßige Anstrengung (Dauerbelastung)</li> <li>– Ermüdung</li> </ul>	4.2 d); 4.3; 4.4; 4.5; 5.3.2; 5.3.13; 5.5; 5.5.2; 5.5.3; 5.9	X	8	
<b>9</b>	<b>Gefährdungen in Zusammenhang mit der Einsatzumgebung der Maschine</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einbau in Erdbebengebieten</li> <li>– elektromagnetische Störung oder Spannungsschläge in der Energiequelle</li> <li>– Feuchtigkeit</li> <li>– Temperatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verbrennung</li> <li>– Ausrutschen, Stürzen</li> <li>– Schädigung der Atemwege</li> <li>– Erkrankung oder (chronische) Krankheit</li> </ul>	4.2; 4.3; 4.4; 4.5; 5.2; 5.3.10; 5.6.3.3; 5.8; 5.9; 5.9.1;			

Liste signifikanter Gefährdungen				Blatt 1 von 4		
Lfd. Nr.	Gefährdungsbeispiele		Abschnitt Bezug in der ISO 10128-2	Zutreffend		
	Gefährdungsart oder Gruppe, Ursprung	Mögliche Auswirkungen		Ja	Ref. Nr.	Lebensphase(n)
10	<b>Kombinationen von Gefährdungen</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Robotersystem soll von einer Person gestartet werden, dieser Vorgang wird jedoch von einer anderen Person nicht erwartet</li> <li>– Gefährdungen aufgrund mehrfacher Ausfälle/Situationen</li> <li>– Fehlinterpretation des tatsächlichen Problems und dadurch weiteres Problem durch falsche oder unnötige Handlungen</li> <li>– Handlung erhöht die Schwere der Verletzung; z. B. in der Absicht, eine scharfe Kante zu vermeiden, kommt es stattdessen zu Kontakt mit einer heißen Oberfläche</li> <li>– unbeabsichtigtes Lösen von Halteeinrichtungen, die Bewegung unter Restkräften ermöglicht (Trägheit, Schwerkraft, Feder/Energiespeichermittel)</li> <li>– Ausfall einer Schutzeinrichtung im Hinblick auf ihre erwartete Funktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– jede andere Auswirkung einer Kombination von Gefährdungen und Gefährdungssituationen</li> </ul>	4.2; 4.3; 4.4; 4.5; 5.2; 5.3.10; 5.6.3.3; 5.8; 5.9; 5.9.1;	X X	9 10	
				X	11	



## 4.2. Erläuterungen für den Gebrauch der Gefährdungs-Checkliste

Bei einer Risikobeurteilung müssen für alle Lebensphasen einer Maschine/Anlage mögliche Gefährdungen ermittelt werden. Dabei wird von der noch ungesicherten Maschine/Anlage ausgegangen.

Ausnahme: In Anlagen integrierte sichere Alt- oder Neumaschinen wird in ihrem bereits gesicherten Zustand berücksichtigt. Eine Risikobeurteilung ist für solche Maschinen nur hinsichtlich der Schnittstellen erforderlich.

Bei Großmaschinen und größeren Produktionsanlagen verbessert eine für Teilmaschinen oder Teilbereiche durchgeführte Risikobeurteilung die Übersicht. Dabei kann es sinnvoll sein, einzelne Lebensphasen separat zu analysieren und zu dokumentieren.

Die Checkliste kann deshalb für eine **Gesamtmaschine** (Einzelmaschine oder komplexe Anlage), eine **Teilmaschine** (Maschine einer komplexen Anlage) oder für den **Teilbereich** einer Maschine/Anlage verwendet werden. Risikobeurteilungen für Teilmaschinen bzw. Teilbereiche ersetzen nicht die Risikobeurteilung für eine Maschine/Anlage als Gesamtheit, soweit dies für das Zusammenwirken von Baugruppen erforderlich ist.

In der nachfolgenden Checkliste ist „**Gesamtmaschine**“ angekreuzt, d.h. in diesem Fall dient die Gefährdungs-Checkliste der Identifizierung von Gefährdungen dem gesamten Bearbeitungsmodul (komplette Anlage). Aus dem bestimmungsgemäßen Gebrauch geht hervor, dass dieses Bearbeitungsmodul mit weiteren zusammenarbeitet, dabei soll **keine Gesamtheit von Maschinen** im Sinne der Maschinenrichtlinie entstehen. Daher muss jedes Bearbeitungsmodul für sich sicher sein. Beim Zusammenschluss von Modulen müssen nur die Schnittstellen, mit einer zusätzlichen Risikobeurteilung, betrachtet werden.

Nachfolgend sind die **Spalten 1 bis 11** der Gefährdungs-Checkliste erläutert:

<b>Spalte 1</b>	Lfd. Nummer der Gefährdung
<b>Spalte 2</b>	Mögliche Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse gemäß Anhang B von DIN EN ISO 12100. Die Auflistung in Anhang B wurde ergänzt um „Weitere Gefährdungen“, die ggf. eingetragen werden können. Bei den <b>mechanischen Gefährdungen</b> wird unterschieden in <b>allgemeine</b> und <b>spezielle</b> Gefährdungen. Letztere können sich an einzelnen Gefahrenstellen bei bestimmten Tätigkeiten ergeben.
<b>Spalte 3</b>	<b>EG-Maschinenrichtlinie Anhang I Nr. ...</b> , mit der Übereinstimmung (Konformität) hergestellt werden muss. Die Konformität wird durch entsprechende Maßnahmen hergestellt, wenn die Gefährdung für die Maschine/Anlage zutreffend ist (siehe Spalte 8).
<b>Spalte 4</b>	Hier sind <b>weitere Binnenmarktrichtlinien</b> eingetragen, mit denen wegen der Art und Ausrüstung der Maschine der Maschine/Anlage ggf. Konformität hergestellt werden muss. Die Konformität wird durch entsprechende Maßnahmen hergestellt, wenn die Gefährdung für die Maschine/Anlage zutreffend ist (siehe Spalte 8).
<b>Spalte 5</b>	Nummer des Absatzes, der in der DIN EN ISO 12100 den Passus behandelt. Die Beschreibungen werden beachtet, wenn dies in der Spalte 8 als zutreffend angekreuzt ist.
<b>Spalte 6</b>	Anwendbare europäische Normen (EN ...; pr EN ...) des Typs A und B sowie internationale Normen (ISO). Sie werden angewendet, wenn zutreffend (siehe Spalte 8).
<b>Spalte 7</b>	Anwendbare nationale Normen und technische Spezifikationen (z.B. Unfallverhütungsvorschriften, DIN-Normen, VDE-Bestimmungen, VDI-Richtlinien) für den Fall, das europäische Normen fehlen.

<b>Spalte 8</b>	Mögliche Gefährdungen ankreuzen. Dabei sind alle Lebensphasen der Maschine/Anlage (siehe 0 Lebensphasen) zu berücksichtigen.
<b>Spalte 9</b>	Hier können die Positionsnummern des Aufstellplans (siehe ____ ) eingetragen werden, bei denen mit einer entsprechenden Gefährdung gerechnet wird.
<b>Spalte 10</b>	Hier sind alle Lebensphasen der Maschine/ Anlage (siehe 0 Lebensphasen) eingetragen, bei denen mit einer entsprechenden Gefährdung gerechnet wird.

<b>Hersteller</b>	<b>Gefährdungs - Checkliste</b>	<b>Blatt 1 von 6</b>
-------------------	---------------------------------	----------------------

---

Maschinen- bzw. anlagenspezifische Gefährdungen				Gefährdungen – Checkliste			Blatt 2 von 6		
Lfd. Nr.	Gefährdungen, Gefährdungssituationen, Gefährdungsereignisse	Konformität herstellen mit : MRL Anhang I weitere EG-Richtlinien		Anwendbare Normen/techn. Spezifikationen EN ISO 12100 weitere EN-Normen Nationale Regeln			Zutreffend Ja Ref. Nr. Lebensphase(n)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
↓	Spezielle mechanische Gefährdungen an einzelnen Gefahrstellen bei bestimmten Tätigkeiten					TRBS 2111 BGI 5049		siehe nachfolgend	
1.1	Gefährdung durch Quetschen	1.3			EN 953 EN 999 EN 1005-3 EN 1088 EN 574 EN 1760 EN 61496 EN ISO 11161	BGI 575 BGI 670 BGI 5123			
1.2	Gefährdung durch Scheren	1.3							
1.3	Gefährdung durch Schneiden oder Abschneiden	1.3							
1.4	Gefährdung durch Erfassen oder Aufwickeln	1.3							
1.5	Gefährdung durch Einziehen oder Fangen	1.3							
1.6	Gefährdung durch Stoß	1.3							
1.7	Gefährdung durch Durchstich oder Einstich	1.3							
1.8	Gefährdung durch Reibung oder Abrieb	1.3							
1.9	Gefährdung durch Eindringen oder Herausspritzen von Flüssigkeiten unter hohem Druck, Herumschlagen defekter Druckschläuche	1.3.2	Druckgeräte-RL 97/23/EG		EN 982	BGR 237			
2	Elektrische Gefährdungen durch					TRBS 2131		siehe nachfolgend	
2.1	direkte Berührung von Personen mit von unter Spannung stehenden Teilen	1.5.1; 1.6.3	Niederspannungs-RL 2006/95/EG	6.2.9 6.3.2 6.3.3.2 6.3.5.4 6.4.4 6.4.5	EN 60204-1 EN 50178	BGV A3 BGR 132	X	23	D-M
2.2	Berührung von Teilen, die durch Fehlzustände spannungsführend geworden sind	1.5.1					X	24	D-M
2.3	Annäherung an unter Hochspannung stehende Teile	1.5.1; 1.6.3							
2.4	elektrostatische Vorgänge	1.5.2							
2.5	thermische Strahlung oder Vorgänge wie Herausschleudern geschmolzener Teilchen oder chemische Vorgänge bei Kurzschlüssen, Überlastungen usw.	1.5.1; 1.5.5							
Alle Gefährdungen identifizieren		Alle EG-Richtlinien beachten		Alle relevanten Normen beachten			s. Layout		s. Tabelle

Maschinen- bzw. anlagenspezifische Gefährdungen				Gefährdungs – Checkliste			Blatt 3 von 6		
Lfd. Nr.	Gefährdungen, Gefährdungssituationen, Gefährdungsereignisse	Konformität herstellen mit : MRL Anhang I	weitere EG-Richtlinien	Anwendbare Normen/techn. Spezifikationen EN ISO 12100	weitere EN-Normen	Nationale Regeln	Ja	Zutreffend Ref. Nr.	Lebensphase(n)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>3</b>	<b>Thermische Gefährdungen</b> mit der Folge von			6.2.4 b)				s. nachfolgend	
3.1	Verbrennungen und Frostbeulen <i>und andere Verletzungen durch den Kontakt von Personen mit Gegenständen oder Werkstoffen sehr hoher oder niedriger Temperatur, durch offene Flammen oder und auch durch die Strahlung von Wärmequellen</i>	1.5.5	RL für Gasverbrauchseinrichtungen 93/68/EWG	6.2.8 c) 6.3.2.7 6.3.3.2.1 6.3.4.5					
3.2	Schädigungen der Gesundheit durch heiße oder kalte Arbeitsumgebung	1.5.5							
<b>4</b>	<b>Gefährdungen durch Lärm</b> mit der Folge von		2003/10/EG „Phy. Agenzien, Lärm“			LVArbSchV		siehe nachfolgend	
4.1	Gehörverlust (Taubheit) <i>und anderen physiologischen Beeinträchtigungen (z.B. Gleichgewichtsverlust, Nachlassen der Aufmerksamkeit)</i>	1.4.1 1.5.8		6.2.2.2; 6.2.3 c) 6.2.4 c); 6.2.8 c) 6.3.1; 6.3.2.1 b) 6.3.2.5.1; 6.3.3.2.1 6.3.4.2; 6.4.3 6.4.5.1 b) und c)	EN ISO 11688 11690 15667 EN 1299				
4.2	Störung der Sprachkommunikation, Störung akustischer Signale usw.	1.4.1 1.5.8							
<b>5</b>	<b>Gefährdungen durch Schwingungen (Vibration)</b>		2002/44/EG Vibrationen			LVArbSchV		siehe nachfolgend	
5.1	Verwendung handgeführter Werkzeuge mit dem Ergebnis von Nerven- und Gefäßstörungen	1.5.9		6.2.2.2; 6.2.3 c) 6.2.8 c); 6.3.3.2.1 6.3.4.3 6.4.5.1 c)	CR 1030 Leitfaden EN 1032	VDI 2057 VDI 2062 VDI 3831			
5.2	Ganzkörpervibration, speziell in Verbindung mit Zwangshaltungen	1.1.8 1.5.9							
<b>6</b>	<b>Gefährdungen durch Strahlung</b>		2006/25/EG phy. Einwirkungen		EN 12198	LVArbSchV		siehe nachfolgend	
6.1	Strahlung mit Niederfrequenz, Funkfrequenz, Mikrowellen (elektromagnetische Felder)	1.5.10		6.2.2.2 6.2.3 c)		BGV B 11 BGR B 11			
6.2	infrarotes, sichtbares und ultraviolettes Licht	1.5.10		6.3.3.2.1 ; 6.3.4.5 6.4.5.1 c)					
6.3	Röntgen- und Gammastrahlen	1.5.10				RöntgenV			
6.4	Alphastrahlen, Betastrahlen, Elektronen- oder Ionenstrahlen, Neutronenstrahlen	1.5.10 1.5.11				StrahlenschutzV			
6.5	Laserstrahlen	1.5.12			EN 60825	BGV B 2 BGI 832			
Alle Gefährdungen identifizieren		Alle EG-Richtlinien beachten		Alle relevanten Normen beachten			s. Layout	s. Tabelle	

