

Risikoanalyse

für Artikel-Nr. BR-00-00-06 (Kupplungshahn)

1. Einleitung

1.1 Grundlage

- Richtlinie 2001/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3. Dezember 2001 über die allgemeine Produktsicherheit
- nationale Umsetzung in der Bundesrepublik Deutschland durch das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG), Neufassung vom 27. Juli 2021
- aufgehoben ab dem 13. Dezember 2024
und ersetzt durch die Verordnung (EU) 2023/988 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 10. Mai 2023 über die allgemeine Produktsicherheit, [...] sowie zur Aufhebung der Richtlinie 2001/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates [...]

1.2 Anhalt zur Umsetzung

- Richtlinie 2006/42/EG Maschinen
- DIN EN ISO 12100 Sicherheit von Maschinen
- ISO 13849 Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen
- DIN EN 62061 Sicherheit von Maschinen – Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme

2. Allgemeine Beschreibung

Das dargestellte Bauteil ist in Design und Funktion dem Kupplungshahn einer Dampflokomotive nach Einheitsbauart im Maßstab 1 zu 11 nachempfunden.



25.02.2023: DB Museum Koblenz
Dampflok BR 01 1100



Gesamtansicht des Modells
im montierten Zustand

Der Korpus besteht aus einzelnen Messingbauteilen, die miteinander hart verlötet wurden. Alle weiteren, metallenen Bauteile sind mittels normierter Maschinenelemente aus Stahl verschraubt oder verstiftet. Der Hebel ist am Übergang zur Steuerwelle zusätzlich weich verlötet. Das innenliegende Dichtungspaket aus Teflon wird durch die umliegenden Bauteile in seiner Position fixiert und ausreichend verklemmt, wodurch die Dichtwirkung eintritt. Durch Betätigung des Hebels wird ein innen liegendes Steuerelement verdreht, welches den Durchfluss von Druckluft ermöglicht oder sperrt.

3. Ermittlung der Produktgrenzen

3.1 Verwendungsgrenzen

3.1.1 Betriebsarten

Das Produkt besitzt insgesamt zwei Betriebsarten bzw. Funktionen:

- Durchfluss ermöglicht,
- Durchfluss gesperrt.

Die jeweils zugehörige Endstellung ist durch einen Anschlag gesichert. Zwischenstellungen sind möglich, beeinträchtigen jedoch durch Drosselung des durchfließenden Luftstroms die zugeordnete Gesamtfunktion und sind daher zu vermeiden.

3.1.2 Eingriffsmöglichkeiten des Benutzers im Normalbetrieb

Im Normalbetrieb kann der Durchfluss durch Bedienung des seitlich angebrachten Hebels freigegeben oder gesperrt werden. Zwischenstellungen sind möglich, beeinträchtigen jedoch durch Drosselung des durchfließenden Luftstroms die zugeordnete Gesamtfunktion und sind daher zu vermeiden.

3.1.3 Eingriffsmöglichkeiten des Benutzers bei Fehlfunktion

Als Fehlfunktion können angenommen werden:

- Zwischenstellungen des Hebels, die zwischen den beiden Endlagen liegen und somit den durchfließenden Luftstrom drosseln,
- Undichtigkeiten, bedingt durch Verschleiß am innen liegenden Dichtungspaket,
- lose Schrauben mit der Folge von Undichtigkeiten, keiner ausreichend festen Montage des Produkts am zugeordneten Anbauteil und dadurch bedingte Fehlbedienungen.

In diesen Fällen ist das Produkt drucklos zu schalten bzw. abzuwarten, bis die gesamte Druckluft aus dem System, in dem das Produkt verbaut wurde, entwichen ist. Im Anschluss können Schrauben nachgezogen oder das gesamte Bauteil demontiert und ggf. repariert werden.

