



EG-MASCHINEN-RICHTLINIE

Neues zum Thema:

»Sicherheit von Maschinen und Maschinensteuerungen«

– Ausgabe 35/07/12 –

Sehr geehrter **SCHMERSAL**-Kunde,
sehr geehrter *Elan*-Kunde,

wir hoffen, dass Sie – trotz Zustellung dieser neuen MRL-News-Ausgabe während der sogenannten Sommerpause – Gelegenheit finden werden, unser Heftchen einmal durchzublättern und dabei interessante Informationen zu entdecken.

Bei einem Artikel ([siehe Seite 26 ff.](#); es geht um den sogenannten Merger von EN ISO 13849-1 und EN IEC 62061) finden Sie – neben Sachinformationen – auch einen Meinungsteil, den sich der Verfasser nicht verkneifen konnte. Dieser Artikel schließt auch ein, Sie über ein in Vorbereitung befindliches Amendment zu EN ISO 13849-1 zu informieren.

Soeben – Wir freuen uns sehr darüber! – haben wir dann auch noch die Nachdruckgenehmigung eines hochinteressanten Artikels zum Thema „Trennende Schutzeinrichtungen“ erhalten, der im Original kürzlich in der Fachzeitschrift ZFW (Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb) veröffentlicht wurde. Das Attribut „hochinteressant“ haben wir deshalb gewählt, weil im Artikel – wissenschaftlich untermauert – alle Aspekte, die mit Thema verbunden sind oder sein könnten, angesprochen werden. Den Autoren und der Schriftleitung der ZFW sei für die Nachdruckgenehmigung herzlich gedankt! Um den Artikel zu lesen, müssen Sie sich aber etwas Zeit nehmen. Und lassen Sie sich vom Bezug auf Werkzeugmaschinen nicht irritieren: Der Artikel dürfte ebenso für andere Branchen von Interesse sein. Sie finden ihn unter der Rubrik „Special-Interest-Thema“ auf [Seite 40 ff.](#)

Darüber hinaus berichten wir heute über

- Ergonomie als Schutzziel im Rahmen von MRL 2006/42/EG ([siehe Seite 4 ff.](#)),
- den Trend zu 3-stufigen Zustimmungsschaltern ([siehe Seite 13 ff.](#)),

([bitte umblättern](#))

- das neue Konformitätszeichen EAC = EuroAsienConformity ([siehe Seite 18 f.](#))

und – Last, but not least!

- über das Schmersal'sche Expertenforum ([siehe Seite 20 ff.](#))

sowie

- über Neuigkeiten in der Schmersal-Gruppe ([siehe Seite 34 f.](#)).

Wir wünschen eine interessante Lektüre.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr



Friedrich Adams

K.A. SCHMERSAL Holding GmbH & Co. KG, Wuppertal

Leiter Schmersal tec.nicum

Wettenberg/Wuppertal, den 15. August 2012

Haftung

Die Hinweise und Empfehlungen der „MRL-News“ erfolgen besten Wissens und Gewissens. Sie entbinden jedoch nicht von einer eigenverantwortlichen Prüfung und Abwägung der verschiedenen Gesichtspunkte. Wir übernehmen – ausgenommen gegen-teiliger und zwingender gesetzlicher Vorschriften – keine Haftung für etwaige Fehler und Missverständlichkeiten in der Darstellung.

Inhalt

<u>Ergonomie im Leitfaden zur Maschinenrichtlinie</u>	<u>4</u>
<u>Zur Ausführung von Zustimmungsschaltern</u>	<u>13</u>
<u>EAC: Schon 'mal gehört?</u>	<u>18</u>
<u>Das Schmersal Expertenforum:</u>	
<u>Ein Blick in die Zukunft der Maschinensicherheit</u>	<u>20</u>
<u>Also doch!</u>	<u>26</u>
<u>Neues aus der Schmersal Gruppe</u>	<u>34</u>
<u>Special-Interest-Thema:</u>	
<u>Sicherheit an Werkzeugmaschinen: Die Bedeutung der trennenden</u>	
<u>Schutzeinrichtungen für die Risikoreduktion an Werkzeugmaschinen</u>	<u>40</u>