Maschinen- bzw. anlagenspezifische Gefährdungen				Gefährdungs – Checkliste			Blatt 4 von 6		
Lfd. Nr.	Gefährdungen, Gefährdungssituationen, Gefährdungsereignisse	Konformität herstellen mit : MRL Anhang I	weitere EG-Richtlinien	Anwendbare Normen/techn. Spezifikationen EN ISO 12100	weitere EN-Normen	Nationale Regeln	Ja	Zutreffend Ref. Nr.	Lebensphase(n)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	<b>Gefährdungen durch Materialien und Substanzen</b> (und durch ihre Bestandteile), die von Maschinen verarbeitet oder verwendet werden	1.1 1.4.1		6.2.2.2 6.2.3 b) 6.2.3 c) 6.2.4 a) 6.2.4 b) 6.3.1 6.3.3.2.1 6.3.4.4 6.4.5.1 c); 6.4.5.1 g)		GefahrstoffV		siehe nachfolgend	
7.1	Gefährdungen durch Kontakt mit oder Einatmung von gefährlichen Flüssigkeiten, Gasen, Nebeln, Dämpfen und Stäuben ( <b>Gefahrstoffe</b> ); Sauerstoffmangel	1.1.3; 1.1.7 1.5.13 ; 1.6.5			EN 626-1	VDI 2262			
7.2	Gefährdung durch <b>Feuer oder Explosionen</b>	1.5.6; 1.5.7	ExplSchutz-RL 94/9/EG		EN 1127-1 EN 13478	TRBS 2152 BGR 104 VDI 2263 Bl.3			
7.3	biologische oder mikrobiologische Gefährdungen (durch Viren oder Bakterien)	1.1.3; 1.6.5, 2.1				BioStoffV BGR 143			
8	<b>Gefährdungen durch die Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze bei der Konstruktion der Maschine</b> wie z.B. Gefährdungen durch				EN 614 EN 1005			siehe nachfolgend	
8.1	ungesunde Körperhaltung oder besondere Anstrengung	1.1.5; 1.1.6 1.6.2; 1.6.4		6.2.2.1 6.2.7; 6.2.8 6.2.11.8 6.3.2.1 6.3.3.2.1					
8.2	ungenügende Berücksichtigung der Anatomie von Hand/Arm oder Fuß/Bein	1.1.6 2.2			EN 614				
8.3	Vorsehen persönlicher Schutzausrüstung (PSA) anstelle technischer Schutzmaßnahmen	1.1.2d				BGV A 8			
8.4	unangepasste örtliche Beleuchtung; unzureichende Sicht auf die Arbeitsstelle	1.1.4			EN 1837				
8.5	mentale Überbelastung oder Unterforderung, Stress	1.1.6							
8.6	menschliches Fehlverhalten, (z.B. Umgehen von Schutzeinrichtungen, Nichttragen notwendiger PSA bzw. verbotswidriges Tragen von PSA, Missachtung von Warnhinweisen	1.1.2c; 1.1.6 1.2.2; 1.2.5 1.5.4; 1.7				BetrSichV TRBS BGR 500	X	31	
8.7	ungeeignete Konstruktion, Platzierung oder Kenntlichmachung von Stellteilen	1.2.2							
8.8	ungeeignete Konstruktion oder Platzierung von optischen oder akustischen Signalen	1.7.1			EN 842, 894, 981, 61310				
9	<b>Gefährdungen d. Einsatzumgebung der Maschine</b> (z.B. Temperatur, Wind, Schnee, Nässe, Blitzschlag)	1.1.2a 1.2.1; 1.5.16		6.2.6; 6.2.11.11 6.3.2.1; 6.4.5.1 b)					
Alle Gefährdungen identifizieren		Alle EG-Richtlinien beachten		Alle relevanten Normen beachten			s. Layout		s. Tabelle

Maschinen- bzw. anlagenspezifische Gefährdungen				Gefährdungs – Checkliste			Blatt 5 von 6		
Lfd. Nr.	Gefährdungen, Gefährdungssituationen, Gefährdungsereignisse	Konformität herstellen mit : MRL Anhang I	weitere EG-Richtlinien	Anwendbare Normen/techn. Spezifikationen EN ISO 12100	weitere EN-Normen	Nationale Regeln	Zutreffend	Ref. Nr.	Lebensphase(n)
1	2	3	4	5	6	7	Ja	8	10
10	<b>Kombinationen von Gefährdungen</b> (Gefahrenerhöhung durch die Addition von Risiken)	1.1.2a							
11	<b>Unerwarteter Anlauf, unerwartetes Durchdrehen / Überdrehen (Beschleunigen) oder jede vergleichbare Fehlfunktion durch:</b>	1.2		3.31	EN ISO 1037 EN ISO 11161 EN ISO 13849 EN ISO 13850 EN 50178 EN 60204-1 EN 61000 Teil 6-1 bis Teil 6-4 EN 62061			siehe nachfolgend	
11.1	Ausfall / Störung des Steuer- / Regelkreises (siehe auch lfd. Nr. 14)	1.2.1					X	25	D-M
11.2	Wiederherstellung der Energiezuführung nach einer Unterbrechung (z.B. Spannungsausfall und -wiederkehr). (siehe auch lfd. Nr. 12)	1.2.6 1.6.3		6.2.11.7.1 6.2.11.7.2			X	26	D-M
11.3	äußere Einflüsse auf elektrische Betriebsmittel (z.B. Leitungsstörungen, elektromagnetische Strahlung)	1.2.1 1.5.11	EMV-RL 2004/108/EG	6.2.11.1; 6.2.11.4; 6.3.2.5.2; 6.3.3.2.5; 6.3.5.2			X	27	D-M
11.4	andere äußere Einflüsse (Schwerkraft, Wind, Nässe, Blitzschlag usw.)	1.2.1			EN 60529				
11.5	Hardware- und Softwarefehler	1.2.1				BGI 852-4			
11.6	Bedienungsfehler (siehe auch lfd. Nr. 8) z.B. unbeabsichtigtes Einschalten der Maschine wegen ungeeigneter Befehlseinrichtungen	1.1.6; 1.2.1 1.2.2; 1.2.3, 1.2.5, 1.7			EN 614				
12	<b>Störung der Energieversorgung</b> (dadurch z.B. Gefahr des Ausfalls von Schutzeinrichtungen, Wegfliegens oder Herabfallens von Teilen, Nichtausführung von Stoppbefehlen, Veränderung von Maschinenparametern);	1.2 1.2.6		3.31; 6.2.11.1 3.32; 6.2.10 3.33	siehe lfd. Nr. 11		X	28	D-M
13	<b>Fehlende Möglichkeit, die Maschine unter optimalen Bedingungen still zusetzen</b> (normales Stillsetzen – Betriebshalt – Stillsetzen im Notfall)	1.2; 1.2.1; 1.2.4; 1.2.4.4 1.2.6; 1.3.5		6.2.11.1; 6.2.11.3 6.2.11.6; 6.2.11.8 u. 9; 6.3.5.2	EN ISO 13850		X	29	D-M
14	<b>Fehler im Steuer- / Regelkreis</b> (z.B. durch Betriebsbeanspruchungen, Fremdeinflüsse, Defekte der Hard- oder Software, Fehler in der Logik, unkontrollierte Änderung sicherheitsrelevanter Maschinenparameter, Störung der Steuersignale bei kabelloser Steuerung)	1.2 1.2.1; 1.2.3, 1.2.4; 1.2.5, 1.6.3		6.2.11	s. lfd. Nr. 11		X	30	D-M
Alle Gefährdungen identifizieren		Alle EG-Richtlinien beachten		Alle relevanten Normen beachten			s. Layout		s. Tabelle



Maschinen- bzw. anlagenspezifische Gefährdungen				Gefährdungs – Checkliste			Blatt 6 von 6		
Lfd. Nr.	Gefährdungen, Gefährdungssituationen, Gefährdungsereignisse	Konformität herstellen mit : MRL Anhang I	weitere EG-Richtlinien	Anwendbare Normen/techn. Spezifikationen EN ISO 12100	weitere EN-Normen	Nationale Regeln	Ja	Zutreffend Ref. Nr.	Lebensphase(n)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	<b>Gefahr des Umgehens von Schutzeinrichtungen</b> <i>wegen fehlenden Lösungen für alle Betriebszustände und notwendigen Eingriffe in die Maschine, z.B. beim Einrichten, Überprüfen von Programmen (Prozessbeobachtung), Beseitigen von Störungen im Arbeitsablauf sowie bei der Fehlersuche, Inspektion, Reinigung, Wartung, Instandhaltung</i>	1.1.2a+c 1.2.5 1.4; 1.4.1 1.6; 1.6.4		6.2.11.1 6.2.13 6.3.3.1	EN 1088	BGI 575 BGI 670	X	31	G-M
16	<b>Montage- und Demontearbeiten</b> <i>Gefährdungen z.B. durch Handhabung/Transport schwerer Bauteile; fehlerhafte Montage und Anschlüsse; Probeläufe (siehe u.a. auch lfd. Nr. 1c, 15,17,18 und 19)</i>	1.1.5; 1.3.1; 1.3.3; 1.3.9 1.5.4		5.4; 6.4.1.3; 6.4.5.1 b) 4; 5.4; 6.2.6; 6.4.1.3; 6.4.5.1					
17	<b>Gefährdungen bei der Reinigung/Instandhaltung</b> <i>z.B. durch Wartungsarbeiten bei laufender Maschine; unsichere Zugänge zu Eingriffspunkten; fehlende Einrichtungen zur sicheren Energietrennung und -ableitung; Umgehen von Schutzeinrichtungen bei der Fehlersuche; Fernwartung (siehe u.a. auch lfd. Nr. 1c, 15,16,18 und 19)</i>	1.3.1; 1.3.7 1.3.9; 1.5.15 1.6; 1.6.3		5.4; 5.5.3.2; 6.2.11.9; 6.3.2.4; 3.3; 5.3.2 c); 5.3.3 b) ; 5.4; 5.5.2.3.1 a); 5.5.3.2; 6.2.8 e); 6.2.10; 6.2.11.9; 6.2.11.10; 6.2.11.12; 6.3.2.4; 6.3.3.1; 6.3.5.4; 6.4.5.1 b); 6.4.5.1 e); 6.4.5.1 h)					
18	<b>Ausrutschen, Stolpern oder Stürzen von Personen</b> <i>bei der Montage, Bedienung, Instandhaltung und Demontage von Maschinen</i>	1.5.15 1.6.2		Anhang B 6.3.5.6	EN ISO 14122	BGV A 1 BGR A1			
19	<b>Gefahr, in eine Maschine / Anlage eingeschlossen zu werden</b> <i>z.B. wegen Unübersichtlichkeit der Gefahrenbereiche vom Steuerpult aus (insbesondere bei Automatikstart); fehlende Fluchtwege, Notrufmöglichkeiten und Vorkehrungen zur Befreiung und Rettung von Pers.</i>	1.2.2; 1.2.3 1.5.14		6.3.5.3	EN ISO 11161				
20	<b>Unzureichende Benutzerinformation</b> <i>(Signale, Warneinrichtungen, Betriebsanleitung usw.)</i>	1.1.2; 1.1.5 1.3.1; 1.3.2 1.3.7; 1.5.4; 1.7		6.4	EN 62079		X	32	für alle gültig
21	<b>Weitere Gefährdungen</b> <i>(zusätzliche Risiken im Einzelfall für alle Lebensphasen einer Maschine / Anlage in Abhängigkeit von deren Art und Größe sowie Aufstell- und Verwendungsbedingungen)</i>	Anhang I	alle relevanten EG-Richtlinien		alle relevanten Maschinennormen	alle relevanten nationalen Regeln	X	33	B, C, G-M
Alle Gefährdungen identifizieren		Alle EG- Richtlinien beachten		Alle relevanten Normen beachten			s. Layout		s. Tabelle