3.1.4 Einsatzbereich des Produkts (z. B. Industrie, Gewerbe oder Haushalt)

Das Produkt ist, angelehnt an den Modellmaßstab 1 zu 11, ausschließlich vorgesehen für den Bereich des technischen Funktionsmodellbaus. Hier zur Ausrüstung von Einheitsdampflokomotiven sowie zur Epoche zählende Tender und Wagons, verbunden mit dem Ziel des Aufbaus einer möglichst detailgetreuen und funktionsfähigen Nachbildung einer konstruktiv ebenfalls aus der Epoche stammenden Druckluftbremsanlage.

3.1.5 die Eigenschaften der mit und am Produkt handelnden Personen (Alter, Geschlecht, körperl. Merkmale wie Größe und Kraft, Einschränkungen durch körperliche oder geistige Behinderungen, usw.)

Die Referenzen zur handhabungssicheren Verwendung des Produkts orientieren sich an einem erwachsenen Menschen mit durchschnittlichen technischen Kenntnissen sowie durchschnittlichen motorischen Fähigkeiten. Andernfalls empfiehlt sich eine dementsprechende, dauerhaft anwesende Aufsichtsperson.

3.1.6 Niveau der Ausbildung und Erfahrung aller mit und an dem Produkt handelnden Personen (Stichwort Zielgruppenanalyse)

Grundsätzlich sind für die Anwendung des Produkts durchschnittliche technische Kenntnisse sowie durchschnittliche motorische Fähigkeiten ausreichend. Die

Ausbildung in bzw. Kenntnisse und erlernte Fähigkeiten aus einem metallverarbeitenden Beruf können unterstützend wirken.

3.1.7 bestimmungsgemäße Verwendung

Eine bestimmungsgemäße Verwendung setzt voraus:

- eine, angelehnt an Punkt 3.1.4 (Einsatzbereich des Produkts), ausschließliche Verwendung im Bereich des technischen Funktionsmodellbaus,
- eine sach- und fachgerechte Montage,
- das Einhalten der unter Punkt 3.3 beschriebenen zeitlichen Grenzen,
- das Einhalten der unter Punkt 3.4 beschriebenen stofflichen Grenzen,
- das Einhalten der unter Punkt 3.5 beschriebenen Verwendungsgrenzen,
- eine insgesamt sach- und fachlich verantwortungsvolle, materialschonende Anwendung im Betrieb.

3.1.8 vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendungen

Eine sinnvolle Verwendung des Produkts im maßstäblichen, technischen Funktionsmodellbau, jedoch außerhalb des unter Punkt 3.1.4 (Einsatzbereich des Produkts) beschriebenen Einsatzbereichs kann, unter Einhaltung

- der unter Punkt 3.3 beschriebenen zeitlichen Grenzen,
- der unter Punkt 3.4 beschriebenen stofflichen Grenzen,
- der unter Punkt 3.5 beschriebenen Verwendungsgrenzen,
- sowie einer insgesamt sach- und fachlich verantwortungsvollen, materialschonenden Anwendung im Betrieb,

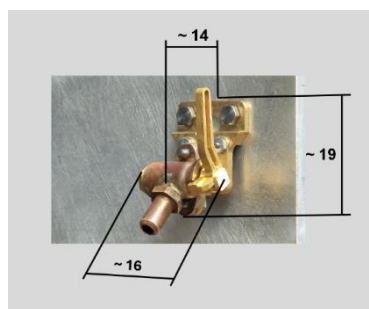
nicht als Fehlanwendung gesehen werden.

Eine davon abweichende Verwendung bzw. eine Nutzung außerhalb der beschriebenen Grenzen ist jedoch als Fehlanwendung zu werten.

3.2 räumliche Grenzen

3.2.1 der Bewegungsraum der Maschine bzw. der Bauraum des Produkts (z. B. Verfahrbereiche, Sicherheitsabstände, Stellfläche der Maschine)

Das Produkt ist ein Anbauteil. Der lichte Bauraum wie folgt, Abmessungen in Millimetern:



3.2.2 der Platzbedarf aller mit und an der Maschine handelnden Personen wie z. B. bei der Installation, im Betrieb oder während der Wartung und Pflege

Das Produkt ist für den technischen Funktionsmodellbau vorgesehen. Notwendiger Platzbedarf, der Einbauraum selbst bzw. der notwendige Raum für Wartung und Pflege orientieren sich damit ebenfalls am Modellmaßstab.

