

## Projektdaten

Hersteller	selbst	Original-Hersteller: „Logo“
Anschrift des Herstellers:	–	
Version dieses Gesamtdokuments:	0.0.1	
Änderungsgrund	Neubau der Maschine	
Datum der letzten Änderung:	–	
Bezeichnung der Maschine:	Steckbare ortsveränderliche Bearbeitungsmaschine mit Laser	
Maschinentyp (Model):	–	
Seriennummer/Maschinen-Nr.:	–	
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. Mai 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. 14 Gefährdungs-Checkliste](#)) und Maßnahmenblätter (siehe [S. 27 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. 20 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. 33 Sicherheitsplan](#))

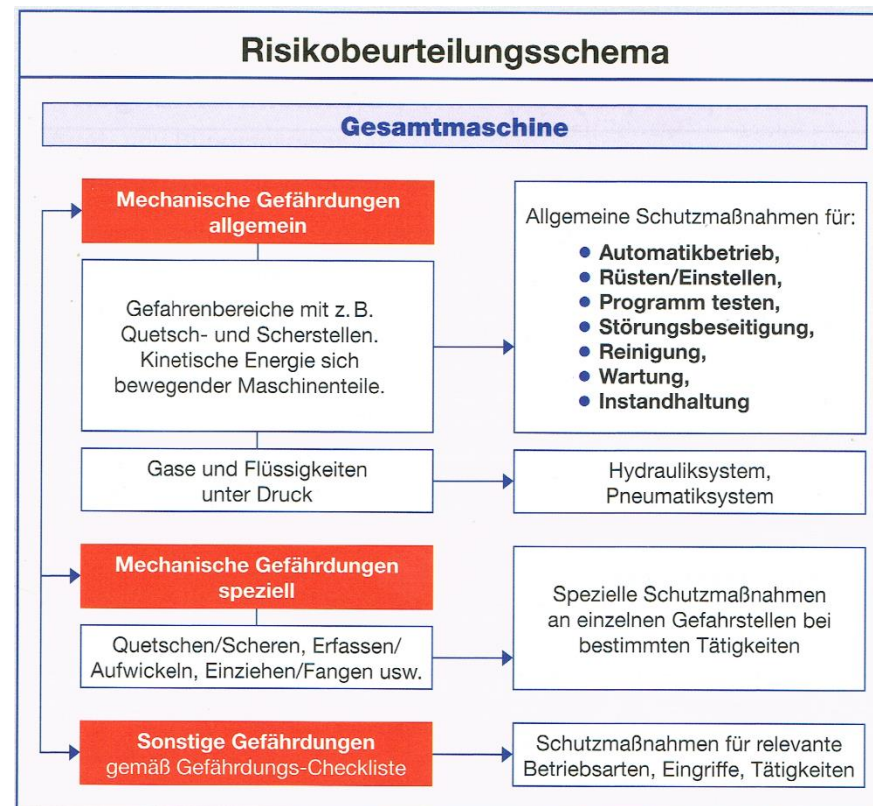
Die Angaben in der Gefährdungs-Checkliste (Spalte 3 bis 8) und in den Maßnahmenblättern (Spalte 9) dienen im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG als Liste der

- 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	Steckbare ortsveränderliche Bearbeitungsmaschine mit Laser
Hersteller	selbst
Typenbezeichnung	—
Maschinen-Nr.	—
Baujahr	2014
Art/Form/Gewicht der Werkstücke	Die Werkstücke werden über einen bestimmten Werkzeugträger zugeführt, dieser ist speziell auf die Werkstücke geformt.
Stückzahl	
Betriebsart	siehe 0 Lebensphasen
Standort	Fertigungshalle
Raum-/Platzbedarf (siehe Aufstellplan)	3 m x 3 m
Bedienpersonal	keine besondere Qualifikation (siehe 3.3 Nutzung)
Einrichter/Instandhalter	Facharbeiter, unterwiesene Personen (siehe 3.3 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, Betreibanleitung von der Absaugung,

### 3.2. Bestimmungsgemäße Verwendung, Grenzen der Maschine

Verwendungsgrenzen	Beschreibung	zugehörige Unterlagen
Bestimmungsgemäße Verwendung	Die Maschine ist zum Betrieb an einen vorgegeben steckbaren Energiebussystem bestimmt. Dabei dürfen nur abgestimmte Aufstellungsorte an einer kompatiblen Maschine (Transportmaschine) ausgewählt werden. Für Umbauten darf diese Maschine auch ohne Fördersystem an einen eigens eingerichteten Platz betrieben werden. Die Maschine ist, an ihrem Bestimmungsort, dazu bestimmt Kunststoff- und Metallwerkstücke zu gravieren. Dabei darf nur der übliche Staub und Rauch entstehen, keine Entstehung von brennenden oder glühenden Stoffen, leicht entzündlichen oder explosiven Gasen, aggressiven Medien und Aluminiumschleifstaub. <i>Bestimmungsgemäß erfolgt die Werkstückträger zuführen mit Hilfe eines Transferbands automatisch.</i>	
Vorhersehbare nicht bestimmungsgemäße Verwendung (Fehlgebrauch/Missbrauch)	Manuelles Zuführen von Werkstücken mit/oder ohne Werkstückträger. Betrieb ohne Luftfilterung.	