#### 4.4. Gefährdungseinschätzung und -beschreibung

Mit Hilfe der Gefährdungs-Checkliste, Blatt 1 bis 6, wurden folgende als zutreffend angekreuzte Gefährdungen identifiziert:

Produkt: Bearbeitungsstation mit einem Montageroboter

Dokument-Nr.:

Ausgestellt von: Philip Kleen

schwarzer Bereich = hohes Risiko

Dokumentteil-Nr.:

Datum: 12.05.2015

grauer Bereich = mittleres Risiko

erstmalige Risikoeinschätzung: Ja

weißer Bereich = geringes Risiko

Auswirkungen	Ausmaß Se	Klasse CI = (Fr+Pr+Av)					Häufigkeit Fr	Wahrscheinlichkeit Pr		Vermeidung Av	
		4	5 – 7	8 – 10	11 – 13	14 – 15					
Tod, Verlust eines Auges oder Armes	4						≥ 1 h	5	sehr hoch	5	
dauerhaft, Verlust von Fingern	3						< 1 h bis ≥ 24 h	5	hoch	4	
reversibel, medizinische Versorgung	2						< 24 h bis ≥ 2 w	4	mittel	3	unmöglich 5
reversibel, Erste Hilfe	1						< 2 w bis ≥ 1 a	3	gering	2	möglich 3
							< 1 a	2	vernachlässigbar	1	wahrscheinlich 1

Ref. Nr.	Typ. Gef. Nr.	Gefährdung	Se	Fr	Pr	Av	CI		
1	1	Bewegungen jedes Teils des Roboterarms	2	3	2	1	6	geringes Risiko	
2	1	Quetschen zwischen Roboterarm und jedem festen Gegenstand	2	5	3	3	11	hohes Risiko	
3	1	Quetschen zwischen Endeffektor und jedem festen Gegenstand	2	5	3	3	11	hohes Risiko	
4	1	unerwartete Bewegung	2	3	2	1	6	geringes Risiko	
5	1	unbeabsichtigte Bewegung	1	3	2	3	8	geringes Risiko	
6	2	Kontakt mit spannungsführenden Teilen	4	2	3	3	8	hohes Risiko	
7	5	durch Vibrationen; Lösen von Verbindungen	1	3	2	3	8	geringes Risiko	
8	8	Ungeeigneter Ort oder Markierung	3	2	1	1	4	geringes Risiko	
9	10	Unerwartetes Starten der Maschine durch eine Person	2	3	2	1	6	geringes Risiko	
10	10	aufgrund mehrfacher Ausfälle/Situationen	3	2	2	1	5	mittleres Risiko	
11	10	Ausfall einer Schutteinrichtung	3	2	2	1	5	mittleres Risiko	
20	1c)	Herabfallen von Objekten	1	3	2	1	6	geringes Risiko	
21	1d)	durch Klemmen an der Fixierung	2	4	3	1	7	mittleres Risiko	

## Entwurf, kein Anspruch auf Richtigkeit und Vollständigkeit

22	1g)	Flüssigkeiten u. Gase unter Druck	3	3	2	3	8	hohes Risiko	
23, 24	2	Elektrische Gefährdungen	4	3	2	5	10	hohes Risiko	
25, 26, 27	11	Unerwarteter Anlauf der Anlage	1	2	2	5	9	geringes Risiko	
28	12	Störung in der Energieversorgung	1	2	2	5	9	geringes Risiko	
29	13	Stillsetzen im Notfall	2	3	3	3	9	mittleres Risiko	
30	14	Fehler im Steuerkreis	1	2	2	5	9	geringes Risiko	
31	15	Umgehen von Schutzeinrichtungen	2	4	4	1	9	mittleres Risiko	
32	20	Unzureichende Benutzerinformation	2	3	3	3	9	mittleres Risiko	

### Einzelheiten (Beschreibung des Unfallszenarios) der Ref. Nr.

1	Quetschen zwischen stehenden und beweglichen Teil des Roboters im Tippbetrieb, bei geöffnetem Gehäuse. Vor allem durch eingriff einer weiteren Person.
2	Quetschen zwischen Roboterarm und jedem festen Gegenstand durch Eingriff in die Öffnung zur Bestückung der Maschine.
3	Quetschen zwischen Endeffektor und jedem festen Gegenstand durch Eingriff in die Öffnung zur Bestückung der Maschine.
4	unerwartete Bewegung von Maschinen oder Teilen der Roboterzelle während Handhabungsvorgängen
5	unbeabsichtigte Bewegung oder Betätigung eines Endeffektors oder zugehöriger Ausrüstung (einschließlich robotergesteuerter externer Achsen, prozessspezifisch für Schleifscheiben, usw.)
6	Kontakt mit spannungsführenden Teilen oder Verbindungen (Steuer-schrank, Anschlusskästen, Schaltpulte an der Maschine)
7	Beim Betrieb des Roboters werden Vibrationen auf die gesamte Maschine übertragen, nicht aber zwingend auf einen Menschen oder andere Maschinen.
8	Durch unglückliche Standortwahl, kann der Zugang zu den Stelleinrichtungen versperrt oder eingeschränkt sein. Dies gilt insbesondere für den NOT-Halt
20	Beim Lösen des Maschinengehäuses und evtl. aushacken der Seitenteile können diese Elemente aus der Handfallen
21	Klemmen/Quetschen an der Indexierung, durch Untergreifen der Hubplatte, beim Eingriff in den geschützten Raum, durch die Öffnung der Materialzuführung.
22	Flexible Druckluftschläuche für Indexierung können platzen oder sich lösen und herumwirbeln.
23, 24	Bei nicht fachgerechter Elektroinstallation und durch Betriebsbeanspruchungen besteht die Gefahr eines Stromschlages beim Berühren spannungsführender Teile.
25, 26, 27	Bei Ausfall/Störung des Steuerungssystems, Spannungsausfall und –wiederkehr sowie elektromagnetischen Störungen besteht u.a. die Gefahr eines unerwarteten Anlaufs der Anlagen oder von einzelnen Komponenten.
28	Beim Störungen im Stromnetz können Schutzeinrichtungen versagen
29	Trotz aller Schutzmaßnahmen können Notsituationen entstehen, für die Vorsorge getroffen werden muss.
30	Durch Bauteilversagen der elektronischen Steuerung (Standard-SPS) kann es zu gefährlichen Situationen kommen, vor allem dann, wenn das Transferband unerwartet schneller oder zu schnell läuft.
31	Fehlende Betriebszustände zum Programmieren, aufwendig zu entfernender Schutzeinrichtungen. Demontieren des Gehäuses notwendig.
32	Risiken, die sich durch technische Maßnahmen nicht oder nicht vollständig beseitigen lassen, können Gefährdungen verursachen, wenn die an der Anlage Beschäftigten darauf nicht hingewiesen werden. Fehlen von Betriebsanleitung mit Wartungs- und Bedienhinweisen.
33	Weitere Gefährdungen durch das Verschieben der Maschine müssen gemäß Anhang I der MRL Abschnitt 3 ausgeschlossen werden.

## 4.5. Weitere Gefährdungen bei bestimmten Maschinen/Anlagen

Es handelt sich um eine ortsveränderliche Maschine gemäß MRL Anhang I Absatz 3. Zum Vereinfachten Transport sind Rollen angebracht.

### Weitere Anforderungen:

Als weitere Schutzmaßnahmen, muss auch die Standsicherheit beim Transport gewährleistet sein und ein schnelles Stoppen und kontrollierte Fahrt möglich sein.

Gemäß Handbuch des Roboters ist auf die korrekte Stellung des Manipulators zu achten.

### Weitere Maßnahmen:

Durch Griffe an der Maschine und Hinweise in der Betriebsanleitung kann dies erreicht werden. Die Standsicherheit ist konstruktiv zu überprüfen. Die Maschine muss für schnelles Stoppen über Bremsen verfügen.

Die Steuerungselemente sollten auch ortsveränderlich an dieser Maschine angebracht werden können, damit die Auswahl des bestimmungsgemäßen Verwendungsorts größer ist.

Nachrüsten eines Tasters an der Bedieneinheit für den Befehl „In Transportstellung fahren“, in der Betriebsart „Einrichten“ oder eine zusätzliche Betriebsart „Transport“ mit weiteren Eigenschaften realisieren (siehe Bedienkonzept). Diese könnten folgende sein: lösen von Bremsen, Positionierungen und anderen sicherheitsrelevanten Verbindungen zur Integrationsumgebung, Manipulator in Grundstellung fahren.

## 5. Sicherheits- und Bedienungskonzept

Für die mit Hilfe der Gefährdungsbeispiele aus der DIN EN ISO 10128-2 (Seite 11) (siehe Seite 13ff) und der Gefährdungs-Checkliste aus der DIN EN ISO 12100 (siehe Seite 19ff) identifizierten und auf den Seiten 25 bis 27 beschriebenen Gefährdungen wurden die Risiken bereits eingeschätzt. Es müssen nun Maßnahmen zur Risikominderung festgelegt werden. Die Auswahl von Schutzmaßnahmen erfolgt im Rahmen eines Sicherheits- und Bedienkonzept.

**Das Sicherheits- und Bedienkonzept besteht aus den Punkten 5.1 bis 5.5.**

Dazu wird Folgendes erläutert:

- zu Punkt 5.1 (siehe Seite 30)

### **Erforderliche Schutzmaßnahmen (Übersicht)**

Berücksichtigung aller identifizierten Gefährdungen sowie Produktions- und Bedienungsanforderungen im Sicherheits- und Bedienkonzept.

Tabellarisch ist für alle Lebensphasen der Maschine/Anlage festgehalten, ob gemäß Gefährdungs-Checkliste Schutzmaßnahmen notwendig sind. Außerdem ist angegeben, welche produktions- und bedienungstechnischen Erfordernisse bei der Auswahl und Beschreibung der Schutzmaßnahmen in den Maßnahmenblättern unbedingt berücksichtigt werden müssen. Dadurch sollen Manipulationen an Schutzeinrichtungen verhindert werden.