In der Regel ist der im Modell zur Verfügung stehende Raum ausreichend dimensioniert. Andernfalls kann in Phasen des Ein- und Ausbaus sowie bei Bedienung im Betrieb der sach-, fachgerechte und am Produkt selbst zerstörungsfreie Einsatz von geeignetem Werkzeug unterstützend wirken.

3.2.3 die möglichen Wechselwirkungen zwischen Maschine und Mensch wie z. B. die Mensch-Maschine-Schnittstelle

Als einzig mögliche Schnittstelle zwischen Produkt und Mensch kann der am Produkt selbst angebrachte Hebel angesehen werden, der eine rein mechanische Bedienung des Bauteils zulässt. Tiefgreifende Wechselwirkungen sind nicht zu erwarten.

3.2.4 Anforderungen an die Versorgung mit Strom, Wasser, Druckluft, etc. sowie Entsorgung während des Betriebes (Abwasser, Abluft, Flüssigkeiten und Gase, etc.)

Klassische Anforderungen an die Versorgung des Produkts liegen nicht vor. Das Produkt selbst ist ausgelegt für den Durchfluss bzw. ein Absperren von Druckluft mit einem max. Druck von $p = 4$ bar.

3.3 zeitliche Grenzen

3.3.1 die Lebensdauer der Maschine, ihrer Verschleißteile und Bauteile (die bestimmungsgemäße Verwendung sowie vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendungen sind zu berücksichtigen)

Die Lebensdauer des Produkts hängt grundsätzlich ab

- von der Häufigkeit der Bedienung,
- von den äußeren Umwelteinflüssen wie Staub, Regen, o.a.,
- vom Reinheitsgrad des aufbereiteten, durchfließenden Mediums.

Als Verschleißteil kann die innen liegende Steuerwelle und das daran angrenzende Dichtungspaket angesehen werden. Bei sachgerechter Nutzung des Produkts ist die Druckluft, als durchfließendes Medium im Vorfeld gefiltert und mit Ölnebel versehen, aufbereitet worden. In diesem Fall wird der geringste Verschleiß und die höchste Lebensdauer zu erwarten sein. Dem entgegen wird bei Nutzung und Durchfluss eines nicht aufbereiteten Mediums der Verschleiß zu einem zeitnahen Ausfall führen.

3.3.2 einzuhaltende Wartungsfristen

Bei sachgerechter Nutzung des Produkts ist die Druckluft, als durchfließendes Medium im Vorfeld gefiltert und mit Ölnebel versehen, aufbereitet worden.

Wartungsfristen beschränken sich daher nur auf äußerlich zugängliche Stellen. Diese sind mit einem trockenen, weichen Tuch, je nach Grad der Verschmutzung mehr oder weniger regelmäßig, abzuwischen. Auf fettlösende oder anderweitige Reinigungsmittel sollte ebenso verzichtet werden wie auf das Abblasen mit Druckluft/ einer Druckluftpistole.

3.4 stofflichen Grenzen

3.4.1 be- oder verarbeitete Materialien

- Stangenmaterial Messing CuZn39Pb3, allg. Bezeichnung Ms58
 - für Gehäuse und Anbauteile
 - Zugfestigkeit: bis zu 430 N/mm^2
 - Streckgrenze: bis zu 250 N/mm^2
- cadmiumfreies, hochsilberhaltiges Hartlot
 - DIN 8513: L - Ag 55 Sn
DIN EN 1044: AG 103
DIN EN ISO 17672:2010(D): Ag 155
EN ISO 3677: B - Ag 55 Zn Cu Sn 630/660
 - Schmelzbereich: 620 bis 660 °C