Herausgeber:

Elan Schaltelemente GmbH & Co. KG

Im Ostpark 2
35435 Wettenberg

Telefon +49 (0)641 9848-0
Telefax +49 (0)641 9848-420

E-Mail: info-elan@schmersal.com
Internet: www.schmersal.com

Redaktion und ViSdP:

Friedrich Adams, c/o K.A. SCHMERSAL Holding GmbH & Co. KG,
Möddinghofe 30, 42279 Wuppertal; E-Mail: fadams@schmersal.com

Gesamtherstellung: flick-werk – Werbe-Grafik Heinz Flick, 35075 Gladenbach/
Druckhaus Waitkewitsch, 36304 Alsfeld



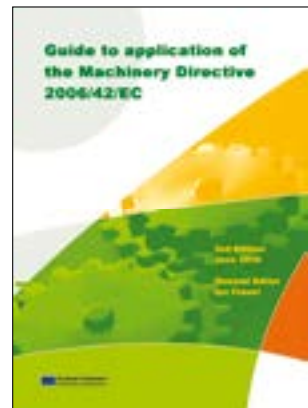
Achtung: Suggestiv-Formulierung: *Sicherlich werden Sie sich erinnern*, dass das Thema „Ergonomie“ im Rahmen der „neuen“ Maschinenrichtlinie MRL 2006/42/EG als Schutzziel für die Gestaltung sicherer Maschinen einen höheren Stellenwert erhalten hat. Bezug genommen sei insbesondere auf die eigene Ziffer 1.1.6 im MRL-Anhang I mit den rechtlich bindenden grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen für Konstruktion und Bau von Maschinen:

1.1.6. **Ergonomie**

Bei bestimmungsgemäßer Verwendung müssen Belästigung, Ermüdung sowie körperliche und psychische Fehlbeanspruchung des Bedienungspersonals auf das mögliche Mindestmaß reduziert sein unter Berücksichtigung ergonomischer Prinzipien wie:

- Möglichkeit der Anpassung an die Unterschiede in den Körpermaßen, der Körperkraft und der Ausdauer des Bedienungspersonals;
- ausreichender Bewegungsfreiraum für die Körperteile des Bedienungspersonals;
- Vermeidung eines von der Maschine vorgegebenen Arbeitsrhythmus;
- Vermeidung von Überwachungsstätigkeiten, die dauernde Aufmerksamkeit erfordern;
- Anpassung der Schnittstelle Mensch-Maschine an die voraussehbaren Eigenschaften des Bedienungspersonals.

Auch der sogenannte Guide (der Leitfaden) zur Anwendung der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (siehe Abbildung) widmet sich nun konkretisierend und interpretierend diesem Aspekt. Einen sehr guten Überblick, um was es im Einzelnen geht, gibt dazu ein Artikel im KAN-Brief 2/12 [1], den wir nachfolgend zum Besten geben (siehe Seite 5).



Darüber hinaus sei auf das Seminar K11/12 des Schmersal tec.nicum's unter der Überschrift „Ergonomie-gerechte(re) Gestaltung von Maschinen und Maschinensteuerungen am 15.11.2012 in Wuppertal verwiesen, in dem unser Gastreferent Dr. Alfred Neudörfer (Akademischer Direktor a.D. der TU Darmstadt) dieses Thema informativ und praxisnah behandeln wird. Weitere Informationen erhalten Sie unter www.schmersal.com → tec.nicum → K11/12.

Hier nun aber erst einmal der Artikel aus dem KAN-Brief:

[1] Ein KAN-Brief ist eine Publikation der Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN), die – bestehend aus 17 Mitgliedern – alle in Deutschland für den Arbeitsschutz relevanten Institutionen vereint (mehr → www.kan.de). Finanziert wird KAN hälftig vom VFA und BMAS (VFA: Verein zur Förderung der Arbeitssicherheit in Europa e.V., dessen Mitglieder die gewerblichen Berufsgenossenschaften und Unfallkassen der öffentlichen Hand sind; BMAS: Bundesministerium für Arbeit und Soziales).