- zu Punkt 5.2 (siehe Seiten 31)

### **Erläuterungen zur Erstellung der Maßnahmenblätter**

Hier ist festgehalten, wie die Maßnahmenblätter verwendet und ausgefüllt werden sollen. **Die Erläuterungen wurden bei dieser Analyse beachtet.**

- zu Punkt 5.3 (siehe Seiten 32ff)

### **Maßnahmenblätter**

Die Maßnahmenblätter (Blatt 1 bis 5) dienen der maschinen- bzw. anlagenspezifischen Risikoeinschätzung und Schutzmaßnahmenbeschreibung für sicherheitsrelevante Lebensphasen.

Dabei wurden berücksichtigt:

- Alle identifizierten Gefährdungen gemäß Gefährdungs-Checkliste.
- Risikoeinschätzung gemäß DIN ISO/TR 14121-2:2013-02 Abschnitt 6.5.2 und Beschreibung der Gefährdungen (siehe Seiten bis 24)
- Grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der EG-Maschinenrichtlinie gemäß Spalte 3 der Gefährdungs-Checkliste für „zutreffend“ angekreuzte Gefährdungen.
- Anforderungen aus weiteren Binnenmarkt-Richtlinien gemäß Spalte 4 der Gefährdungs-Checkliste
- Anwendbare Normen/technische Spezifikationen gemäß Spalte 5 bis 7 der Gefährdungs-Checkliste
- Erforderliche Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung von Sicherheits-, Produktions- und Bedienungsanforderungen (siehe Seiten 32ff)
- Notwendige Maßnahmen gemäß der Funktionsbeschreibung auf den Seiten 37ff.

- zu Punkt 5.4 (siehe Seiten 37ff)

**Funktionsweise der gesicherten Anlage**

Im Zuge der Auswahl von Schutzmaßnahmen in den Maßnahmenblättern (Seiten 37 bis 37) wird beschrieben, wie die gesicherte Anlage funktioniert und zu bedienen ist. Die Beschreibung bezweckt, die Auswahl ungeeigneter Schutzmaßnahmen zu vermeiden. Dadurch wird erreicht, dass die Bedienungsperson ohne unzumutbare Behinderungen alle notwendigen Tätigkeiten und Eingriffe durchführen kann.

- zu Punkt 5.5 (siehe Seite 39)

**Sicherheitsplan**

Den beschriebenen Schutzmaßnahmen in den Maßnahmenblättern (Seiten 32ff) sind Maßnahmennummern zugeordnet. Deren Eintragung in den Aufstellplan auf Seite 8 ergibt ein Übersicht der für die Maschine/Anlage festgelegten Schutzmaßnahmen (Seite 39).

## 5.1. Erforderliche Schutzmaßnahmen (Übersicht)

Firma selbst		Erforderliche Schutzmaßnahmen (Übersicht)						Bearbeiter: Philip Kleen Datum: 12.05.2015	
Berücksichtigung aller identifizierten Gefährdungen sowie wichtiger Produktions- und Bedienungsanforderungen im Sicherheits- und Bedienungskonzept.									
Lebensphasen der Maschine / Anlage		Gefahrstellen: Ort / Bereich / Objekt	Gefährdungen	vorhanden: Ja/Nein	Erforderliche Schutzmaßnahmen			Bemerkungen	
						Ja	Nein		
A	Bau	Gesamte Maschine	Alle Gefährdungen gemäß Gefährdungs-Checkliste	Ja	Besondere Schutzmaßnahmen erforderlich?		X	Nur allgemeine Vorsicht und Sorgfalt notwendig	
B	Transport			Ja	Siehe Weitere Gefährdungen bei bestimmten Maschinen/Anlagen Seite 27	X			
C	Montage / Inbetriebnahme			Ja	Besondere Schutzmaßnahmen erforderlich?		X		
D-E	Automatikbetrieb  Teilautomatikbetrieb	Gesamte Maschine	Mechanische Gefährdungen (allgemein)	Ja	Sicherung von Gefahrstellen • einzeln an jeder Komponente? • nur an bestimmten Komponenten? Bereichssicherung (z.B. Umzäunung, Hinweise)?	X X	X	Aufgrund von Forderungen von DIN EN ISO 190218-2 ist das Gehäuse als Umzäunung anzusehen	
F-K	Alle Betriebsarten mit manueller Steuerung (kein Automatikbetrieb)	Gesamte Maschine	Mechanische Gefährdungen (speziell)	Ja				Anwendung der C-Norm DIN EN ISO 190218-2	
D-K	Allgemeiner Betrieb der Maschine / Anlage	Gesamte Maschine oder bestimmte Komponenten Bereiche, Stellen	Nicht mechanische Gefährdungen	Ja	Besondere Schutzmaßnahmen erforderlich?	X			
L-M	Reinigung, Wartung, Instandhaltung	Gesamte Maschine, Absaugung	Mechanische Gefährdungen	Ja	Stillstand der Maschine möglich? Besondere Schutzmaßnahmen erforderlich?	X X		Regelung in der Betriebsanleitung. Herausgabe einer Betriebsanweisung.	
N	Außerbetriebnahme, Demontage,	Gesamte Maschine	Alle Gefährdungen gemäß Gefährdungs-Checkliste	Ja	Besondere Schutzmaßnahmen erforderlich?		X	Soweit absehbar, nur allgemeine Vorsicht und Sorgfalt notwendig	
s. Lebensphasen-Tabelle		Gefährdungen gem. Gefährdungs-Checkliste			Einzelheiten siehe Maßnahmenblätter				

## 5.2. Erläuterungen zur Erstellung der Maßnahmenblätter

**Für alle mit Hilfe der Gefährdungs-Checkliste identifizierten maschinen- bzw. anlagenspezifischen Gefährdungen sind die damit verbundenen Risiken einzuschätzen und auf der Grundlage eines Sicherheits- und Bedienungskonzeptes Maßnahmen zur Risikominderung festzulegen.**

Die Risikoeinschätzung und Schutzmaßnahmenbeschreibung lässt sich mit Hilfe von Maßnahmenblättern (Blatt 1 bis X) dokumentieren.

Bei Großmaschinen und größeren Produktionsanlagen verbessert eine für Teilmaschinen oder Teilbereiche durchgeführte Risikobeurteilung die Übersicht. Dabei kann es sinnvoll sein, einzelne Lebensphasen separat zu analysieren und zu dokumentieren.

Die Maßnahmenblätter können deshalb für eine **Gesamtmaschine** (Einzelmaschine oder komplexe Anlage), eine **Teilmaschine** (Maschine einer komplexen Anlage) oder für den **Teilbereich** einer Maschine/Anlage verwendet werden.

Risikobeurteilungen für Teilmaschinen bzw. Teilbereiche ersetzen nicht die Risikobeurteilung für eine Maschine/Anlage als Gesamtheit, soweit dies für das Zusammenwirken von Baugruppen erforderlich ist.

Bereits in 4.2 Erläuterungen für den Gebrauch der Gefährdungs-Checkliste ist beschrieben, dass es sich um eine Gesamtmaschine handeln muss. D.h. die Maßnahmenblätter 1 bis \_\_\_\_ dienen der Dokumentation der Risikoeinschätzung und Schutzmaßnahmenbeschreibung für eine komplette Anlage.

Nachfolgend sind die **Spalten 1 bis 11** der Maßnahmenblätter erläutert.

Spalte 1	Lfd. Nummern der identifizierten Gefährdungen aus der Gefährdungs-Checkliste.
Spalte 2	Identifizierte Gefährdungen aus der Gefährdungs-Checkliste.
Spalte 3	Alle Gefahrstellen (benannt nach Ort, Bereich oder Objekt), an denen mit identifizierten Gefährdungen gerechnet werden muss.
Spalte 4	Positionsnummern der jeweiligen Anlagenkomponenten ( <i>siehe Aufstellplan Seite 52</i> ).
Spalte 5	Genaue Angabe, wann bzw. wobei die entsprechende Gefährdung auftritt (Gefährdungssituation, gefährdende Tätigkeit, Gefährdungsursache).
Spalte 6	Angabe der Lebensphase(n) der Maschine/Anlage, bei der (denen) die entsprechende Gefährdung auftritt (siehe Lebensphasen Seite 12)
Spalte 7	Allgemeine Risikoeinschätzung unter Beachtung von DIN EN ISO 12100 „Allgemeine Gestaltungsleitsätze - Risikobeurteilung und Risikominderung" (siehe Gefährdungseinschätzung und -beschreibung Seite 25). Es können Risikohöhen für die Zustände vor und nach der Risikominderung (z. B. hoch/gering) angegeben werden, die sich in Abhängigkeit von Risikofaktoren aus der in Tabelle enthaltenen Risikografik ergeben.
Spalte 8	Die Risikoeinschätzung für die Maschinensteuerung ist nach DIN EN ISO 13849-1, durchzuführen. Alternativ kann auch für sicherheitsbezogene elektrische, elektronische und programmierbare elektronische Steuerungssysteme die DIN EN 62061 angewendet werden. Bei der Risikoeinschätzung nach DIN EN 13849-1 muss für jede nach Spalte 9 benötigte Sicherheitsfunktion der zu entwerfenden Steuerung der erforderliche Performance Level (z.B. PL <sub>r</sub> =d) ermittelt und in Spalte 8 eingetragen werden. Erläuterungen zum Entwurfs- und Entwicklungsprozess einer Steuerung nach DIN EN ISO 13849-1 enthält Anlage 1. Für sicherheitsbezogene elektrische, elektronische und programmierbare elektronische Steuerungssysteme kann alternativ der Sicherheitsintegritätslevel (z.B. SIL=2) ermittelt und in Spalte 8 eingetragen werden. Erläuterungen sind dazu in Anlage 1 zu finden.
Spalte 9	Formulierte Schutzziele, Schutzmaßnahmenbeschreibung, Angabe von Restrisiken und Hinweise für die Benutzerinformation.
Spalte 10	Maßnahmen-Nummer für den Sicherheitsplan.
Spalte 11	Raum für Prüfvermerke Anlage 2

### 5.3. Maßnahmenblätter

<b>Hersteller</b>  selbst		<b>Maßnahmenblatt</b> <b>Maschinen- bzw. anlagenspezifische Risikoeinschätzung und Schutzmaßnahmenbeschreibung</b>							Blatt 1 von 5	
		<b>Maschine / Anlage:</b> Bearbeitungstation mit einem Montageroboter							<b>Sachbearbeiter:</b> Philip Kleen  <b>Datum:</b> 12.05.2015	
		<b>Typ:</b> –		<b>Maschinen-Nr.:</b> 0001		<b>Baujahr:</b> 2014				
		<b>Kunde:</b> inIT		<b>Auftrags-Nr.:</b> –		<b>Land:</b> Deutschland				
<b>Gesamtmaschine:</b> Ja		<b>Teilmaschine:</b> Nein		<b>Teilbereich:</b> Nein						
<b>Aus Gefährd.-Checkliste</b> <b>Lfd. Nr.</b>	<b>Gefährdungen</b> <b>(Kurztext)</b>	<b>Gefahrstelle</b> <b>Ort / Bereich/ Objekt</b>	<b>Ref. Nr.</b>	<b>Gefährdungssituation,</b> <b>Gefährdende Tätigkeit,</b> <b>Gefährdungsursache</b>	<b>Lebens- phase</b>	<b>Risikoeinschätzung</b> <b>allge- mein</b>	<b>für die Steue- rung</b>	<b>Schutzziel(e) / Schutzmaßnahme</b> <b>Restrisiko</b> <b>Benutzerinformation</b>	<b>Maßn. Nr.</b>	<b>Prüf- ver- merk</b>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Mechanische Gefährdungen										
	Quetschen durch Bewegung des Roboterarms	Roboter	1	Im Tippbetrieb kann eine weitere beobachtende Person vom Roboterarm erfasst werden.	F-M	geringes Risiko		Geschwindigkeit des Roboters wie in der C-Norm reduzieren	1	
		zwischen Roboterarm und festen Gegenstand	2	durch die Öffnung der Bestückung manuelle Betriebsarten, bei einer weiteren Person	D-M	hohes Risiko		<b>Ziel:</b> Zugriff in den Betriebsraum verhindern <b>Maßnahme:</b> Anbringen eines Tunnels nach ISO 13857, evtl. Zugriffmöglichkeiten erhalten Abfrage, dass ein Magazin angestellt ist	2	
					F-M	geringes Risiko		Hinweis auf weitere Personen achten	3	
		zwischen Endeffektor und festen Gegenstand	3	durch die Öffnung der Bestückung manuelle Betriebsarten, bei einer weiteren Person	D-M	hohes Risiko		<b>Ziel:</b> Zugriff in den Betriebsraum verhindern <b>Maßnahme:</b> Anbringen eines Tunnels nach ISO 13857, evtl. Zugriffmöglichkeiten erhalten Abfrage, dass ein Magazin angestellt ist	2	
					F-M	geringes Risiko		Hinweis auf weitere Personen achten, kein Manuelles fixieren von Bauteilen	4	
	unerwartete Bewegung	von Maschinen oder Teilen der Roboterzelle	4	während Handhabungsvorgängen	F-M	geringes Risiko		<b>Maßnahme:</b> Unerwartete Bewegung durch zuverlässige zertifizierte Bauteile verhindern min. PL <sub>r</sub> =d	6	
s. Gefährdungs-Checkliste		s. Aufstellplan		Alle identifizierten Gefährd. beachten	s. Tabelle	s. Risiko-Grafiken		Alle EG-Richtlinien, EN- Normen, techn. Spezifikat. beachten	s. Tab.	