#### 3.2.1. Räumliche Grenzen

Bewegungsraum, Platzbedarf von Personen, die mit der Maschine umgehen, z.B. während Betrieb und Instandhaltung Schnittstelle(n): Mensch / Energieversorgung Mensch/Maschine

	zugehörige Unterlagen/Beschreibung
Beschreibung der Maschine:	Die steckbare ortsveränderliche Bearbeitungsmaschine mit Laser, besteht aus einer zugekauften Lasereinheit mit PC-Steuerung. Diese wurde nach den Vorgaben der EG-Einbauerklärung in die Maschine eingebaut. Die Maschine besteht aus einen verfahrbaren Unterbau, den Abschluss auf der Oberseite bildet eine massive Aluminiumplatte. Das Gehäuse dieser Maschine umzäunt den Laser, so dass ein Zugang ohne <i>Werkzeug nicht möglich ist</i> . Im Untergestell befinden sich alle Einrichtungen zur Steuerung dieser Bearbeitungsmaschine. Zur Absaugung und Filterung von Dämpfen, die beim gravieren entstehen, wurde ein Anschluss geschaffen um eine Absaug- und Filteranlage anzuschließen. Diese wurde bereits als vollständige Maschine eingekauft und entsprechend angeschlossen. Sie muss zusätzlich zu dieser Maschine bewegt und daneben gestellt werden.
Schnittstellen zu anderen Maschinen	Ist diese Maschine an einen vorgesehenen Aufstellungsort/Andockplatz mit einem Transfersystem ange stellt, so entsteht hier eine Schnittstelle zu dieser Maschine. Beim Zusammenschluss in ein integriertes Fertigungssystem muss erneut eine Risikobeurteilung, der entstandenen Schnittstellen, durchgeführt werden. Hubindexierung und Stopper sind mechanisch an die Transferbänder geschraubt. Anhand von Statusmeldungen, dieser Bearbeitungsmaschine, werden diese von der Transfermaschine gesteuert. <i>Die Bearbeitungsmaschine wird so aufgestellt, dass die Indexierung in die Transfermaschine greift.</i>
Schnittstellen zu Energieversorgung	Über das breitgestellte steckbare Versorgungssystem der Transfermaschine, erfolgt die elektrische und pneumatische Energieversorgung.

Schnittstellen zur Kommunikation	Über das bereitgestellte steckbare Versorgungssystem der Transfermaschine, erfolgt die Einbindung in das Kommunikationssystem ProfiNet zur Übermittlung von Statusmeldungen. Über einen verbauten RFID-Chip im Werkstückträger werden Produktdaten weitertransportiert.
Übersichtszeichnung inkl. Stückliste	siehe Aufstellplan
Lasten-/Pflichtenheft	–
technische Leistungsbeschreibung	–
Beschreibung zu Aufbau und Komponenten in der Betriebsanleitung Kap. xxx	Siehe Betriebsanleitung von TBH Kapitel 4
technische Daten in der Betriebsanleitung Kap. xxx	Siehe Betriebsanleitung von TBH Kapitel 8

## Maschinenübersicht (Aufstellplan)

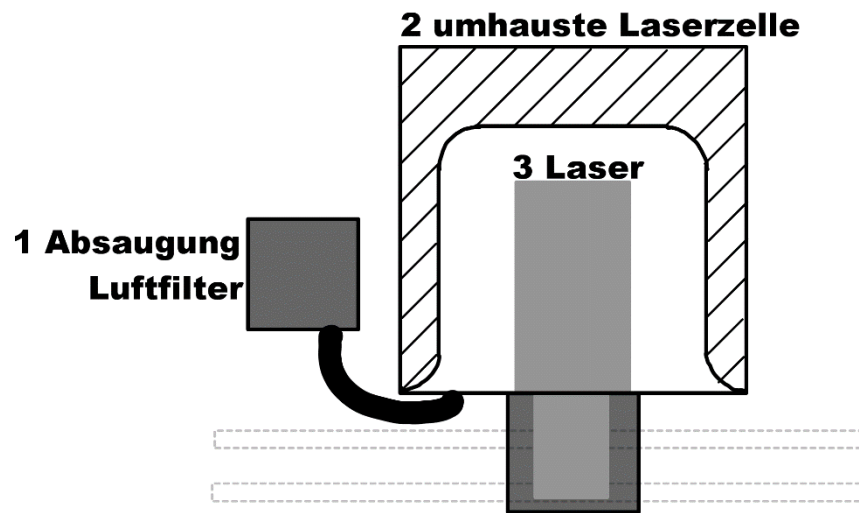


Bild 2: Draufsicht der Laserzelle

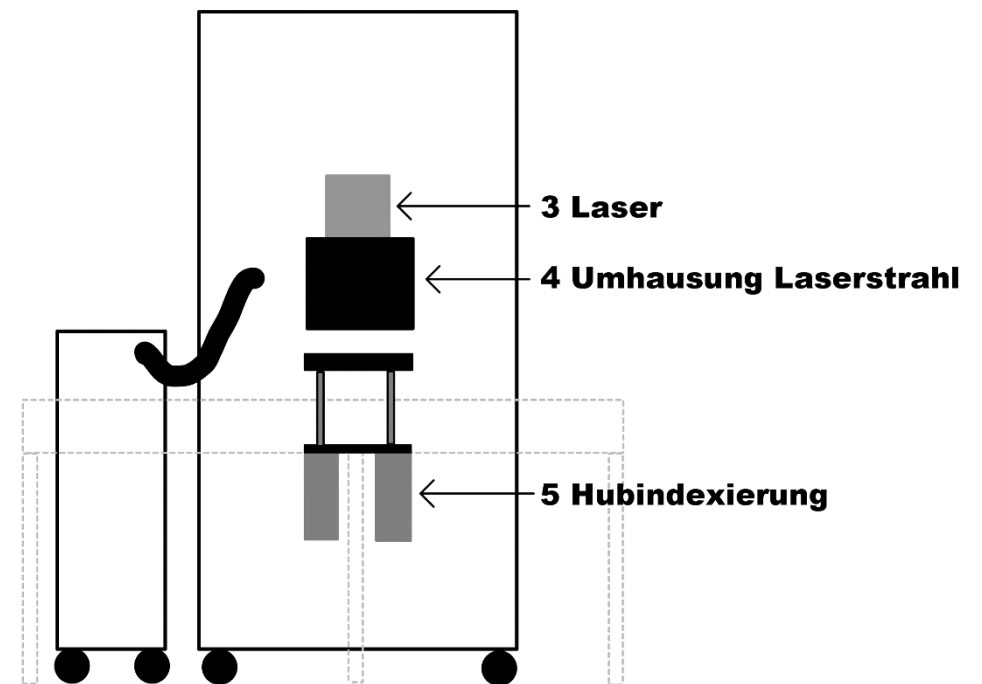


Bild 1. Vorderansicht der Laserzelle



### 3.2.2. 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)	Laser Diode MTTF: 500.000 h
Empfohlene Wartungsintervalle (Liste)	