Corrado Mattiuzzo (mattiuzzo@kan.de):

Ergonomie im Leitfaden zur Maschinenrichtlinie

Die ergonomische Gestaltung von Maschinen darf von Ingenieuren nicht als Extra empfunden werden, sondern muss ein selbstverständlicher Bestandteil der Konstruktion sein. Der Leitfaden [2] der Europäischen Kommission zur Maschinenrichtlinie 2006/42/EG wurde unlängst um einen Sonderteil ergänzt, der die ergonomischen Anforderungen ausführlicher erläutert.

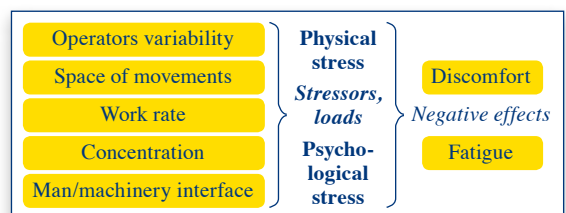
Ziel des Leitfadens ist es, die Anforderungen der Maschinenrichtlinie so allgemeinverständlich zu erläutern, dass für deren Umsetzung keine weiteren Quellen benötigt werden. Er richtet sich in erster Linie an Konstrukteure, Präventionsfachleute und Marktüberwacher. Da die neu gefasste Maschinenrichtlinie die Bedeutung der Ergonomie stärker hervorhebt, finden sich nun auch im Leitfaden ausführlichere Erläuterungen zur Umsetzung der Anforderungen aus Abschnitt 1.1.6 „Ergonomie“ der Richtlinie.

Im Rahmen eines 2008 von der KAN organisierten Workshops [3] haben Repräsentanten der Europäischen Kommission, des CEN, der Sozialpartner sowie Wissenschaftler und Normungsexperten die Thematik erörtert und eine Arbeitsgruppe gebildet. Aus dieser hat sich später die Initiative ErgoMach [4] entwickelt, die die Kommission bei der Formulierung des ergonomischen Teils des Leitfadens unterstützte.

Ergonomische Zusammenhänge verdeutlicht

Der neue Leitfaden untergliedert die in Abschnitt 1.1.6 der Richtlinie angesprochenen Aspekte der Ergonomie in zwei Gruppen: Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sind **fünf Faktoren** aufgezählt, die bei der Konstruktion von Maschinen berücksichtigt werden müssen. Die Auflistung soll die Aufmerksamkeit der Hersteller auf wichtige ergonomische Grundsätze lenken:

- Unterschiede der Bediener
- Bewegungsfreiraum
- Arbeitsrhythmus
- Aufmerksamkeit
- Schnittstelle Mensch/Maschine



[2] http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/documents/guidance/machinery/index_en.htm, in fast allen Amtsprachen der EU verfügbar

[3] siehe auch KAN-Brief 3/2008

[4] www.ergomach.eu, siehe auch KAN-Brief 1/2011

Aus diesen Faktoren können beim Bediener körperliche und psychische **Belastungen** und in der Folge Unbehagen und Ermüdung entstehen. Diese können wiederum beispielsweise Muskel-Skelett-Erkrankungen verursachen oder die Unfallwahrscheinlichkeit erhöhen. Maschinenhersteller müssen diese **negativen Auswirkungen** so weit wie möglich verringern, indem sie ergonomische Faktoren angemessen berücksichtigen.

Der Leitfaden weist darüber hinaus darauf hin, dass auch 30 weitere grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen der Richtlinie wichtige Grundsätze der Ergonomie berühren. In Hauptabschnitt 1 für alle Maschinentypen betrifft dies vor allem Aspekte wie Beleuchtung (1.1.4), Bedienungsplätze (1.1.7, 1.1.8), Stellteile (1.2.2), Ausrutsch-, Stolper- und Sturzrisiko (1.5.15) oder den Zugang zu Bedienungsplätzen (1.6.2). Aber auch die zusätzlichen Anforderungen im Hinblick auf die Beweglichkeit von Maschinen, wie etwa an Fahrerplätze (3.2.1) oder Sitze (3.2.2), sowie für Hebearbeiten (Hauptabschnitt 4) und für das Heben von Personen (Hauptabschnitt 6) sind aus ergonomischer Sicht relevant.