Hersteller		Maßnahmenblatt							Blatt 2 von 5	
		Maschinen- bzw. anlagenspezifische Risikoeinschätzung und Schutzmaßnahmenbeschreibung								
Aus Gefährd.-Checkliste		Gefahrstelle		Gefährdungssituation,	Lebens-	Risikoeinschätzung		Schutzziel / Schutzmaßnahme	Maßn. Nr.	Prüf-vermerk
Lfd. Nr.	Gefährdungen (Kurztext)	Ort / Bereich/ Objekt	Pos. Nr.	Gefährdende Tätigkeit, Gefährdungsursache	phase	allgemein	für die Steuerung	Restrisiko Benutzerinformation		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	unbeabsichtigte Bewegung oder Betätigung	Endeffektors o-der zugehöriger Ausrüstung	5	während Handhabungs-vorgängen	F-M	geringes Risiko		<b>Maßnahme:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zweihandbedienung, eine gibt erneu-ernde Freigabe, mit der anderen kann im Tippbetrieb mit verminderter Ge-schwindigkeit gefahren werden.</li></ul>	7	
1d)	Herabfallen von Objekten, Kanten und Ecken	Obere Gehäu-seteile	20	Bei der De- und Montage von den Seitenteilen, die auch eine Schutzeinrich-tung darstellen, können diese aus der Handrut-schen. Zugriff in den ge-schützten Bereich	A, C, F-M	geringes Risiko		<ul style="list-style-type: none"><li>• Kanten und Ecken möglichst abrunden</li><li>• Hinweis in Betriebsanleitung: Arbeit mit mehreren Personen durchführen.</li><li>• Allg. Vorsicht und Sorgfalt notwendig</li><li>• Tragen von Sicherheitsschuhen und Handschuhen</li></ul>	8 9 10 11	
	Masse und Ge-schwindigkeit, Quetschen	Indexierung	21	Durch Eingreifen in den Betriebsraum über die Werkstückzufuhr, dann untergreifen der Hub-platte möglich	C-M	mittleres Risiko		Anbringen eines Tunnels nach ISO 13857, evtl. Zugriffmöglichkeiten erhalten, so dass kein Quetschen zwischen diesen und dem Werkstück entsteht.	12	
	1g)	Ansammlung von Energie, Luft un-ter Druck	Druckluftschläu-che	22	Platzen oder Lösen von Druckluftschläuchen	Alle	hohes Risiko		<b>Maßnahmen:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Schläuche in geringen Abständen fixie-ren</li><li>• Druck begrenzen</li></ul>	13 14
2	Elektrische Ge-fährdungen	Gesamte Maschine	6 23 24	Kontakt mit spannungs-führenden Teilen, durch Defekte Bauteile, mangel-hafte Isolierung	D-M	hohes Risiko		Gestaltung, Installation und Verwendung der elektrischen Ausrüstung in Überein-stimmung mit EN 60204-1 und BGV A3, einschließlich der elektrischen Prüfung durch eine Elektrofachkraft.	15	
5	Gefährdung durch Vibration	Verbindungen, Befestigungen	7	Lösen von diesen Bautei-len	D-M	geringes Risiko		<ul style="list-style-type: none"><li>• Steckverbindungen mit Befestigung am Gegengensteinück,</li><li>• Zugfederklemmen bei der el. Installation</li><li>• Schrauben evtl. mit Kleber fixieren</li></ul>	16 17 18	
s. Gefährdungs-Checkliste		s. Aufstellplan		Alle identifizierten Gefährd. beachten	s. Tabelle	s. Risiko-Grafiken		Alle EG-Richtlinien, EN- Normen, techn. Spezifikat. beach-ten	s. Tab.	

Hersteller		Maßnahmenblatt							Blatt 2 von 5	
		Maschinen- bzw. anlagenspezifische Risikoeinschätzung und Schutzmaßnahmenbeschreibung								
Aus Gefährd.-Checkliste		Gefahrstelle		Gefährdungssituation,	Lebens-	Risikoeinschätzung		Schutzziel / Schutzmaßnahme	Maßn. Nr.	Prüf-vermerk
Lfd. Nr.	Gefährdungen (Kurztext)	Ort / Bereich/ Objekt	Pos. Nr.	Gefährdende Tätigkeit, Gefährdungsursache	phase	allgemein	für die Steuerung	Restrisiko Benutzerinformation		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	Ergonomische Gefährdung	Steuerungselemente	8	Ungeeigneter Ort, kein schnelles Handeln möglich; evtl. ungesunde Körperhaltung	D-M	geringes Risiko		Bewegliche Steuerungselemente oder Hinweis, dass dies bei der Standortwahl zu beachten ist	19	
10 Kombination von Gefährdungen										
	unerwartetes Starten durch Dritte	Gesamte Maschine	9	Maschine soll von einer Person gestartet werden, dieser Vorgang wird jedoch von einer anderen Person nicht erwartet	D-M	geringes Risiko		• Die Maschine ist klein und die Umgebung überschaubar. • Maschine hat kein Fernzugriff, ansonsten Freigabe für diesen • evtl. Schlüsselschalter als Startbedienung	20	
									21	
									22	
	Gefährdungen aufgrund mehrfacher Ausfälle/Situationen	Gesamte Maschine	10	Es kann bei jeder Tätigkeit zu dieser Gefährdungen kommen, besonders bei der Fehlersuche	D-M	mittleres Risiko		NOT-AUS- Einrichtungen, Trennen des gesteckten Versorgungssystems	23	
	unerwartetes Verhalten	Ausfall einer Schutzmaßnahme	11	Beim Beanspruchen der Schutzmaßnahme kann diese Versagen und das Risiko erhöht sich	D-M	mittleres Risiko		Wie in der C-Norm gefordert mindestens PL <sub>r</sub> = d mit Kategorie 3 mit einen zweiten Abschaltweg	24	
11 Unerwarteter Anlauf, unerwartetes Durchdrehen/Überdrehen (Beschleunigen)								Verhindern von Verletzungen durch das Versagen von Bauteilen der Steuerung und Energiezufuhr nach einer Unterbrechung		
	Ausfall/Störung des Steuersystems	Gesamte Maschine	25	Einsatz/Gebrauch: Selbstanlauf der Maschine oder einzelner Komponenten	D-M	geringes Risiko		Ausführen der Sicherheitsfunktionen der Steuerung gemäß min PL = d Beachtung von EN 1037, EN 60204-1, EN ISO 11161 und VDI 2854 Validierung gemäß EN ISO 13849-2	25	
	Energiezufuhr nach einer Unterbrechung	Gesamte Maschine	26		D-M	geringes Risiko				
		Äußere Einflüsse auf elektrische Betriebsmittel	Gesamte Maschine	27	Elektromagnetische Störungen	D-M	geringes Risiko		Sicherstellung elektromagnetische Verträglichkeit gemäß EN 61000-6-1/2 (Störfestigkeit) und EN 61000-6-3/4 (Störaussendung).	26
s. Gefährdungs-Checkliste		s. Aufstellplan		Alle identifizierten Gefährd. beachten		s. Tabelle	s. Risiko-Grafiken	Alle EG-Richtlinien, EN- Normen, techn. Spezifikat. beachten		s. Tab.

Hersteller		Maßnahmenblatt							Blatt 2 von 5	
		Maschinen- bzw. anlagenspezifische Risikoeinschätzung und Schutzmaßnahmenbeschreibung								
Aus Gefährd.-Checkliste		Gefahrstelle		Gefährdungssituation,	Lebens-	Risikoeinschätzung		Schutzziel / Schutzmaßnahme	Maßn. Nr.	Prüf-ver-merk
Lfd. Nr.	Gefährdungen (Kurztext)	Ort / Bereich/ Objekt	Pos. Nr.	Gefährdende Tätigkeit, Gefährdungsursache	phase	allge-mein	für die Steuerung	Restrisiko Benutzerinformation		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	Plötzlich auftretende Betriebsstörungen	Gesamte Maschine	28	Einsatz/Gebrauch: <ul style="list-style-type: none"><li>Selbstanlauf von Komponenten</li><li>Ändern von Maschinenparametern</li></ul> Ausfall von Schutzeinrichtungen u.a.m.	D-M	geringes Risiko		Verhindern von Verletzungen durch Energieausfall und –wiederkehr: Maßnahmen gemäß Maßnahmen-Nr. 25, 26, 27, 28		
13	Sillsetzen in Notfällen	Gesamte Maschine	29	Einsatz/Gebrauch	D-M	mittleres Risiko		Verhindern von Körper-, Sach- und Umweltschäden bei Not- und Störfällen: NOT-Halt-Schalteneinrichtungen am Steuerpult und an der Maschine mit Wirkung auf die Gesamtanlage (auch die angeschlossenen Bearbeitungsmaschinen) unter Beachtung von EN ISO 13850 und EN 60204-1 (Stoppkategorie 0)	27	
14	Fehler im Steuer-/Regelkreis Unerwartet auftretende Betriebsstörungen	Gesamte Maschine	30	Einsatz/Gebrauch: <ul style="list-style-type: none"><li>Selbstanlauf von Komponenten</li><li>Nichtausführung von Stoppbefehlen</li><li>Ändern von Maschinenparametern</li></ul> Ausfall von Schutzeinrichtungen u.a.m.	D-M	geringes Risiko		Verhindern von Verletzungen durch das Versagen von Bauteilen der Steuerung: Ausführen der Sicherheitsfunktionen gemäß PL = d Befreiung der SPS von Sicherheitsverantwortung durch eine kontaktbehaftete Zusatzsteuerung.	28	
15	Falsche Betriebsart	Gesamte Maschine	31	Starten des Automatikbetriebs, ohne Überprüfung der Schutzeinrichtung	D-M	mittleres Risiko		Einfacher Zugang, mit Abfrage zum Starten, bis hin zum Betriebsraum Start nur möglich, mit geschlossenen Gehäuse	29	
s. Gefährdungs-Checkliste		s. Aufstellplan		Alle identifizierten Gefährd. beachten	s. Tabelle	s. Risiko-Grafiken		Alle EG-Richtlinien, EN- Normen, techn. Spezifikat. beachten	s. Tab.	