### 3.2.3. 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/Nässe verträglich	trockene Umgebung, IP 20
Aggressive Umgebungsbedingungen	keine
etc.	–

### 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, innerhalb der Lebensphasen angegeben. Abweichungen sind in den untenstehenden Einträgen zu finden.			
Fachpersonal			
Laien			

Auszubildende			
Kinder (Altersgruppe angeben)			
ältere Menschen (nicht mehr arbeitsfähig)			
Behinderte (Personen mit begrenzten psychischen und physischen Fähigkeiten)			

### 3.4. Materialien

Materialien	Material	Verwendung	zugehörige Unterlagen
gefährliche Stoffe			
gefährliche Werkstoffe	siehe bestimmungsgemäße Verwendung		
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 kurz: 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 kurz: Hand	Manuelles Starten der Gravierung (Laser), <del>Einzelne Arbeitsschritte werden von Hand gestartet.</del>	
F	<del>Manueller Betrieb</del> kurz: Tippen	<del>Einzelne Arbeitsschritte werden im Tipbetrieb ausgeführt</del>	
G	Rüsten/Einstellen	Maschine für den Aufstellungsort anpassen. Steuerung neu lernen. Hubindexierung in Position bringen.	Bedienungspersonal, Einrichter, Programmierer, Vorarbeiter, Meister
H	Programmieren, Testen	Eingeben/Ändern, Testen von neuen Programmen. Einspielen von möglichen neuen Konfigurationen	
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	Bedien-, Reinigungs- und Wartungspersonal
M	Instandhaltung	Reparaturen z.B. Filter austauschen	Instandhaltungspersonal
N	Außerbetriebnahme	Abbau, Demontage, Abtransport, Entsorgung	Firmeninternes Personal oder/und einer Fachfirma

## 4. Identifizierung von Gefährdungen

### 4.1. 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, dass europäische Normen fehlen.
<b>Spalte 8</b>	<b>Mögliche Gefährdungen ankreuzen. Dabei sind alle Lebensphasen der Maschine/Anlage (siehe 0 Lebensphasen) zu berücksichtigen.</b>
<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>	<b>Hier sind alle Lebensphasen der Maschine/ Anlage (siehe 0 Lebensphasen) eingetragen, bei denen mit einer entsprechenden Gefährdung gerechnet wird.</b>

## 4.2. Gefährdungs-Checkliste

<b>Hersteller</b>  selbst		<b>Gefährdungs - Checkliste</b> <b>Maschinen- bzw. anlagenspezifische Gefährdungen</b>					Blatt 1 von 6			
		Maschine / Anlage: Steckbare ortsveränderliche Bearbeitungsmaschine mit Laser					Sachbearbeiter: Philip Kleen			
		Typ: –		Maschinen-Nr.: –		Baujahr: 2014				
		Kunde: inIT		Auftrags-Nr.: –		Land: Deutschland				
		Gesamtmaschine: Ja		Teilmaschine: Nein		Teilbereich: Nein		Datum: 12.05.2015		
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	
1	<b>Mechanische Gefährdungen</b> <b>Allgemeine mechanische Gefährdungen durch:</b> – <b>Maschinenteile, Werkzeuge, Werkstücke, z.B.:</b> a) Form <i>(scharfe Kanten, Ecken, Spitzen etc.)</i> b) Anordnung beweglicher Teile <i>(Gefahrbereiche mit z.B. Quetsch- und Scherstellen)</i> c) Masse und Standfestigkeit <i>(potenzielle Energie von Teilen, die sich unter dem Einfluss der Schwerkraft bewegen können: Herabfallen / Umfallen / Absinken von Objekten, Umkippen der Maschine)</i> d) Masse und Geschwindigkeit <i>(kinetische Energie von Teilen in kontrollierter oder unkontrollierter Bewegung: Kontakt mit beweglichen Teilen; Wegfliegen von Objekten, z.B. Werkstücke, Werkzeuge, Späne, Bruchstücke, Abfälle)</i> e) unzureichende mechanische Festigkeit <i>(Bruch- oder Berstgefahr); Bruchstücke,</i> – <b>Ansammlung von Energie, z.B.</b> f) elastische Elemente <i>(Federn);</i> g) Flüssigkeiten u. Gase unter Druck; Restenergie <i>(z.B. hydraulische / pneumatische Systeme)</i> h) Unterdruck	1.3 1.3.4  1.3 1.3.8  1.1.5 1.3 1.3.1 1.3.3 1.3.9  1.3 1.3.7 1.3.7 1.3.8 1.4.1  1.3 1.3.2 1.3.3 1.4.1  1.5.3; 1.6.3 1.3.2; 1.5.3 1.6.3 1.5.3; 1.6.3		6.2.2.1 6.2.2.2 6.2.3 a) 6.2.3 b) 6.2.6 6.2.10 6.3.1 6.3.2 6.3.3 6.3.5.2 6.3.5.4 6.3.5.5 6.3.5.6 6.4.1 6.4.3 6.4.4 6.4.5   6.2.5 6.2.10	EN 349  EN ISO 13857 11161	TRBS 2111 BGI 5049 VDI 2854              BGR 237	X              X	1              3	siehe nachfolgend              D-M              D-M              D-M	
Alle Gefährdungen identifizieren		Alle EG-Richtlinien beachten		Alle relevanten Normen beachten			s. Layout		s. Tabelle	