Link auf weitergehende Erläuterungen

Die Kommission hat die Empfehlung von ErgoMach aufgegriffen, die unmittelbar im Leitfaden integrierten Hinweise zu den neun oben erwähnten zentralen Faktoren und Auswirkungen noch näher zu erläutern. Ein von der Internetseite der Kommission herunterladbares Dokument [5], das in der künftigen 3. Ausgabe des Leitfadens direkt verlinkt sein wird, stellt den Zusammenhang zwischen den ergonomischen Kernanforderungen mit den einschlägigen Normen her. Zudem werden die Anforderungen in jeweils 2- bis 3-seitigen Informationsblättern gezielt für Nichtergonomen erläutert und durch bebilderte Beispiele ergänzt.

Die europäischen Präventions- und Arbeitsschutzexperten von ErgoMach hoffen, mit der eingängigen Darstellung mithelfen zu können, ein breites Bewusstsein für ergonomische Zusammenhänge bei Maschinen zu schaffen und nicht zuletzt auch dafür, dass eine ergonomisch gute Gestaltung von Arbeitsmitteln für alle Beteiligten einen Gewinn bringt. (Zitatende)

Bevor Sie bei der Eingabe von [5] nun aber verzweifeln, googlen Sie „Guidance on the application of the essential health and ...“ (das genügt!) und Sie kommen stressfreier (und – wie Sie oben „gelernt“ haben – ein wichtiger Ergonomiefaktor) ebenfalls zu diesem Dokument (Titel: siehe Abbildung Seite 7).

[5] http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/files/machinery/guidanceergonomics_en.pdf, nur auf Englisch

Guidance on the application of the essential health and safety requirements on ergonomics set out in section 1.1.6 of Annex I to the Machinery Directive 2006/42/EC

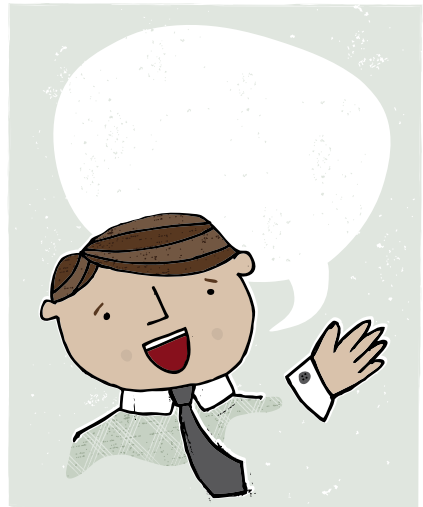
The guidance provided in the following documents is complementary to the Guide to application of the Machinery Directive 2006/42/EC, in particular, to §181 of the Guide

Contents

- The family of harmonised standards developed by CEN TC 122 – *Ergonomics* to support the Machinery Directive’s application.
- Relationship between the ergonomic factors mentioned in section 1.16 of Annex I and the family of standards developed by CEN TC 122 – *Ergonomics*.
- Guidance sheets on each of the ergonomic factors mentioned in section 1.1.6 of Annex I and their possible negative consequences:
 - Operators variability
 - Space of movements
 - Work rate
 - Concentration
 - Human/Machine interface
 - Physical stress
 - Psychological stress
 - Discomfort
 - Fatigue

Was es noch zu sagen gäbe, ...

..., gerade aus der Sicht eines Herstellers von Sicherheitsbauteilen, wie der Schmersal-Gruppe, ist, dass die nun verstärkt beginnende Ergonomie-Diskussion auch das Problem der Manipulation von Schutzeinrichtungen tangiert. D.h., dass es für alle Beteiligten gilt, dazu beizutragen, auch Manipulationsanreize zu minimieren, die durch eine „sub-optimale“ ergonomische Maschinengestaltung herbeigeführt werden können.



„Richtige“ Geräteauswahl und Geräteanbringung im Hinblick auf die Applikationsbedingungen spielen hier eine wesentliche Rolle oder – um es wieder einmal mit den Worten unseres Kollegen Frank Schmidt zu sagen: **Die beste Schutzeinrichtung ist die, die der Bediener nicht merkt** (als nicht störend wahrnimmt!). Speziell unter diesem Gesichtspunkt finden Sie im Lieferprogramm der Schmersal-Gruppe eine Vielzahl ergonomie-freundlicher Geräteausführungen. Sprechen Sie uns an! Wir beraten Sie gern.