Hersteller		Maßnahmenblatt							Blatt 2 von 5	
		Maschinen- bzw. anlagenspezifische Risikoeinschätzung und Schutzmaßnahmenbeschreibung								
Aus Gefährd.-Checkliste		Gefahrstelle		Gefährdungssituation,	Lebens-	Risikoeinschätzung		Schutzziel / Schutzmaßnahme	Maßn. Nr.	Prüf-ver-merk
Lfd. Nr.	Gefährdungen (Kurztext)	Ort / Bereich/ Objekt	Pos. Nr.	Gefährdende Tätigkeit, Gefährdungsursache	phase	allge-mein	für die Steuerung	Restrisiko Benutzerinformation		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20	Unzureichende Benutzerinforma-tion Restrisiken	Gesamt Anlage	20	Einsatz/Gebrauch	D-M	mittleres Risiko		Verhindern von Verletzungen durch Restri-siken und falsche Bedienung der Anlage: Auf unvermeidliche Restrisiken werden durch augenfällige Sicherheitskennzeich-nung der an der Anlage und eine verständ-liche Betriebsanleitung hingewiesen. Zusätzlich erfolgt die Herausgabe der Be-triebsanweisung.	30	
21	durch ortsverän-derliche Ma-schine	Gesamte Maschine	22	Einsatz/Gebrauch	G-M	gerin-ges Ri-siko		Hinweis zum Transport in der Betriebsan-weisung.	31	
s. Gefährdungs-Checkliste		s. Aufstellplan		Alle identifizierten Gefährd. beachten	s. Tabelle	s. Risiko-Grafiken		Alle EG-Richtlinien, EN- Normen, techn. Spezifkat. beach-ten	s. Tab.	

## 5.4. Funktionsweise der gesicherten Maschine/Anlage

Unter Berücksichtigung aller Anforderungen und grundsätzlichen vorgesehenen Schutzmaßnahmen gemäß Erforderliche Schutzmaßnahmen (Übersicht) werden für die Maschine/Anlage die nachfolgend beschriebenen sicherheits-, produktions- und bedienungstechnischen Funktionen festgelegt. Die Einzelheiten zur Realisierung sind in den Maßnahmenblättern enthalten.

### **Automatikbetrieb:**

Die für den Automatikbetrieb vorgeschriebenen Einschaltbedienungen werden wie folgt hergestellt:

- An einen geeigneten Bearbeitungsplatz anstecken
- Maschinensteuerung konfigurieren (Teachen)
- Gehäuse/Schutzeinrichtung der Maschine geschlossen
- Magazin an die Maschine geschoben
- Personen kennen das Restrisiko
- Druckluft entriegeln
- Fehler Quittieren
- Starten mit dem Drucktaster (Automatik)

Die Maschine darf nicht während des Betriebes abgezogen werden, Durch versehentliches Abziehen, gehen andere angeschlossene Maschinen in den sicheren Halt. Diese Maschine kommt kontrolliert zum Stillstand. Das Wiederherstellen des Automatikbetriebes erfordert vom Bediener, das gleiche Vorgehen, wie zuvor genannt, die Maschine muss erneut in Betrieb genommen werden. Das Bedienungspersonal kann durch die Mitnahme des Schlüssels (Pin), der zum Konfigurieren der sicherheitsrelevanten Maschinensteuerung ist, verhindern, dass eine zweite Person unbeabsichtigt die Konfiguration erneut konfiguriert.

Durch öffnen oder entfernen von einer Schutzeinrichtung, gehen der Roboter und der Rest der Maschine sofort in sicheren Halt. Das Wiederherstellen des Automatikbetriebes erfordert folgende Handlungen des Bedienungspersonals in dieser bestimmten Reihenfolge:

- Schutzeinrichtungen wieder anbringen, schließen
- Fehler mit Drucktaster quittieren
- Starten mit dem Drucktaster

Das Entfernen des Bauteilemagazins führt zu einem sicheren Halt der Maschine. Die Wiederherstellung des Automatikbetriebs erfordert vom Bedienungspersonal, in dieser Reihenfolge, folgende Handlungen.

- Neu bestücktes Magazin wieder einschieben.
- Fehler mit Drucktaster quittieren
- Starten mit dem Drucktaster

### **Beseitigen von Störungen im Arbeitsablauf**

Störungen dürfen nicht im Automatikbetrieb entfernt werden, es muss sichergestellt werden, dass keine Gefahr vom Industrieroboter ausgeht. Dazu muss die manuelle Betriebsart mit verminderter Geschwindigkeit gewählt werden. Über einen Drucktaster kann nun die Indexierung, manuell bewegt werden. Auch ist jetzt das entfernen oder öffnen von Schutzeinrichtungen erlaubt um notwendige Eingriffe vorzunehmen.

### **Rüsten, Einstellen, Testen, Fehlersuche und –beseitigung**

Diese Bearbeitungsmaschine ist für den schnellen und einfachen Einsatz in einer integrierten Fertigung bestimmt. Dazu muss der steckbare Versorgungsbus an eine kompatible Maschine, die auch für eine Integration bestimmt ist, angesteckt werden und gegen Lösen gesichert werden.

Diese müssen entsprechend konfiguriert werden, damit eine sicherheitsgerichtete Kommunikation aufgebaut werden kann. Diese ist durch drücken eines Tasters an einer dieser Maschinen auszulösen (Teachen). Das Teachen muss bei jedem Verändern des integrierten Fertigungssystems erneut ausgeführt werden. Unabhängig davon, ob die Position verändert wurde. Es ist somit eine Einschaltbedienungsart für den Automatikbetrieb.

Die Maschine verfügt über einen Automatikbetrieb, in dem kein weiterer Eingriff erforderlich ist. Für die Fehlersuche und Einstellungen muss die Betriebsart Manuell gewählt werden und die Schutzeinrichtungen können geöffnet werden. Über ein zusätzliches Bedienpanel, welches anzustecken ist, kann der Industrieroboter mit Tippbetätigung und gedrückter Freigabe mit verminderter Geschwindigkeit verfahren werden.

### **Reinigen, Wartung, Instandhaltung**

Diese Arbeiten können im Stillstand der Anlage mit gegen Einschalten gesicherte Energieeinrichtung durchgeführt werden. Die genaue Vorgehensweise ist der Betriebsanleitung zu entnehmen.

### **Transport**

Zum Transport ist die Betriebsart „Transport“ zu wählen und über den Betriebsartenwahlschalter einzustellen. Der Manipulator ist über den Taster Grundstellung in die vorgeschriebene Transportposition zu verfahren. Danach dürfen die Sicherheitseinrichtungen, die zur Kontrolle der ordnungsgemäßen Integration sind, folgenfrei entfernt werden. Im letzten Schritt wird über den Stopp-Taster der Integrationsumgebung bekanntgegeben, dass diese Sicherheitssteuerung in Kürze nicht mehr zur Verfügung steht. Der Plug-and-Produce-Stecker muss innerhalb von 20 Sekunden entfernt werden.

### **Not-Halt-Funktionen**

Not-Halt-Schutzeinrichtungen sind an jeder Bedienstelle der Maschine erforderlich, jeweils mit Wirkung auf die den gesamten Sicherheitsbereich der integrierten Fertigung. Genauso führt die Betätigung von einem Not-Halt einer anderen Maschine im Sicherheitsbereich, zu einem Stillstand dieser Bearbeitungsmaschine. Das Abstecken dieser Bearbeitungsmaschine im Automatikbetrieb führt zum gefahrlosen Stillstand dieser Maschine und zum sicheren Halt aller zugehörigen Maschinen in dem jeweiligen Sicherheitsbereich.

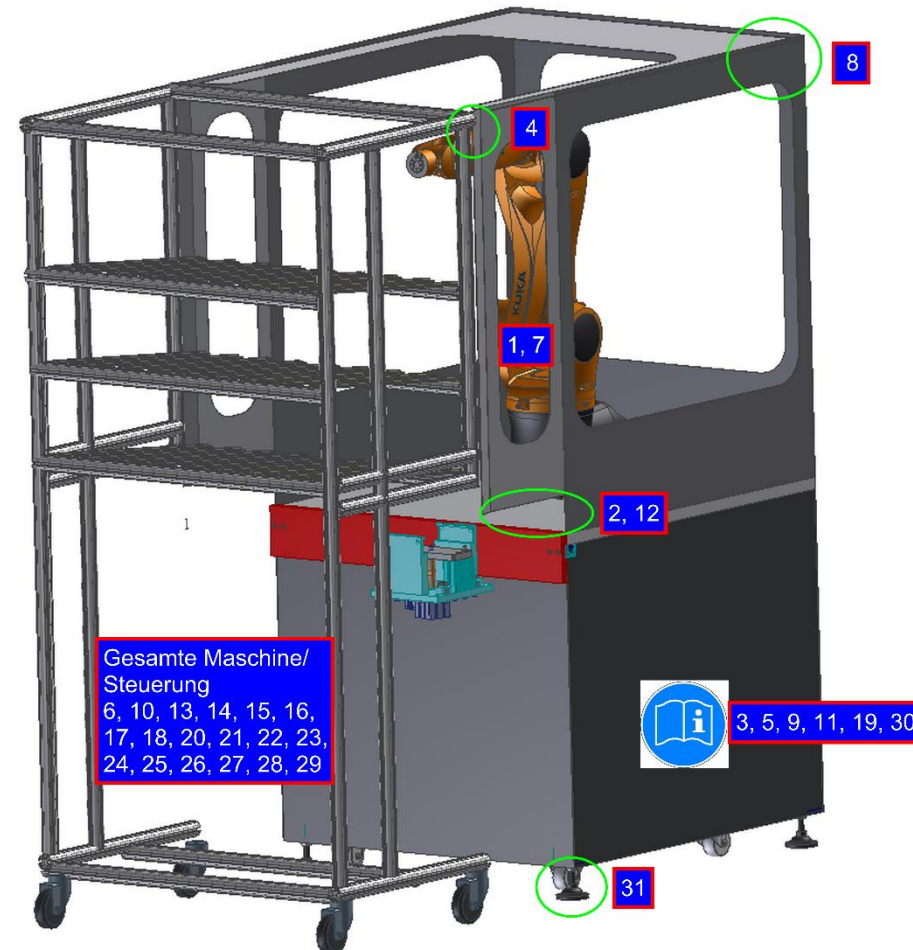
## 5.5. Sicherheitsplan

Die Risikobeurteilung hat ergeben, dass auf Grund der identifizierten Gefährdungen und der eingeschätzten Risiken Maßnahmen zur Risikominderung durchgeführt werden müssen. Alle Einzelheiten zur Risikominderung sind in Spalte 9 und 10 der Maßnahmenblätter beschrieben. Jede Maßnahme ist mit einer Maßnahmen-Nummer versehen, die in den Sicherheitsplan eingetragen ist.

**Der Sicherheitsplan verdeutlicht, an welchen Stellen bzw. Komponenten der Maschine/Anlage Maßnahmen zur Risikominderung erforderlich sind.**

*Die Maschine/Anlage wurde unter Berücksichtigung dieser Risikobeurteilung entworfen und gebaut. Alle Maßnahmen zur Risikominderung sind durchgeführt und gemäß dem Vermerken in Spalte 11 der Maßnahmenblätter überprüft.*

*Die Richtlinienkonformität der Maschine/Anlage ist in der EG-Konformitätserklärung bescheinigt.*





## 6. Anlagen

### Anlage 1 – Einschätzung von Risiken

Im Rahmen einer umfassenden Risikobeurteilung ist für jede identifizierte Gefährdung eine Risikoeinschätzung und –bewertung durchzuführen. Die dient dem Zweck, geeignete Maßnahmen zur Risikominderung auszuwählen.

Einschätzungs- und Bewertungskriterien sind enthalten in:

DIN EN ISO 12100	Allgemeine Gestaltungsleitsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung
DIN EN ISO 13849-1	Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze
DIN EN 62061	Sicherheit von Maschinen – Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme

Die allgemeine Einschätzung von Risiken nach DIN EN ISO 12100 kann mit Hilfe von Tabelle 1 unter Berücksichtigung von vier Risikofaktoren durchgeführt werden. Über eine Matrix von Klasse und Ausmaß wird die Höhe des Risikos festgelegt.

Das Risiko ist umso höher, je größer das mögliche Schadensausmaß und/oder die Häufigkeit, die Vermeidung und die Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens sind.

Anhaltspunkte für die Risikobewertung und Maßnahmen zur Risikominderung enthält Tabelle 2. Je höher das ermittelte Risiko, umso sorgfältiger müssen geeignete Schutzmaßnahmen ausgewählt werden.