- blei- und cadmiumfreies, silberhaltiges Weichlot
 - DIN EN ISO 9453: Legierung Nr. 703 / S-Sn96,5/Ag3,5
DIN EN 29454.1 (Flussmittelseele) 3.1.1.A
 - Schmelzpunkt: 221 °C
 - Zugfestigkeit (Lot): bis zu 44 N/mm²
 - Zugfestigkeit an Messing Ms58: bis zu 53 N/mm²
- Stangenmaterial PTFE Polytetrafluorethylen, weiß (Teflon)
 - Dichtungspaket
 - Temperatureinsatzbereich: - 200 bis + 260 °C
- Maschinenelemente (Schrauben, Muttern, Stifte)
 - St 37
 - Streckgrenze Rp0,2: größer/ gleich 235 N/mm²
 - Zugfestigkeit: 360 bis 510 N/mm²

3.5 Umgebungsgrenzen

3.5.1 einzuhaltender Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Luftfeuchte, Staubbelastung, Sonneneinstrahlung, etc.

Eine bestimmungsgemäße Verwendung schließt konstant auf das Produkt einwirkende Umgebungsbedingungen aus. Die Einhaltung der unter Punkt 3.3.2 (einzuhaltende Wartungsfristen) aufgeführten Vorgaben reduziert die sich negativ ergebenden Auswirkungen entsprechend.

- Das verwendete blei- und cadmiumfreie, silberhaltige Weichlot mit einem Schmelzpunkt von 221 °C, sowie
- das als Dichtungspaket verwendete Stangenmaterial PTFE Polytetrafluorethylen, weiß (Teflon) mit einem max. Temperatureinsatzbereich von 260 °C definieren die kritische Umgebungsgrenze.

Einschließlich eines Sicherheitsfaktors darf die max. Temperatur am und im Produkt den Wert von + 100 °C nicht überschreiten.

4. Identifizierung der Gefährdungen

4.1 Ausgangslage

Für den technischen Funktionsmodellbau vorgesehen, handelt es sich um ein verkleinertes, im äußeren Erscheinungsbild dem Original möglichst detailgetreu nachempfundenes und funktionsfähiges Produkt. In der Konsequenz werden sich daher die aus dem äußeren Erscheinungsbild des Originals ableitenden Gefährdungen, ebenso wie die sich aus der bestimmungsgemäßen Verwendung ableitenden Gefährdungen, auch am Modell wiederfinden. In der Regel kann diesen Gefährdungen nur durch die Anwendung von geeigneter, persönlicher Schutzausstattung (PSA) begegnet werden.

4.2 das Eingreifen durch Personen

4.2.1 das Einrichten, Prüfen und Umrüsten des Produkts

Eine Einrichtung vor Inbetriebnahme ist nur hinsichtlich der einmaligen Montage gegeben. Eine Umrüstung des Produkts ist nicht vorgesehen.

- Mechanische Gefährdung
 - aufgrund spitzer Teile und scharfer Kanten
 - und der Folge von Schnitten oder Abschürfungen an den Fingern
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA

Die Prüfung des Produkts erfolgt vorzugsweise im eingebauten Zustand und im mit Druck beaufschlagten Gesamtsystem durch Betätigung des Hebels. Im geöffneten Zustand ist der Austritt von Druckluft hör- und fühlbar. Dem entgegen darf im geschlossenen Zustand ein Austritt von Druckluft nicht merklich wahrnehmbar sein.

- Mechanische Gefährdung
 - aufgrund spitzer Teile und scharfer Kanten
 - und der Folge von Schnitten oder Abschürfungen an den Fingern
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA
- Thermische Gefährdung
 - aufgrund von Wärmeübertragung bis hin zum Produkt
 - und der Folge von Verbrennungen
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA
- Lärmgefährdung
 - aufgrund mit hoher Geschwindigkeit austretender Druckluft
 - und der Folge einer Schädigung des Gehörs
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA

4.2.2 die Beschickung der Maschine mit dem zu ver- oder bearbeitenden Material sowie seine Entnahme nach der Ver- oder Bearbeitung Entfällt.