Ein paar Anmerkungen dazu noch vorab, die dem Schmersal-Buch „BEST OF MRL-NEWS ...“ (und dort wiederum dem Beitrag „Risikobeurteilung und sicherheitsgerichtete Gestaltung von Maschinen“ von Herrn Dr. Alfred Neudörfer, siehe vor) entnommen sind [6]:

Gefahr des Umgehens

Schutzeinrichtungen sind funktionelle Bauteile von Maschinen. Erst mit ihnen sind die Maschinen im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie verwendungsfähig, sofern nicht alle Gefahren konstruktiv vermieden sind. Bei der Gestaltung und der funktionellen Integration von Schutzeinrichtungen und anderer Schutzmaßnahmen in das Konzept der Maschine sollte man sich zwar an gesetzlichen Vorgaben orientieren. Viel wichtiger ist es aber in diesem Rahmen, von einer genauen und ausführlichen Analyse betrieblicher Anforderungen auszugehen. Aus ihnen sind Anforderungen an Schutzeinrichtungen herzuleiten und im Pflichtenheft als feste Forderungen zu dokumentieren. Es dient der Arbeitssicherheit wenig, wenn eine Maschine zwar formal allen gesetzlichen Vorgaben

[6] Sollten Sie unser Buch noch nicht kennen, können Sie ein Exemplar kostenlos anfordern, wenn Sie sich der Rückantwort auf [Seite 38](#) bedienen.

entspricht, die Schutzmaßnahmen aber die Leistungsfähigkeit der Maschine oder der Bediener einschränken. Solche Sicherheitsmaßnahmen werden nicht akzeptiert, sondern zwingen die Maschinenbenutzer geradezu zu sicherheitswidrigen Verhaltensweisen.

Bei einer redlich durchgeführten Gefährdungsanalyse muss nach jeder getroffenen Sicherheitsmaßnahme auch die Möglichkeit von deren Manipulation (nach ProdSG: Vorhersehbare Anwendung) abgewogen werden. Dabei darf man die technische Intelligenz und Kreativität der Bediener nicht unterschätzen. Man muss sich aber vom Gedanken leiten lassen, dass Manipulationen nicht aus freien Stücken geschehen, sondern eher ein Indiz dafür sind, dass die Schutzmaßnahme nicht optimal in das Handhabungskonzept der Maschine einbezogen war.

Eine Verschärfung der Schutzmaßnahme verbessert selten die Situation. Wenn z.B. die Verriegelung einer Schutteinrichtung durch eine Zuhaltung ersetzt wird, aber die Konzeption beibehalten bleibt, dass sich die Maschine nach dem Öffnen überhaupt nicht mehr weiterrücken lässt, so verschärft man nur den Konflikt. Besser ist es, mit abgestuften Maßnahmen vorab dafür zu sorgen, dass die notwendigen Tätigkeiten bei geöffneter Schutteinrichtung mit einem vertretbaren Restrisiko durchgeführt werden können.

Praktische Erfahrungen zeigen, dass sich die Missbrauchsgefahr bei trennenden Schutteinrichtungen immer dann erhöht, wenn

- Schutteinrichtungen zu häufig und zu umständlich entfernt oder geöffnet werden müssen, weil die Maschine oder der Prozess störungsanfällig ist;
- die Schutteinrichtung vibriert und klappert;
- die Schutteinrichtung schlecht handhabbar ist;
- die Schutteinrichtungen sich mit geringem handwerklichem und intellektuellem Aufwand umgehen lassen;



Abb. 1 Beispiele für Manipulationen

- die erforderliche Sicht auf die Arbeitsabläufe nicht möglich ist;
- das Ansprechen der Verriegelung Folgestörungen verursacht oder
- die notwendigen Arbeiten im Sonderbetrieb bei geöffneten Schutzeinrichtungen nicht durchführbar sind;
- sich die Schutzeinrichtungen bei Zuhaltungen erst nach längerer Wartezeit öffnen lassen.