Die Risikoeinschätzung für sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen lässt sich mit den Risikografen auf den Seiten 32ff durchführen. Damit wird auch deren Beitrag zur Risikominderung festgelegt. Mit Bild 1 auf Seite 43 kann der erforderliche **Performance Level nach DIN EN ISO 13849-1** bestimmt werden. Die Risikoeinschätzung für sicherheitsbezogene elektrische, elektronische und programmierbare elektronische Steuerungssysteme lässt sich mit der numerischen Bewertung, wie bei der Einschätzung von Gefährdungen, und der Matrix auf den Seite 46 durchführen. Damit wird der Beitrag zur Risikominderung festgelegt. Hiermit kann der erforderliche **Sicherheitsintegritäts-Level nach DIN EN 62061** bestimmt werden.

Die Gestaltung der sicherheitsbezogener Teile von Steuerungen ist je nach Anwendung der DIN EN ISO 13849-1 oder DIN EN 62061 zu entnehmen.

Die Validierung (Analyse und Prüfung) der vorgesehenen Sicherheitsfunktion kann nach DIN EN ISO 13849-2 oder DIN EN 62061 durchgeführt werden. Es sollte sich bei der Durchführung der Risikobeurteilung auf eine der beiden Normen beschränkt werden.

Allgemeine Einschätzung von Risiken bei möglichen Personenschäden unter Beachtung von DIN EN ISO 12100. Dabei wurde die Mischform der Instrumente nach dem Beispiel der DIN ISO/TR 14121-2:2013-02 Abschnitt 6.5.2 mit folgendem Formular angewendet.



Tabelle 1: Formular zur Risikoeinschätzung

Produkt: \_\_\_\_\_

Ausgestellt von: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

schwarzer Bereich = hohes Risiko  
grauer Bereich = mittleres Risiko  
weißer Bereich = geringes Risiko

Dokument-Nr.: \_\_\_\_\_

Dokumentteil-Nr.: \_\_\_\_\_

erstmalige Risikoeinschätzung: Ja

Auswirkungen	Ausmaß Se	Klasse CI = (Fr+Pr+Av)					Häufigkeit Fr	Wahrscheinlichkeit Pr		Vermeidung Av	
		4	5 – 7	8 – 10	11 – 13	14 – 15					
Tod, Verlust eines Auges oder Armes	4						≥ 1 h	5	sehr hoch	5	
dauerhaft, Verlust von Fingern	3						< 1 h bis ≥ 24 h	5	hoch	4	
reversibel, medizinische Versorgung	2						< 24 h bis ≥ 2 w	4	mittel	3	unmöglich 5
reversibel, Erste Hilfe	1						< 2 w bis ≥ 1 a	3	gering	2	möglich 3
							< 1 a	2	vernachlässigbar	1	wahrscheinlich 1

Ref. Nr.	Typ. Gef. Nr.	Gefährdung	Se	Fr	Pr	Av	CI		
1									
2									
3									

Einzelheiten (Beschreibung des Unfallszenarios) der Ref. Nr.

1	
2	
3	

## Mögliche Maßnahmen zur Risikominderung durch den Hersteller einer Maschine

Die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen 1. bis 3. haben Vorrang vor den Maßnahmen 4. bis 6. und 7. bis 11. Das gilt insbesondere bei hohen und mittleren Risiken. Die Maßnahmen 4. bis 11. sind kein Ersatz für mögliche Maßnahmen gemäß 1. bis 3.

Konkrete Maßnahmen zur Risikominderung sind in jedem Einzelfall unter Berücksichtigung aller Umstände und Sicherheitsbestimmungen maschinen- bzw. anlagenspezifisch festzulegen.

Tabelle 2: Anhaltspunkte für risikomindernde Maßnahmen

1. <b>Sicherheitskonzept</b> für alle Lebensphasen der Maschine/Anlage und <b>alle notwendigen Eingriffe</b> des Bedienungspersonals aufstellen	<b>DIN EN ISO 12100</b>  6. Risikominderung 6.2 Inhärent sichere Konstruktion 6.3 Technische Schutzmaßnahmen 6.4 Benutzerinformation
2. <b>Gefährdungen beseitigen oder Risiken vermindern durch</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• risikoärmere Verfahren,</li><li>• weniger gefährliche Stoffe und Materialien,</li><li>• <b>konstruktive Maßnahmen</b>,</li><li>• geeignete <b>technische Schutzmaßnahmen</b>.</li></ul>	
3. <b>Ergänzende Schutzmaßnahmen</b> durchführen	
4. Verständliche <b>Betriebsanleitung</b> mit Infos über Restrisiken erstellen	
5. <b>Gefahren- und Sicherheitshinweise</b> an der Maschine/Anlage anbringen	
6. <b>Signale und Warnanlagen</b> vorsehen	
7. Gegebenenfalls das Tragen <b>persönlicher Schutzausrüstung</b> vorschreiben	
8. Einsatz von <b>qualifiziertem Personal</b> vorgeben	
9. Spezifische <b>Ausbildungsmaßnahmen</b> anbieten	
10. <b>Unterweisung</b> des Personals vorschreiben	
11. Herausgabe einer <b>Betriebsanweisung</b> empfehlen	

## Ermittlung des Performance Levels (PLO für sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen gemäß DIN EN ISO 13849-1

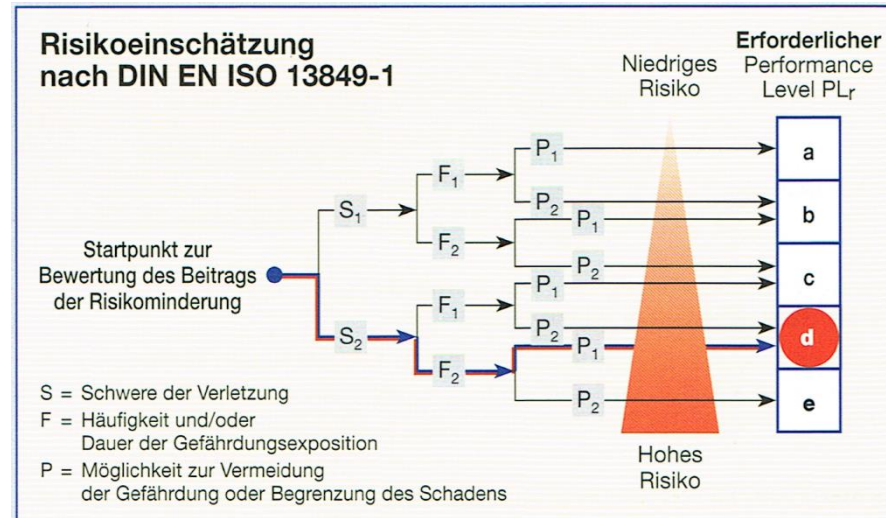


Bild 1: Bestimmung des erforderlichen Performance Levels PL<sub>r</sub>.

Die sicherheitsbezogenen Teile einer Steuerung können deren Hardware und Software umfassen. Nach der im Februar 2007 erschienenen neuen Europannorm **DIN EN ISO 13849-1** muss mit den von DIN EN 954-1 bekannten Risikoparametern **für jede Sicherheitsfunktion** einer Maschinensteuerung nicht mehr eine Steuerungskategorie, sondern ein so genannter **Performance Level (PL<sub>r</sub>)** bestimmt werden.

**Der Performance Level steht für die Fähigkeit eines sicherheitsbezogenen Teils einer Steuerung, eine Sicherheitsfunktion auszuführen, um die erforderliche Risikominderung zu erreichen, d.h. für die Qualität der risikomindernden Maßnahmen.**

Die Performance Level sind unterteilt in **5 Stufen von a - e**. Sie spiegeln unterschiedliche Restrisiken - ausgedrückt in der Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde - wider.

Die einzelnen **Risikoparameter (S, F und P)** sind - verglichen mit der zurückgezogenen DIN EN 954-1 - gleich geblieben. Für das in Bild 1 enthaltene Beispiel ergibt sich mit den Risikoparametern S<sub>2</sub>, F<sub>2</sub> und P<sub>1</sub> ein erforderlicher Performance Level von PL<sub>r</sub> = d.

Die so ermittelten Performance Level für die einzelnen Sicherheitsfunktionen lassen sich bei der Gestaltung einer Steuerung erreichen, wenn neben den bisherigen Steuerungskategorien zusätzliche Anforderungen, d. h. bestimmte **Zuverlässigkeitsparameter**, berücksichtigt werden. Weitere Erläuterungen dazu enthält die DIN EN ISO 13849-1.

## Risikoparameter nach DIN EN ISO 13849-1

(Auswahlhinweise siehe Anhang A der Norm)

<b>S</b> Schwere der Verletzung	<b>F</b> Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition	<b>P</b> Möglichkeit zur Vermeidung der Gefährdung oder Begrenzung des Schadens
<b>S1</b> leichte (üblicherweise reversible Verletzung)	<b>F1</b> selten bis weniger häufig und/oder die Zeit der Gefährdungsexposition ist kurz	<b>P1</b> möglich unter bestimmten Bedingungen
<b>S2</b> ernste (üblicherweise irreversible Verletzung einschl. Tod)	<b>F2</b> häufig bis dauernd und/oder die Zeit der Gefährdungsexposition ist lang	<b>P2</b> kaum möglich

Bild 2: Risikoparameter nach DIN EN ,so 13849-1

Die Norm gibt hier leider keine Angaben darüber, was unter „reversibler“ und „irreversibler Verletzung“ zu verstehen ist. Ebenso fehlen Angaben, was unter „selten bis wenig“ bzw. was unter „häufig bis dauernd“ zu verstehen ist.

In der Praxis hat sich der Ansatz bewährt, dass reversible Verletzungen solche sind, die ohne Spätfolgen abheilen. Beispielhaft seien leichte Prellungen und Schürfungen sowie Verbrennungen ersten Grades genannt.

In der jüngeren Vergangenheit wurde als häufig bewertet, was mehr als einmal je Arbeitsschicht erfolgte bzw. länger als eine Stunde dauerte.

Es stellte sich jedoch heraus, dass diese Werte unter Umständen nicht zweckmäßig sind.

Nach derzeitigem Diskussionsstand soll mit „selten“ bewertet werden, was höchstens als alle 10 Minuten einmal auftritt bzw. mit „oft“ bewertet werden, was mehr als 6-mal je Stunde auftritt.

Mit „dauernd“ soll bewertet werden, was länger als eine Stunde dauert.

Eine abschließende Stellungnahme der zuständigen Fachbehörden liegt hierzu jedoch z.Z. noch nicht vor. Konstrukteure sind daher gut beraten, wenn kostenverträglich die „schärfere Gangart“ der Vergangenheit angesetzt werden kann. Ist dies nicht zweckmäßig, so ist die Abweichung zu begründen.