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	X	4	I, J
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	5	D-M
2.2	Berührung von Teilen, die durch Fehlzustände spannungsführend geworden sind	1.5.1					X	6	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) 6.2.8 c) 6.3.2.7 6.3.3.2.1 6.3.4.5				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				X	7	D-M
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. Agentzien, 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					X	8	D-M
<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) 6.3.3.2.1 ; 6.3.4.5 6.4.5.1 c)		BGV B 11 BGR B 11			
6.2	infrarotes, sichtbares und ultraviolettes Licht	1.5.10							
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	X	9	C-M
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	Zutreffend Ja	Ref. Nr.	Lebensphase(n)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>7</b>	<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	X	10	
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			
<b>8</b>	<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	X	11	A-C
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	12	G-I, K-M
8.7	ungeeignete Konstruktion, Platzierung oder Kenntlichmachung von Stellteilen	1.2.2					X	13	D-M
8.8	ungeeignete Konstruktion oder Platzierung von optischen oder akustischen Signalen	1.7.1			EN 842, 894, 981, 61310				
<b>9</b>	<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				Gefährdungen – 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	14	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	15	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	16	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	17	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	18	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	19	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 :		Anwendbare Normen/techn. Spezifikationen			Zutreffend		
		MRL Anhang I	weitere EG-Richtlinien	EN ISO 12100	weitere EN-Normen	Nationale Regeln	Ja	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	12	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)			X	20	L
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	21	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	22	G-M
Alle Gefährdungen identifizieren		Alle EG- Richtlinien beachten		Alle relevanten Normen beachten			s. Layout		s. Tabelle

### 4.3. Gefährdungseinschätzung und -beschreibung

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

Produkt: Steckbare ortsveränderliche Bearbeitungsmaschine mit Laser

Dokument-Nr.:

Ausgestellt von: Philip Kleen

schwarzer Bereich = hohes Risiko

Dokumentteil-Nr.:

Datum: 12. Mai 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
reversibel, Erste Hilfe	1						< 2 w bis ≥ 1 a	3	gering	2	möglich
							< 1 a	2	vernachlässigbar	1	wahrscheinlich

Ref. Nr.	Typ. Gef. Nr.	Gefährdung	Se	Fr	Pr	Av	CI		
1									
2	1	Quetschen an der Hubindexierung	3	4	3	1	8	hohes Risiko	
3	1	Flüssigkeiten u. Gase unter Druck	3	3	2	3	8	hohes Risiko	
4.1	1	durch Quetschen	3	4	2	1	7	mittleres Risiko	
4.2	1	durch Quetschen	3	4	3	3	10	hohes Risiko	
5, 6	2	Elektrische Gefährdungen	4	3	2	5	10	hohes Risiko	
7	3	Thermische Gefährdungen	2	4	2	1	7	geringes Risiko	
8	4	durch Lärm	1	5	2	1	8	geringes Risiko	
9	6.5	durch Laserstrahlung	3	3	2	1	6	mittleres Risiko	
10	7	durch Materialien und Substanzen	2	5	4	3	12	hohes Risiko	
11	8.3	durch persönliche Schutzausrüstung (PSA)	3	5	3	3	11	hohes Risiko	
12	8.6	durch Umgehen der Schutzeinrichtung	3	5	3	3	11	hohes Risiko	
13	8.7	durch ungeeignete Platzierung von Stellteilen	1	5	2	1	8	geringes Risiko	
14, 15 16	11	Unerwarteter Anlauf der Anlage	1	2	2	5	9	geringes Risiko	
17	12	Störung in der Energieversorgung	1	2	2	5	9	geringes Risiko	

18	13	Stillsetzen im Notfall	2	3	3	3	9	mittleres Risiko	
19	14	Fehler im Steuerkreis	1	2	2	5	9	geringes Risiko	
20	17	bei der Reinigung/Instandhaltung	2	3	3	3	9	mittleres Risiko	
21	20	Unzureichende Benutzerinformation	2	3	3	3	9	mittleres Risiko	
22	21	durch Ortsveränderliche Maschine	2	4	2	1	7	geringes Risiko	

Einzelheiten (Beschreibung des Unfallszenarios) der Ref. Nr.

1	Beim Ausfahren der Hubindexierung, kann ein Finger zwischen Hubplatte und Werkstückträger gequetscht werden. Beim Ausfahren der Hubindexierung, kann der Arm zwischen Hubindexierung mit Werkstück und Schutzkabine gequetscht werden. Beim Einfahren der Hubindexierung, kann können Gliedmaßen zwischen der Hubplatte und Transfermaschine oder Anschlag des Indexierung gequetscht werden
2	
3	Flexible Druckluftschläuche für Indexierung und Stopper können platzen oder sich lösen und herumwirbeln.
4.1	Beim Beobachten und Zeigen können versehentlich Gliedmaßen in den Arbeitsbereich der Hubindexierung gelangen.
4.2	Beim Beseitigen von Störungen, wie ein verklemmter Werkstückträger, können Gliedmaßen gequetscht werden.
5, 6	Bei nicht fachgerechter Elektroinstallation und durch Betriebsbeanspruchungen besteht die Gefahr eines Stromschlages beim Berühren spannungsführender Teile.
7	Bei der Bearbeitung durch den Laser kann sich das Werkstück erwärmen.
8	Durch die Geräuschemission von der Kühlung des Lasers und von der Absaug- und Filteranlage, kann die Kommunikation und die Wahrnehmung von akustischen Warngeräuschen gestört werden.
9	Durch den direkten Laserstrahl oder Reflektion können Verbrennungen entstehen bis hin zum Verlust des Sehvermögens.
10	Durch das reinbrennen (gravieren) von Schriftzügen mit dem Laser können bei unterschiedlichen Materialien unterschiedliche gesundheitsschädliche Dämpfe und Gase entstehen.
11, 12	Beim Ausrichten der Lasereinheit, ist das Tragen von PSA notwendig, da voraussichtlich nicht alle Schutzmaßnahmen angewendet werden können. Zur besseren Beobachtbarkeit und Fehlerbehebung, entfernen oder Umgehen der Schutzeinrichtung
13	Die Bedieneinheit der Laser eigene PC-Steuerung ist in der Schutzumhausung (Gehäuse) angeordnet. Zur Bedienung muss diese demontiert werden, dies ist bei jedem an und abstecken notwendig, um die PC-Steuerung ein- und auszuschalten. Je nach Standort der Maschine kann die gute Sicht- und Bedienbarkeit eingeschränkt sein.
14, 15 16	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.
17	Beim Störungen im Stromnetz können Schutzeinrichtungen versagen
18	Trotz aller Schutzmaßnahmen können Notsituationen entstehen, für die Vorsorge getroffen werden muss. Diese haben nur Auswirkung auf diese Maschine, ggf. müssen weitere angeschlossene Systemen auch stilgesetzt werden.
19	Durch Bauteilversagen der elektronischen Steuerung (Standard-SPS) kann es zu gefährlichen Situationen kommen, vor allem dann, wenn der Laser unkontrolliert gesteuert wird.
20	Beim Austausch von Filtern und Ausleeren von der Absaugung sind die Sicherheitshinweise dieser fertigen Maschine zu beachten.
21	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.
22	Weitere Gefährdungen durch das Verschieben der Maschine müssen gemäß Anhang I der MRL Abschnitt 3 ausgeschlossen werden.