Nichttrennende Schutzeinrichtungen sind darüber hinaus besonders dann gefährdet, wenn sie

- für den Benutzer hinderlich sind;
- im Arbeits- und Verkehrsbereich so angeordnet sind, dass sie zu häufig unbeabsichtigt ausgelöst werden und es dadurch zu Prozessstörungen kommt.

Die an die Konstrukteure herangetragenen Wünsche der Praxis dürfen nicht als Erschwernis der Konstruktionstätigkeit aufgefasst werden. Vielmehr sind sie wichtige Informationsquellen für praxisgerechte und sicherheitsgerechte Maschinen. Die Marktbeobachtung der Produkte muss das systematische Sammeln und Auswerten von Informationen (Kunden- und Reparaturdienst, Ersatzteilverbrauch, Beanstandungen, Schäden und Unfälle) nach sich ziehen und zur Rückkopplung mit den Entwicklungs- und Konstruktionsabteilungen führen.

Übersicht über Schutzeinrichtungen im Schmersal-Programm (1)

Verriegelungseinrichtungen mit und ohne Zuhaltung							
							
Sicherheitsschalter mit getrenntem Betätiger	Sicherheits-Sensoren mit magnetischem Wirkprinzip	Sicherheits-zuhaltungen in Kunststoff- und Metallausführungen	Verdrahtungslose Systeme/ Schlüsseltransfersysteme	Positionsschalter mit Sicherheitsfunktion	Sicherheits-Sensoren und -zuhaltungen mit induktivem Wirkprinzip	Sicherheitsschalter für drehbare Schutzeinrichtungen	Sicherheitsschalter für drehbare Schutzeinrichtungen

Fortsetzung siehe nächste Seite

Übersicht über Schutzeinrichtungen im Schmersal-Programm (2)

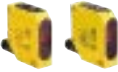
Befehlsgeräte mit Personenschutzfunktion

				
Not-Halt-Befehlsgeräte	Zustimmungsschalter	Seilzug-Notschalter	Sicherheits-Fußschalter	Kabellose Befehlsgeräte mit Personenschutzfunktion

Taktile Schutzeinrichtungen/Zweihandbedienungen (Schutzeinrichtungen mit Ortsbindung)

				
Sicherheits-Schaltleisten	Sicherheits-Schaltleisten für Eckbereiche	Sicherheits-Bumper	Sicherheits-Schaltmatten	Zweihand-Bedienungen

Optoelektronische Schutzeinrichtungen

			
Sicherheits-Lichtgitter/-vorhänge AOPD Typen 2 und 4	..., wahlweise mit Muting-, Blanking- und Kombi-Funktionen, mit Taktbetrieb	..., wahlweise mit Schutzart IP 69K, auch in hygienegerechter Ausführung	Einweg-Sicherheitslichtschranken AOPD-Typen 2 und 4

Fortsetzung siehe nächste Seite

Übersicht über Schutzeinrichtungen im Schmersal-Programm (3)

Sicherheitsgerichtete Steuergeräte, Sicherheits-Steuerungen und -Bussysteme

					
Sicherheitsbausteine	AS-Interface Safety at Work-Monitor und -Sensorik	Stillstands- und Bewegungswächter	ESALAN-Compact-Sicherheitssteuerungen, Sicherheits-SPSen der Baureihen PROTECT PSC und PROTECT-SELECT (Abbildung PROTECT-SELECT mit optionaler sicherheitsgerichteter Wireless-Erweiterung)		

Bitte bedienen Sie sich der Rückantwort auf [Seite 38](#), wenn Sie an Informationen über das Lieferprogramm der Schmersal-Gruppe im Einzelnen interessiert sind.



Zur Ausführung von Zustimmungsschaltern



Zustimmungsschalter im Einsatz an einem Bearbeitungszentrum

Mehr und mehr ist in der Normung zur Sicherheit von Maschinen (insbesondere in C-Normen) zu beobachten, dass für Sonderbetriebsarten nur noch 3-stufige Zustimmungsschalter „erlaubt“ werden. Beispiele finden sich in den neueren Normen für Werkzeugmaschinen oder für integrierte Fertigungssysteme (IMS). Für Industrieroboter findet sich diese Anforderung schon seit geraumer Zeit in deren Normung.