Kategorien	Anforderungen (Kurzfassung)	Systemverhalten	Prinzip
<b>B</b>	Die sicherheitsbezogenen Teile von Steuerungen und/oder ihre Schutzeinrichtungen als auch ihre Bauteile müssen in Übereinstimmung mit den zutreffenden Normen so gestaltet, gebaut, ausgewählt, zusammengestellt und kombiniert werden, dass sie den zu erwartenden Einflüssen standhalten.	Das Auftreten eines Fehlers kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.	überwiegend durch die Auswahl von Bauteilen charakterisiert
<b>1</b>	Die Anforderungen von B müssen erfüllt sein. Bewährte Bauteile und bewährte Sicherheitsprinzipien müssen angewendet werden.	Das Auftreten eines Fehlers kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen, aber die Wahrscheinlichkeit des Auftretens ist geringer als in Kategorie B.	
<b>2</b>	Die Anforderungen von B und die Verwendung bewährter Sicherheitsprinzipien müssen erfüllt sein. Die Sicherheitsfunktion muss in geeigneten Zeitabständen durch die Maschinensteuerung geprüft werden.	Das Auftreten eines Fehlers kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion zwischen den Prüfungen führen. Der Verlust der Sicherheitsfunktion wird durch die Prüfung erkannt.	
<b>3</b>	Die Anforderungen von B und die Verwendung bewährter Sicherheitsprinzipien müssen erfüllt sein. Sicherheitsbezogene Teile müssen so gestaltet sein, dass 1. ein einzelner Fehler in jedem dieser Teile nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führt und, 2. wann immer in angemessener Weise durchführbar, der einzelne Fehler erkannt wird.	Wenn der einzelne Fehler auftritt, bleibt die Sicherheitsfunktion immer erhalten. Einige, aber nicht alle Fehler werden erkannt. Eine Anhäufung unerkannter Fehler kann zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.	überwiegend durch die Struktur charakterisiert
<b>4</b>	Die Anforderungen von B und die Verwendung bewährter Sicherheitsprinzipien müssen erfüllt sein. Sicherheitsbezogene Teile müssen so gestaltet sein, dass 1. ein einzelner Fehler in jedem dieser Teile nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führt und, 2. der einzelne Fehler bei oder vor der nächsten Anforderung an die Sicherheitsfunktion erkannt wird, oder, wenn dies nicht möglich ist, eine Anhäufung von Fehlern dann nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen darf.	Wenn Fehler auftreten, bleibt die Sicherheitsfunktion immer erhalten. Die Fehler werden rechtzeitig erkannt, um einen Verlust der Sicherheitsfunktion zu verhindern.	

Bild 3: Anforderungen an Steuerungs-Kategorien nach DIN EN ISO 13849-1

## Ermittlung des Sicherheitsintegrität Level (SIL) für sicherheitsbezogene elektrische, elektronische und programmierbare elektronische Steuerungssysteme gemäß DIN EN 62061

Das Vorgehen ist Anhang A der DIN EN 62061 ausführlich beschrieben. Dabei fällt auf, dass es sehr ähnlich der hier angewandten allgemeinen Risikoeinschätzung ist. Es unterscheidet sich nur in der Matrix zur Auswertung der numerischen Einschätzungen.

Die untenstehende Tabelle 3 zeigt an dem Schnittpunkt der Zeile Schwere (S) mit der zutreffenden Spalte (K), ob Handlungsbedarf besteht. Der schwarz gefärbte Bereich zeigt den festgelegten SIL als Soll für die SRCF. Die heller schattierten Bereiche sollten als Empfehlung betrachtet werden, dass andere Maßnahmen (AM) angewendet werden.

Tabelle 3: Matrix der Festlegung des SIL

Schwere (S)	Klasse (K)				
	4	5 bis 7	8 bis 10	11 bis 13	14 bis 15
4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
3		(AM)	SIL 1	SIL 2	SIL 3
2			(AM)	SIL 1	SIL 2
1				(AM)	SIL 1

Bei Anwendung der Tabelle 3 ergibt die eine Zuweisung eins SIL für die SRCF, die dazu vorgesehenen ist, die spezielle Gefährdung abzuschwächen.



## Anlage 2 – Kontrollmaßnahmen

Firma XXXXXXXXXX	<b>Kontrollmaßnahmen</b>	Seite 1 von 1		
---------------------	--------------------------	---------------	--	--

### 1. Sicherheits-Checkliste (Wirkungskontrolle)

Jede ausgewählte Maßnahme zur Risikominderung (hier: Spalte 9 in den Maßnahmenblättern) ist zu bewerten, um zu entscheiden, ob ausreichende Sicherheit erreicht ist oder weitere Maßnahmen zur Risikominderung erforderlich sind. **Ausreichende Sicherheit ist nur dann gegeben, wenn alle Fragen der Sicherheits-Checkliste mit „Ja“ beantwortet werden können.**

Nr	Sicherheits-Checkliste	Ja	Nein	Bemerkungen
1	Wurden alle Betriebsbedingungen und Eingriffsvorgänge berücksichtigt?			
2	Wurden die Schutzmaßnahmen nach der „3-Stufenmethode“ ausgewählt?			
3	Sind alle Risiken beseitigt oder auf ein vertretbares Maß vermindert?			
4	Ist sichergestellt, dass die getroffenen Maßnahmen keine neuen, unerwarteten Gefährdungen oder Probleme schaffen?			
5	Sind die Benutzer ausreichend über verbliebene Restrisiken informiert?			
6	Erlauben die getroffenen Maßnahmen eine einfache Handhabung der Maschine (benutzerfreundliche Ausführung)?			
7	Sind alle Schutzmaßnahmen miteinander vereinbar?			
8	Wurden die Folgen ausreichend berücksichtigt, die durch den Gebrauch einer für gewerbliche/industrielle Zwecke konstruierten Maschine beim Gebrauch im nicht gewerblichen/ nicht industriellen Bereich entstehen können?			
9	Ist dafür gesorgt, dass die bestimmungsgemäße Verwendung der Maschine nicht beeinträchtigt wird und keine Funktionseinschränkungen entstehen?			

Wird eine der Fragen mit „**Nein**“ beantwortet, sind weitere oder andere Schutzmaßnahmen zu treffen. Ggf. ist das gesamte Sicherheits- und Bedienungskonzept für die Maschine/Anlage zu ändern.

Werden andere Maßnahmen zur Risikominderung ausgewählt, ist der Prozess der Risikoeinschätzung und -bewertung für evtl. sich ergebende neue Risiken durchzuführen. Die Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen und die Risikobeurteilung sind so oft zu wiederholen, bis eine ausreichende Sicherheit erreicht ist. Einzelheiten hierzu sind in DIN EN ISO 12100 festgelegt.

### 2. Prüfungen (Durchführungskontrolle)

An der fertig hergestellten Maschine/Anlage muss kontrolliert werden, ob die ausgewählten Schutzmaßnahmen vorhanden und wirksam sind. Dafür kann ein separates Prüfformular oder die Spalte 11 der **Maßnahmenblätter** als Checkliste verwendet werden. Eine Auswahl möglicher Prüfungen zeigt die Tabelle.

Art der Prüfung	Prüfgrundlage	Kurzz.
Prüfung von Berechnungsunterlagen	Berechnungen	B
Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme	Sicherheitskonzept	E
EG-Baumusterprüfung	EN-Normen	EG
Prüfung auf elektrische Sicherheit	DIN EN 60204-1	EL
Prüfung auf elektromagnetische Verträglichkeit	Fachnormen	EMV
Funktionsprüfung (mit oder ohne Werkstück)	Sicherheitskonzept	F
Messung	Fachnormen	M
Probelauf (praktische Prüfung unter Praxisbedingungen)	Sicherheitskonzept	P
Sichtprüfung	Sicherheitskonzept	S
Prüfung von Schaltplänen (Stromlauf-/Hydraulik-/Pneumatikpläne)	Schaltpläne	Sch
Softwareprüfung	Sicherheitskonzept	So
Validierung sicherheitsbezogener Teile von Steuerungen	DIN EN ISO 13849-2	V
Prüfung von Zeichnungsunterlagen	Zeichnungen/Layout	Z
Zusatzprüfung (z.B. Druck-,Belastungs-,Werkstoff-, Standsicherheitsprüf.)	Fachnormen	ZU

### Anlage 3 – Normenliste

Diese Normenliste enthält Normen und technische Spezifikationen, die in der Gefährdungs-Checkliste aufgeführt sind. Die angegebenen EN-Normen liegen als nationale DIN EN-Normen vor.

Die angekreuzten Normen und technischen Spezifikationen wurden bei der Konstruktion dieser Maschine/Anlage angewendet (siehe Gefährdungs-Checkliste Spalte 3 bis 8 und Maßnahmenblätter Spalte 9).

<b>Europäische und internationale Normen (Kurztitel)</b>		
<b>Normen (EN, prEN, EN ISO, ISO)</b>		<b>angewendet</b>
EN 349	Mindestabstände	
EN 574	Zweihandschaltungen	
EN 614	Ergonomische Gestaltung	
EN 626	Gefahrstoffe	
EN 842	Optische Gefahrensignale	
EN 894	Gestaltung von Anzeigen/Stellteilen	
EN 953	Trennende Schutzeinrichtungen	
EN 981	Optische und akustische Signale	
EN 1005-3	Menschliche körperliche Leistung (Kraftgrenzen)	
CR 1030	Hand-Arm-Schwingungen (Leitfaden)	
EN 1032	Ganzkörper-Schwingungen	
EN 1037	Vermeidung von unerwartetem Anlauf	
EN 1088	Verriegelungseinrichtungen	
EN 1127-1	Explosionsschutz	
EN 1299	Schwingungsisolierung	
EN 1760	Druckempfindliche Schutzeinrichtungen	
EN 1837	Maschinenintegrierte Beleuchtung	
EN 4413	Hydraulik	
EN 4414	Pneumatik	
EN ISO 6385	Ergonomie von Arbeitssystemen	
EN ISO 11161	Integrierte Fertigungssysteme	
EN ISO 11688	Konstruktion lärmarmen Maschinen	
EN ISO 11690	Lärmarme Arbeitsstätten	
EN ISO 12100	Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsgrundsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung	X
EN 12198	Emittierte Strahlung	
EN 13478	Brandschutz	
EN ISO 13849-1	Steuerungen (Gestaltung)	
EN ISO 13849-2	Steuerungen (Validierung)	
EN ISO 13850	Not-Halt	X
EN ISO 13855	Anordnung von Schutzeinrichtungen bezgl. der Annäherungsgeschwindigkeit	X
EN ISO 13857	Sicherheitsabstände	
EN ISO 14163	Schallschutz durch Schalldämpfer	
EN ISO 14122	Ortsfeste Zugänge	
EN 150 15667	Schallschutzkapselung	
EN 50178	Elektronische Betriebsmittel	
EN 60079	Explosionsschutz	
EN 60204-1	Elektrische Ausrüstung	X
EN 60529	Gehäuseschutzarten	
EN 60825	Laser-Einrichtungen	
EN 60947	Niederspannungsschaltgeräte	
EN 61000 Teil 6-1 bis 6-4	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	
DIN EN 61241-14	Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub	
EN 61310	Anzeigen, Kennzeichen, Bedienteile	
EN 61496	Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen	
EN 61508	El. programmierbare Systeme	
EN 62046	Anwesenheitserkennung von Personen	
EN 62061	Funktionale Sicherheit von Steuerungen	
EN ISO 10218-2	Robotersysteme und Integration	X



<b>BG-Vorschriften (BGV) – Regeln (BGR) – Informationen (BGI)</b>		<b>angewendet</b>
BGV A 1	Grundsätze der Prävention	
BGV A 3	Elektrische Anlagen und Betriebsmittel	
BGV A 8	Sicherheitskennzeichnung	
BGV B 2	Laserstrahlung	
BGV B 11	Elektromagnetische Felder	
BGR 104	Explosionsschutz-Regeln	
BGR 109	Schleifen, Bürsten, Polieren von Aluminium	
BGR 143	Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen	
BGR 237	Hydraulikschlauchleitungen	
BGR 500	Betreiben von Arbeitsmitteln	
BGI 575	Elektromechanische Verriegelungseinrichtungen	
BGI 670	Näherungsschalter in Verriegelungseinrichtungen	
BGI 852-4	Software	
BGI 5049	Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen	
BGI 5123	Industrieroboter	
BGR 5127	Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung	
<b>weitere Regeln</b>		
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung	
OStrV	Künstliche optische Strahlung	
TRBS 2111	Mechanische Gefährdungen	
TRBS 2121	Gefährdungen durch Absturz	
TRBS 2152	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre	
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung vom 26. Dezember 2010	
LVArbSchV	Lärm- und Vibrations-ArbeitsschutzV	
VDI 2057	Einwirkung mechanischer Schwingungen	
VDI 2062	Schwingungsisolierung	
VDI 2262	Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz	
VDI 2263	Staubbrände und Staubexplosionen	
VDI 2264	Staubabscheider	
VDI 2854	Automatisierte Fertigungssysteme	
VDI 3673	Druckentlastung von Staubexplosionen	
VDI 3831	Mechanische Schwingungen (Schutzmaßnahmen)	