#### 4.4. 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.

**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.

## 5. Sicherheits- und Bedienungskonzept

Für die mit Hilfe der Gefährdungs-Checkliste (siehe Seite 14ff) identifizierten und auf den Seiten 20 bis \_\_\_\_ 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 \_\_\_\_ bis \_\_\_\_.**

Dazu wird Folgendes erläutert:

- zu Punkt 5.1 (siehe Seiten \_\_\_\_)

### **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 \_\_\_\_)

### **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 \_\_\_\_)

### **Maßnahmenblätter**

Die Maßnahmenblätter (Blatt 1 bis \_\_\_\_) 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 20 bis \_\_\_\_)
- 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 \_\_\_\_)
- Notwendige Maßnahmen gemäß der Funktionsbeschreibung auf den Seiten \_\_\_\_.

- zu Punkt 5.4 (siehe Seiten \_\_\_\_)

#### **Funktionsweise der gesicherten Anlage**

Im Zuge der Auswahl von Schutzmaßnahmen in den Maßnahmenblättern (Seiten \_\_\_\_ bis \_\_\_\_ ) 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 Seiten \_\_\_\_)

#### **Sicherheitsplan**

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



## 5.1. Erforderliche Schutzmaßnahmen (Übersicht)

Firma inIT		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	vorhan- den: Ja/Nein	Erforderliche Schutzmaßnahmen			Bemerkungen	
					Ja	Nein			
A	Bau	Gesamte Maschine	Alle Gefährdungen gemäß Gefährdungs- Checkliste	Nein	Besondere Schutzmaßnahmen erforderlich?		X	Nur allgemeine Vor- sicht und Sorgfalt not- wendig	
B	Transport			Nein	Besondere Schutzmaßnahmen erforderlich?		X		
C	Montage / Inbetriebnahme			Ja	Besondere Schutzmaßnahmen erforderlich?	X			
D-E	Automatik- betrieb  Teilautomatik- betrieb	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	Wegen der Vielzahl von Gefährdungen wird der Laseraufbau umhaust	
F-K	Alle Betriebsarten mit manueller Steuerung (kein Automatik- betrieb)	Hubindexierung	Mechanische Gefährdungen (speziell)	Ja	1. Aufenthalt von Personen in Gefahrenbereich unumgänglich? 2. Handsteuerung innerhalb der Anlage erforder- lich? Besondere Schutzmaßnahmen wegen Nr.1 und Nr. 2 erforderlich?	X	X	Das Eingreifen von Personen im Automa- tikbetrieb ist verboten und produktionstech- nisch nicht notwendig.	
D-K	Allgemeiner Be- trieb der Maschine / Anlage	Gesamte Maschine oder bestimmte Komponenten Bereiche, Stellen	Nicht mechani- sche Gefährdun- gen gemäß Nr. 2 bis 20 der Ge- fährdungs- Checkliste	Ja	Besondere Schutzmaßnahmen erforderlich?	X		Absaugung vor falschen Gasen und Funken schützen.	
L-M	Reinigung, Wartung, Instandhaltung	Gesamte Maschine, Absaugung	Mechanische Ge- fährdungen Stäube	Ja Ja	Stillstand der Maschine möglich? Besondere Schutzmaßnahmen erforderlich?	X X		Regelung in der Be- triebsanleitung. Herausgabe einer Betriebsanweisung.	
N	Außerbetrieb- nahme, Demontage,	Gesamte Maschine	Alle Gefährdungen gemäß Gefähr- dungs-Checkliste	Nein	Besondere Schutzmaßnahmen erforderlich?		X	Soweit absehbar	
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 4.1 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 11)
Spalte 7	Allgemeine Risikoeinschätzung unter Beachtung von DIN EN ISO 12100 „Allgemeine Gestaltungsleitsätze - Risikobeurteilung und Risikominderung" (siehe Gefährdungseinschätzung und -beschreibung Seite 20). 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 ____ 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 ____ 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 \_\_\_\_

### 5.3. Maßnahmenblätter

<b>Hersteller</b>  Eigenbau		<b>Maßnahmenblatt</b> <b>Maschinen- bzw. anlagenspezifische Risikoeinschätzung und Schutzmaßnahmenbeschreibung</b>							Blatt 1 von X	
		<b>Maschine / Anlage:</b> Steckbare ortsveränderliche Bearbeitungsmaschine mit Laser							<b>Sachbearbeiter:</b> Philip Kleen  <b>Datum:</b> 12.05.2015	
		<b>Typ:</b> –		<b>Maschinen-Nr.:</b> –		<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 Steuerung</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
<b>1 Mechanische Gefährdungen</b>										
	b) Anordnung beweglicher Teile d) Masse und Geschwindigkeit	Hubindexierung	4	Entfernen von verklebten Werkstückträger, Versehentliches reinfassen beim Beobachten, Nicht notwendiges reinfassen im Automatikbetrieb	I J D	hohes Risiko		Umbauung der Gefahrenstelle nach EN ISO 13857. Ein Zugang ermöglicht das einfache Beseitigen von Störungen und setzt die Maschine still. Die Umbauung sollte nicht die Sicht auf den Bearbeitungsschritt behindern, damit er weiterhin gut Beobachtet werden kann.	1	
	Ansammlung von Energie, Luft unter Druck	Druckluftschläuche	3	Platzen oder Lösen von Druckluftschläuchen	Alle	hohes Risiko		<b>Maßnahmen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schläuche in geringen Abständen fixieren</li> <li>Druck begrenzen</li> </ul>	2 3	
<b>2 Elektrische Gefährdungen</b>										
2.1	Direktes Berühren spannungsführender Teile	Gesamte Maschine	5	Defekte Bauteile	D-M	hohes Risiko		Verhindern von Körperdurchströmungen und Verbrennungen durch Stromschläge: Gestaltung, Installation und Verwendung der elektrischen Ausrüstung in Übereinstimmung mit EN 60204-1 und BGV A3, einschließlich der elektrischen Prüfung durch eine Elektrofachkraft.	4	
2.2	Berühren von Teilen, die durch Fehlzustände spannungsführend geworden sind	Gesamte Maschine	6	Mangelhafte Isolierung	D-M	hohes Risiko				
3	Thermische Gefährdungen	Bearbeitung mit dem Laser	7	Durch die Bearbeitung kann sich das Werkstück erwärmen	D-M	geringes Risiko		Verbleib in der Umbauung bis das Werkstück abgekühlt ist	5	