4.2.3 das Stillsetzen der Maschine im normalen Betrieb und im Notfall
 Im normalen Betrieb kann lediglich der Durchfluss von Druckluft durch Öffnen ermöglicht bzw. durch Schließen unterbunden werden.
 Als Notfall wird ein merklicher Austritt von Druckluft im geschlossenen Zustand bzw. das Versagen der Mechanik zum Erreichen des geschlossenen Zustands definiert. In diesen Fällen wird ein Weiterbetrieb des Gesamtsystems nicht empfohlen.

- Mechanische Gefährdung
 - aufgrund spitzer Teile und scharfer Kanten
 - und der Folge von Schnitten oder Abschürfungen an den Fingern
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA
- Thermische Gefährdung
 - aufgrund von Wärmeübertragung bis hin zum Produkt
 - und der Folge von Verbrennungen
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA
- Lärmgefährdung
 - aufgrund mit hoher Geschwindigkeit austretender Druckluft
 - und der Folge einer Schädigung des Gehörs
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA

4.2.4 die Fehlersuche, Fehlerbeseitigung und Betriebswiederherstellung nach einer Störung wie z. B. Stau oder Blockierung

Fehler am Produkt lassen sich nur im ausgebauten und drucklosen Zustand, in der Regel durch komplette Demontage, lokalisieren und beheben.

- Mechanische Gefährdung
 - aufgrund spitzer Teile und scharfer Kanten
 - und der Folge von Schnitten oder Abschürfungen an den Fingern
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA

4.2.5 die Reinigung und Instandhaltung

Zur Reinigung wird das Abwischen des Produkts mit einem trockenen, weichen Tuch empfohlen. Auf fettlösende oder anderweitige Reinigungsmittel sollte ebenso verzichtet werden wie das Abblasen mit Druckluft/ einer Druckluftpistole. Anderweitig besteht die Gefahr, dass kleinste Partikel in das Produkt eindringen bzw. das innen liegende Dichtungspaket angreifen, was zwangsweise eine dauerhafte Undichtigkeit und somit Unbrauchbarkeit nach sich zieht.

- Mechanische Gefährdung
 - aufgrund spitzer Teile und scharfer Kanten
 - und der Folge von Schnitten oder Abschürfungen an den Fingern
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA
- Thermische Gefährdung
 - aufgrund von Wärmeübertragung bis hin zum Produkt
 - und der Folge von Verbrennungen
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA
- Gefährdung im Zusammenhang mit der Einsatzumgebung der Maschine
 - Verunreinigungen durch Staub, Öle und Fette
 - und der Folge von fest haftenden Partikeln an den Fingern bzw. Händen
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA

4.3 die möglichen Betriebszustände des Produkts

4.3.1 die für das Produkt vorgesehenen Funktionen (den sog. Normalbetrieb)

Im normalen Betrieb kann lediglich der Durchfluss von Druckluft durch Öffnen ermöglicht bzw. durch Schließen unterbunden werden.

- Mechanische Gefährdung
 - aufgrund spitzer Teile und scharfer Kanten
 - und der Folge von Schnitten oder Abschürfungen an den Fingern
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA
- Thermische Gefährdung
 - aufgrund von Wärmeübertragung bis hin zum Produkt
 - und der Folge von Verbrennungen
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA
- Lärmgefährdung
 - aufgrund mit hoher Geschwindigkeit austretender Druckluft
 - und der Folge einer Schädigung des Gehörs
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA

4.3.2 die Zustände, in denen das Produkt die vorgesehene Funktion nicht ausführt (mögliche Gründe dafür können z. B. Ausfälle von Komponenten, Störungen in der Energieversorgung wie Netzausfall, Frequenz oder Spannungsschwankungen oder EMV-Probleme)

Von der Normalfunktion abweichende Zustände können eintreten

- bei einer übermäßigen, thermischen Beanspruchung des im Produkt verbauten Dichtungspaketes,

- bei einem übermäßigen Eindringen von Staub- und Schmutzpartikeln in das Produkt.
- Mechanische Gefährdung
 - aufgrund spitzer Teile und scharfer Kanten
 - und der Folge von Schnitten oder Abschürfungen an den Fingern
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA
- Thermische Gefährdung
 - aufgrund von Wärmeübertragung bis hin zum Produkt
 - und der Folge von Verbrennungen
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA
- Lärmgefährdung
 - aufgrund mit hoher Geschwindigkeit austretender Druckluft
 - und der Folge einer Schädigung des Gehörs
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA

4.4 Das unbeabsichtigte Verhalten des Bedienpersonals sowie die vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung

4.4.1 Kontrollverlust über die Maschine oder unkalkulierbares, reflexhaftes Verhalten beim Auftreten von Störungen oder Maschinenausfällen oder Handlungen aus Bequemlichkeit, wie das umgehen von Sicherheitseinrichtungen
Ein Kontrollverlust im klassischen Sinne kann ausgeschlossen werden.
Als Fehlanwendung ist lediglich die Betätigung des angebrachten Hebels über einen oder über beide Endanschläge hinaus denkbar. In diesem Fall verliert das Produkt seine ihm zugedachte Funktion und kann als zerstört angesehen werden. In diesem Fall wird ein vollständiger Austausch gegen ein neues Produkt empfohlen.

- Mechanische Gefährdung
 - aufgrund spitzer Teile und scharfer Kanten
 - und der Folge von Schnitten oder Abschürfungen an den Fingern
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA
- Thermische Gefährdung
 - aufgrund von Wärmeübertragung bis hin zum Produkt
 - und der Folge von Verbrennungen
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA

5 Risikoeinschätzung

5.1 Ausgangslage

Die Risikoeinschätzung ist der letzte durchzuführende Schritt in der Risikoanalyse. Sie soll aufzeigen, ob und in welchem Umfang Maßnahmen erforderlich sind, um die ermittelten Gefährdungen zu beseitigen oder zu minimieren. Neben Umwelt- und/ oder Sachschäden sind insbesondere Personenschäden bei der Abschätzung des Schadensausmaßes von Relevanz.

Für den hier betrachteten Fall des technischen Funktionsmodellbaus muss das Produkt auf der einen Seite grundlegenden technischen Anforderungen hinsichtlich Festigkeit und Sicherheit genügen, gleichzeitig und auf der anderen Seite aber originalgetreu im Maßstab und damit im Erscheinungsbild sowie in Funktion bzw. Funktionsweise sein. Es kann daher angenommen werden, dass die vorliegende Risikoeinschätzung nicht eine

klassische Neukonstruktion, sondern ein auf Grundlage guter Ingenieurspraxis bereits entwickeltes und maßstabsgerecht nachempfundenes Produkt analysiert.

Die Identifizierung der Gefährdungen führt aufgelistet in absteigender Reihenfolge zu folgender Häufung:

- Mechanische Gefährdung
 - aufgrund spitzer Teile und scharfer Kanten
 - und der Folge von Schnitten oder Abschürfungen an den Fingern
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA
- Thermische Gefährdung
 - aufgrund von Wärmeübertragung bis hin zum Produkt
 - und der Folge von Verbrennungen
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA
- Lärmgefährdung
 - aufgrund mit hoher Geschwindigkeit austretender Druckluft
 - und der Folge einer Schädigung des Gehörs
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA
- Gefährdung im Zusammenhang mit der Einsatzumgebung der Maschine
 - Verunreinigungen durch Staub, Öle und Fette
 - und der Folge von fest haftenden Partikeln an den Fingern bzw. Händen
 - Maßnahme zur Risikominderung: Rückgriff auf eine geeignete PSA

Grundsätzlich soll für jede Gefährdung, die zuvor unter Punkt 4. in der Risikobeurteilung ermittelt wurde, eine Risikoeinschätzung durchgeführt werden. Aufgrund der relativen Häufung der wenigen, einzelnen Gefährdungen erfolgt abweichend davon die weitere Risikoeinschätzung geschlossen für das gesamte Produkt. Weiterhin wird für die weiteren Betrachtungen angenommen, dass die jeweils vorgenannten Maßnahmen zur Risikominderung Anwendung finden.