Anwendung

Mit Sonderbetriebsarten, die Zustimmungsschalter benötigen, sind Betriebsarten gemeint, die im Automatikbetrieb wirksame Schutzeinrichtungen überbrücken, weil bestimmte Arbeiten nicht bei stillstehender Maschine (STOPP 0, STOPP 1 oder STOPP 2) durchgeführt werden können, vielmehr dafür aus technischen Gründen „Bewegung“ notwendig ist. Typische Beispiele hierfür sind Einrichtbetrieb, Trouble-Shooting oder Prozessbeobachtung.

Zustimmungsschalter dienen in diesen Fällen dazu, Befehle, beispielsweise für Gefahr bringende Bewegungen, wirksam werden zu lassen. Die etwas nebulöse Formulierung

„wirksam werden zu lassen“ soll bedeuten, dass der Zustimmungsbetrieb zuvor eine bewusst ausgelöste Handlung erfordert, am besten von einem anderen Befehlsgeber. Umgekehrt: Mit einem Zustimmungsschalter allein sollen keine Gefahr bringenden Bewegungen aus Zufall, Versehen oder Fahrlässigkeit möglich sein. Sinngemäß gilt dies auch, wenn Zustimmungsschalter für den Tippbetrieb eingesetzt werden. Dabei kann man sich in Bezug auf die Ausgestaltung dieser Anforderung durchaus verschiedene Möglichkeiten vorstellen.

Mit dem Einsatz der Geräte kann dann eine der vier Mindest-Bedingungen für solche Sonderbetriebsarten, die die Maschinenrichtlinie kennt, erfüllt werden, nämlich (siehe MRL 2006/42/EG, Anhang I, Ziffer 1.2.5):

Ist für bestimmte Arbeiten ein Betrieb der Maschine bei geöffneter oder abgenommener trennender Schutzeinrichtung und/oder ausgeschalteter nichttrennender Schutzeinrichtung erforderlich, so sind der entsprechenden Stellung des Steuerungs- und Betriebsartenwahlschalters gleichzeitig folgende Steuerungsvorgaben zuzuordnen:

- (1) ...
- (2) der Betrieb gefährlicher Funktionen ist nur möglich, so lange die entsprechenden Befehls-einrichtungen betätigt werden [1],
- (3) ...
- (4) ...

Arten von Zustimmungsschaltern

Traditionell kennt man (siehe EN ISO 12 100 und EN 60 204-1) 2- und 3-stufige Ausführungen von Zustimmungsschaltern wie folgt:

	2-stufige Zustimmungsschalter	3-stufige Zustimmungsschalter
Stufe 1	AUS-Funktion (Stellteil nicht gedrückt) [a]	AUS-Funktion (Stellteil nicht gedrückt) [a]
Stufe 2	Zustimmungsfunktion (Stellteil gedrückt)	Zustimmungsfunktion (Stellteil gedrückt)
Stufe 3	– nicht vorhanden –	AUS-Funktion (Stellteil über die Mittelstellung hinaus gedrückt) [b/c]
Zusätzlich:	NOT-HALT-Befehlsgerät in unmittelbarer Nähe	– entfällt –

[a] Die Rückstellung des Stellteils kann dabei federkraftbetätigt sein (vergl. EN ISO 12 100).

[b] Bei Rückführung des Stellteils von Stufe 3 über die Stufe 2 in Stufe 1 darf kein Wiedereinschaltimpuls erfolgen.

[c] Die AUS-Funktion ist dabei NOT-HALT-vergleichbar!

[1] Im Gegensatz zur alten MRL verwendet die neue Ausgabe 2006/42/EG nicht mehr den Begriff „Befehls-einrichtung mit selbständiger Rückstellung“, ohne dass dies aber eine substanzielle Änderung bedeutet.

2-stufige vs. 3-stufige Ausführungen

Verallgemeinernd kann man sagen, dass die Anwendung sehr entscheidend ist, welche Lösung von beiden Möglichkeiten die bessere ist.