s. Gefährdungs-Checkliste	s. Aufstellplan	Alle identifizierten Gefährd. beachten	s. Tabelle	s. Risiko-Grafiken	Alle EG-Richtlinien, EN- Normen, techn. Spezifkat. beachten	s. Tab.
---------------------------	-----------------	--	------------	--------------------	---	---------

Hersteller		Maßnahmenblatt Maschinen- bzw. anlagenspezifische Risikoeinschätzung und Schutzmaßnahmenbeschreibung							Blatt 2 von X	
Aus Gefährd.-Checkliste Lfd. Nr.    Gefährdungen (Kurztext)		Gefahrstelle Ort / Bereich/ Objekt    Ref. Nr.		Gefährdungssituation, Gefährdende Tätigkeit, Gefährdungsursache	Lebens- phase	Risikoeinschätzung allge- mein    für die Steu- erung		Schutzziel / Schutzmaßnahme Restrisiko Benutzerinformation	Maßn. Nr.	Prüf- ver- merk
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	durch Lärm	Gesamte Maschine	8	Andauernde Kühlgeräusche in der Umgebung der Maschine	D-M	geringes Risiko		<b>Ziel:</b> Verhindern von Kommunikationsstörungen, aufrecht erhalten der Konzentration <b>Maßnahmen:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Beachtung von EN 1299, En 11688 und EN ISO 15667</li><li>Tragen von PSA, Gehörschutz</li></ul> Angabe von Lärmemissionskennwerten in der <b>Betriebsanleitung</b> .	6 7 8	
6	durch Laserstrahlen	Lasermodule	9	Kontakt mit der Laserstrahlung durch eingreifen oder Reflektion	C-M	mittleres Risiko		Kontakt verhindern durch Umhausung, zur besseren Sichtbarkeit mit Schutzglas. Unbedenkliche Laserwellenlänge einsetzen	9 10	
7	durch Gase	Gravur vom Werkstück	10	Die Gravur wird mit Hilfe eines Laserstrahls eingebrannt, dabei können giftige Dämpfe und Gase entstehen.	D-M	mittleres Risiko		Geschlossene Kabine mit Absaugung und Filterung	11	
8    Gefährdungen durch die Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze										
8.3	Vorsehen von PSA statt technische Schutzausrüstung	Lasereinheit	11	Bei der Montage und Ausrichten der Lasereinheit	A-C	hohes Risiko		Betriebsanweisung, dass erst die Schutzeinrichtung montiert sein muss.	12	
8.6 15	Umgehen von Schutzeinrichtungen	Lasereinheit	12	Zum besseren Arbeiten am Laser umgehen der Schutzeinrichtung	G-I, K-M	hohes Risiko		Diese Schutzeinrichtung muss so konstruiert sein, dass ein ungehindertes Einrichten und Fehlerbehebung des Lasers möglich ist.	13	
8.7	durch ungeeignete Platzierung von Stellteilen	Bedienterminal der Lasersteuerung, Stellteile	13	Zum Bedienen der Lasersteuerung muss die Maschine geöffnet werden	D-M	geringes Risiko		Bedienelemente außerhalb anbringen. Umhausung der Maschine darf den Blick auf den Monitor nicht einschränken	14	

Hersteller		Maßnahmenblatt							Blatt 2 von X	
		Maschinen- bzw. anlagenspezifische Risikoeinschätzung und Schutzmaßnahmenbeschreibung								
Aus Gefährd.-Checkliste		Gefahrstelle		Gefährdungssituation,	Lebens-	Risikoeinschätzung		Schutzziel / Schutzmaßnahme		Prüf- ver- merk
Lfd. Nr.	Gefährdungen (Kurztext)	Ort / Bereich/ Objekt	Ref. Nr.	Gefährdende Tätigkeit, Gefährdungsursache	phase	allge- mein	für die Steu- erung	Restrisiko Benutzerinformation	Maßn. Nr.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
s. Gefährdungs-Checkliste		s. Aufstellplan		Alle identifizierten Gefährd. beachten	s. Tabelle	s. Risiko-Grafiken		Alle EG-Richtlinien, EN- Normen, techn. Spezifkat. beachten	s. Tab.	
11	Unerwarteter Anlauf, unerwartetes Durchdrehen/Überdrehen (Beschleunigen)							Verhindern von Verletzungen durch das Versagen von Bauteilen der Steuerung und Energiezufuhr nach einer Unterbrechung		
11.1	Ausfall/Störung des Steuersystems	Gesamte Maschine	14	Einsatz/Gebrauch: Selbstanlauf der Maschine oder einzelner Komponenten	D-M	geringes Risiko		Ausführen der Sicherheitsfunktionen der Steuerung gemäß PL ____ Beachtung von EN 1037, EN 60204-1, EN ISO 11161 und VDI 2854 Validierung gemäß EN ISO 13849-2	15	
11.2	Energiezufuhr nach einer Unterbrechung	Gesamte Maschine	15		D-M	geringes Risiko				
11.3	Äußere Einflüsse auf elektrische Betriebsmittel	Gesamte Maschine	16	Elektromagnetische Störungen	D-M	geringes Risiko		Sicherstellung elektromagnetische Verträglichkeit gemäß EN 61000-6-1/2 (Störfestigkeit) und EN 61000-6-3/4 (Störaussendung).	16	
12	Plötzlich auftretende Betriebsstörungen	Gesamte Maschine	17	Einsatz/Gebrauch: • Selbstanlauf von Komponenten • Ändern von Maschinenparametern • Ausfall von Schutzeinrichtungen u.a.m.	D-M	geringes Risiko		Verhindern von Verletzungen durch Energieausfall und –wiederkehr: Maßnahmen gemäß Maßnahmen-Nr.: 15, 16, 17, 18		
13	Sillsetzen in Notfällen	Gesamte Maschine und angeschlossene Maschinen	18	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 andere angeschlossenen Maschinen) unter Beachtung von EN ISO 13850 und EN 60204-1 (Stoppkategorie 0)	17	
s. Gefährdungs-Checkliste		s. Aufstellplan		Alle identifizierten Gefährd. beachten	s. Tabelle	s. Risiko-Grafiken		Alle EG-Richtlinien, EN- Normen, techn. Spezifkat. beachten	s. Tab.	