5.2 S-Wert in der Risikoeinschätzung

Es können leichte Verletzungen wie Schürfungen, leichte Schnittwunden oder Verbrennungen I. Grades eintreten. Alle leichten Verletzungen lassen sich mit erster Hilfe behandeln und hinterlassen keine irreversiblen Schäden.

Festlegung S-Wert: 1

5.3 F-Wert in der Risikoeinschätzung

Der folgende F-Werte gilt bei einer Aufenthaltsdauer von weniger als 10 Minuten in der Gefährdungssituation. Dabei tritt die Gefährdungssituation weniger als einmal alle zwei Wochen und mehr als einmal pro Jahr auf.

Festlegung F-Wert: 2

5.4 W-Wert in der Risikoeinschätzung

Es ist davon auszugehen, dass das Produkt von einer erwachsenen Person mit durchschnittlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten genutzt wird. Kenntnisse über die ermittelten Gefährdungen können daher als „in der jeweiligen Situation bekannt bzw. als stets erkennbar“ angenommen werden. Ebenso darf unterstellt werden, dass die gesundheitlichen Vorteile in der Anwendung von PSA bekannt sind und berücksichtigt werden. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Gefährdungssituation wird daher mit „selten“ eingestuft.

Festlegung W-Wert: 2

5.5 P-Wert in der Risikoeinschätzung

Für den eingangs aufgezeigten und hier betrachtenden Fall des technischen Funktionsmodellbaus wird in der Summe der P-Wert zu Grunde gelegt, der die Wahrscheinlichkeit der Vermeidung einer möglichen Gefährdung am negativsten beeinflusst.

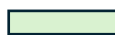
Festlegung P-Wert: 5

5.6 Festlegung des Sicherheitslevels

Die im Rahmen einer Risikobewertung zu Grunde liegenden Normen beziehen sich im Kern auf die Systemsicherheit eines Produkts. In der Anpassung für das hier betrachtete, im Rahmen des technischen Funktionsmodellbaus entstandene Produkt, wird in Abwandlung der Normung der Sicherheitslevels (SL) wie folgt festgelegt:

Die Addition der Werte aus den Einschätzungen der Risikoelemente F, W und P werden als Summe in der folgenden Tabelle dem Wert der Schwere der Verletzung (dem S-Wert) gegenübergestellt. Daraus ergibt sich der Sicherheitslevel, einschließlich der zugehörigen Auflagen.

Auswirkungen	Schwere S	Klasse K = F + W + P													
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
permanent, bspw. tödliche Verletzung	4	SL 1		SL 2			SL 2			SL 2			SL 3		SL 3
permanent, bspw. Verlust von Gliedmaßen	3							SL 1				SL 2			SL 3
reversibel, bspw. med. Behandlung erf.	2											SL 1			SL 2
reversibel, bspw. Erste Hilfe	1														SL 1



keine weiteren Maßnahmen

Das Tragen/ die Anwendung von PSA werden dennoch empfohlen.

Level (L) 1 geringes Risiko

Das Tragen/ die Anwendung von PSA werden nachdrücklich empfohlen.

Level (L) 2 mittleres Risiko

Es sind weitere, konstruktive Maßnahmen zu ergreifen, um das Risiko einer möglichen Gefährdung zu minimieren. Ggf. muss ein Kompromiss zwischen einem originalgetreuen Nachbau und den technischen Anforderungen an Festigkeit und Sicherheit gefunden werden.

Neben konstruktiven Maßnahmen sind zur weiteren Reduzierung einer möglichen Gefährdung auch organisatorischen Maßnahmen in Erwägung zu ziehen.

Level (L) 3 hohes Risiko

Es sind zwingend konstruktive Maßnahmen zu ergreifen, um das Risiko einer möglichen Gefährdung dauerhaft und nachhaltig zu minimieren.

5.6.1 Sicherheitslevel für das Produkt

Artikel-Nr. BR-00-00-06 (Kupplungshahn)

S = 1 steht gegenüber $K = F + W + P$

$$K = 2 + 2 + 5$$

$$\underline{K = 9}$$



keine weiteren Maßnahmen

Das Tragen und die Anwendung von PSA werden dennoch empfohlen.