Hersteller		Maßnahmenblatt							Blatt 2 von X	
		Maschinen- bzw. anlagenspezifische Risikoeinschätzung und Schutzmaßnahmenbeschreibung								
Aus Gefährd.-Checkliste		Gefahrstelle		Gefährdungssituation,	Lebens- phase	Risikoeinschätzung		Schutzziel / Schutzmaßnahme Restrisiko Benutzerinformation	Maßn. Nr.	Prüf- ver- merk
Lfd. Nr.	Gefährdungen (Kurztext)	Ort / Bereich/ Objekt	Ref. Nr.	Gefährdende Tätigkeit, Gefährdungsursache		allge- mein	für die Steu- erung			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14	Fehler im Steuer-/Regelkreis Unerwartet auftretende Betriebsstörungen	Gesamte Maschine	19	Einsatz/Gebrauch: Selbstanlauf von Komponenten • Nichtausführung von Stoppbefehlen • Ändern von Maschinenparametern • 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 __ (siehe Maßnahme-Nr. 15) Befreiung der SPS von Sicherheitsverantwortung durch eine kontaktbehaftete Zusatzsteuerung.	18	
17	durch Reinigung/Instandhaltung	Absaugung	20	Vergessen von Austauschen und Leeren der Absaugung. Stäbe vom Filter	L	mittleres Risiko		Anweisung, dass der Betriebsanleitung, der Absaugung Folge leisten zu ist.	19	
20	Unzureichende Benutzerinformation Restrisiken	Gesamt Maschine	21	Einsatz/Gebrauch	D-M	mittleres Risiko		Verhindern von Verletzungen durch Restrisiken und falsche Bedienung der Anlage: Auf unvermeidliche Restrisiken werden durch augenfällige Sicherheitskennzeichnung der an der Anlage und eine verständliche Betriebsanleitung hingewiesen. Zusätzlich erfolgt die Herausgabe der Betriebsanweisung.	20	
21	durch ortsveränderliche Maschine	Gesamte Maschine	22	Einsatz/Gebrauch	G-M	geringes Risiko		Hinweis zum Transport in der Betriebsanweisung.	21	
s. Gefährdungs-Checkliste		s. Aufstellplan		Alle identifizierten Gefährd. beachten	s. Tabelle	s. Risiko-Grafiken		Alle EG-Richtlinien, EN- Normen, techn. Spezifikat. beachten	s. Tab.	



## 5.4. Funktionsweise der gesicherten Maschine/Anlage

Unter Berücksichtigung aller Anforderungen und grundsätzlichen vorgesehenen Schutzmaßnahmen gemäß 5.1 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
- Systeme/Steuerungen einschalten
- Maschinensteuerung konfigurieren (Teachen)
- Absaug- und Filteranlage betriebsbereit
- Lasereinheit betriebsbereit
- Schutzeinrichtung des Bearbeitungsbereich geschlossen
- Gehäuse/Schutzeinrichtung der Maschine geschlossen
- Personen kennen das Restrisiko
- Fehler Quittieren
- Starten mit dem Drucktaster

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 und Systeme *werden nicht ordnungsgemäß beendet*. 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, der zum Konfigurieren der sicherheitsrelevanten Maschinensteuerung ist, verhindern, dass eine zweite Person unbeabsichtigt die Konfiguration erneut konfiguriert.

Durch öffnen oder entfernen von Schutzeinrichtung wird der Laser ausgeschaltet und die Maschine bleibt stehen. 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

Abschalten oder Störung der Absaug- und Filteranlage führen zu einem sicheren Halt der Maschine. Das Wiederherstellen des Automatikbetriebes erfordert folgende Handlungen der Bedienpersonen in einer bestimmten Reihenfolge:

- Fehler mit Drucktaster quittieren
- Absaug- und Filteranlage wieder starten
- Starten mit dem Drucktaster

### Beseitigen von Störungen im Arbeitsablauf

Störungen dürfen nicht im Automatikbetrieb entfernt werden, es muss sichergestellt werden, dass keine Gefahr von der Lasereinheit ausgeht. Dazu muss diese ausgeschaltet werden. In der Teilautomatik kann die Hubindexierung bewegt werden um einen verklemmten Werkstückträger freizugeben. Die Schutzeinrichtung muss dafür geschlossen sein.

### Arbeiten an der Bearbeitungsmaschine mit Laser im Automatikbetrieb

Es sind keine Arbeiten im Automatikbetrieb notwendig. Die Maschine läuft voll automatisch. Das manuelle Einlegen von Werkstücken ist im Automatikbetrieb nicht möglich und nicht erlaubt. Die Bestückung der Maschine muss von einer anderen kompatiblen, für sich sicheren Maschine, übernommen werden.

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

Die Maschine ist zum Anschluss an eine Maschine konstruiert, die passende Schnittstellen für Bearbeitungsmaschinen vorsieht. Diese müssen entsprechend konfiguriert werden, damit eine sicherheitsgerichtete Kommunikation aufgebaut werden kann. Diese ist durch drücken eines Tasters an dieser Maschine zu testen (Teachen). Das Teachen muss bei jedem neu anstecken ausgeführt werden. Unabhängig davon, ob die Position verändert wurde. Es ist somit eine Einschaltbedienungs für den Automatikbetrieb.

## Entwurf, kein Anspruch auf Richtigkeit und Vollständigkeit

Die Maschine verfügt nur über einen Automatikmodus, es gibt keinen manuellen oder Teilautomatik Betrieb. Für die erweiterte Fehlersuche und Einstellungen muss hier durch Fachpersonal zur Software der Steuerung gegriffen werden, mit der evtl. einzelne Parameter in der Steuerung verändert werden können.

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

Diese Arbeiten können im Stillstand der Anlage mit gegen Einschalten gesicherte Energieeinrichtung durchgeführt werden. Beim Warten der Absaug- und Filteranlage ist nach den Bestimmungen dieser vorzugehen.

### **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.



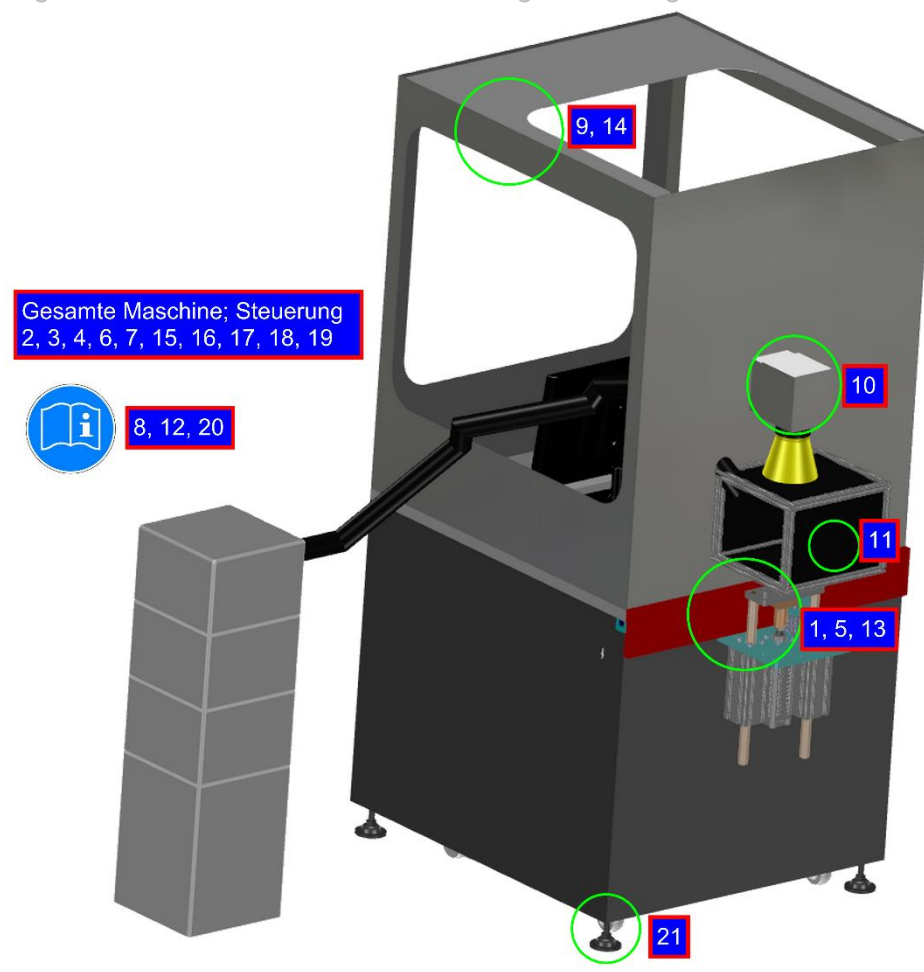
## 5.5. Sicherheitsplan

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 3 auf Seite 37 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 40 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

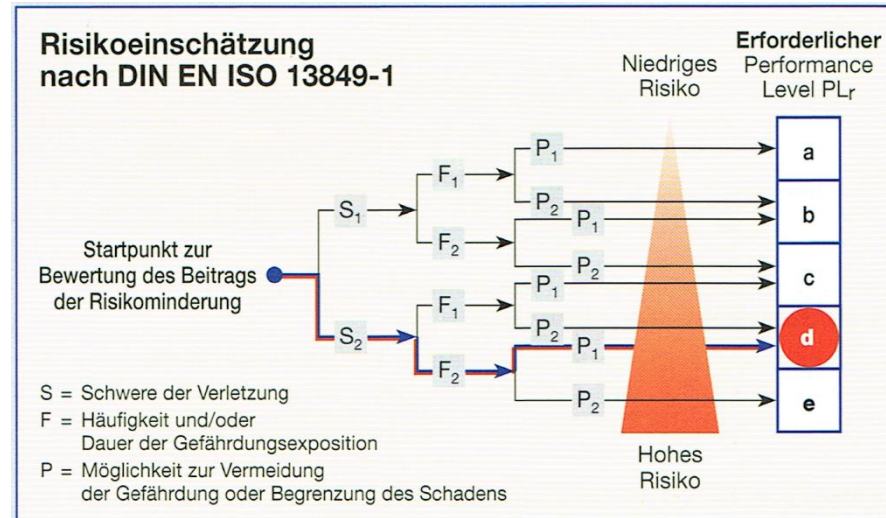


Bild 3: Bestimmung des erforderlichen Performance Levels PL<sub>r</sub>.

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 3 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 4: 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 5: 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**

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

### 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).

Europäische und internationale Normen (Kurztitel)		
Normen (EN, prEN, EN ISO, ISO)		angewendet
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	

<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)	

Entwurf, kein Anspruch auf Richtigkeit und Vollständigkeit