Sicherheitstechnisch ist ein 3-stufiger Zustimmungsschalter auf jeden Fall die bevorzugte Lösung, verkürzt sie doch im sicherheitsgerichteten Anforderungsfall die Reaktionszeit, weil es allemal schneller geht, das Gerät einfach von Stufe 2 in Stufe 3 durchzudrücken als ein separates Not-Halt-Befehlsgerät zu betätigen. Zu bedenken ist in diesem Zusammenhang auch, dass sich im Zuge empirischer Untersuchungen herausgestellt hat, dass der Mensch in einer Schrecksituation eher dazu neigt zu verkrampfen, d.h. das Gerät durchzudrücken anstatt loszulassen.

Früher wurde zudem – auch von uns – die These vertreten, dass es ein weiterer Vorteil 3-stufiger Zustimmungsschalter sei, dass der Bediener im Falle einer Not-Situation die Option hätte, loszulassen (Stufe 2 → Stufe 1) oder durchzudrücken (Stufe 2 → Stufe 3), um einen Stillstand zu initiieren. Dies ist zwar so, jedoch werden in der Praxis die Signale häufig steuerungstechnisch unterschiedlich behandelt (Stufe 2 → Stufe 1 = betriebsmäßiger Halt vs. Stufe 2 → Stufe 3 = Sicherer Halt/Not-Halt-vergleichbar).

Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang auch, dass die beiden Optionen bezüglich ihrer sicherheitstechnischen Qualität unterschiedlich beurteilt werden können: Handelsüblicherweise ist nämlich die eine Betätigungsrichtung (selbsttätige Rückstellung von Stufe 2 → Stufe 1) kraftschlüssig ausgeführt, dabei mit dem Risiko eines mechanischen Verklemmens, ggf. auch eines Federbruchs, behaftet, während die andere Betätigungsrichtung (Stufe 2 → Stufe 3) formschlüssig mit zwangsöffnenden Kontakten (Not-Halt-vergleichbar) ausgeführt ist.

Der Nachteil einer 3-stufigen Ausführung ist dann auch eher in der Ergonomie zu finden, weil es für den Bediener doch sehr „stressig“ wird, wenn er das Gerät über längere Zeit in einer mehr oder minder stabilen Mittelstellung (Stufe 2) gedrückt halten muss.

Zulässige Geschwindigkeiten etc.

Umstritten und auch in Normen unterschiedlich abgehandelt ist die Frage, welche „reduzierten“ Geschwindigkeiten etc. im Zustimmungsbetrieb vertretbar sind, um die weitere Bedingung der Maschinenrichtlinie (siehe MRL-Anhang I, Ziffer 1.2.5) zu erfüllen, *dass der Betrieb gefährlicher Funktionen nur unter geringeren Risikobedingungen möglich ist* (= reduzierte Geschwindigkeit, reduzierte Leistung, Schrittbetrieb etc.).

Wohl dem, der eine C-Norm hat, die hierzu Konkretes anbietet, das dann auch für die individuelle Anwendung herangezogen werden kann.

Ansonsten anempfiehlt es sich, auf jeden Fall zwischen Quetsch- und Schergefahren auf der einen Seite und „nur“ Stoßgefahren auf der anderen Seite zu unterscheiden. Häufig genannt werden hier die Werte von max. 33 mm/sec (2 m/min) im Falle von Quetsch- und Schergefahren und max. 250 mm/sec. (15 m/min) bei Stoßgefahren [a]. MRL 2006/42/EG „erlaubt“ aber auch höhere Werte, wenn es technisch zwingend notwendig ist und die Ausführung in ein überlegtes und in sich schlüssiges Sicherheitskonzept eingebunden ist [b/c].

- [a] Einen Überblick, welche Maximalgeschwindigkeiten es für manuelle Eingriffe an laufenden Maschinen gibt, finden Sie im IFA-Handbuch (Loseblattsammlung - Lfg. 2/11 - XII/2011 – Ziffer 330 216).
- [b] Siehe MRL-Anhang I, Ziffer 1.2.5: *Können diese vier Voraussetzungen nicht gleichzeitig erfüllt werden, so muss (der Betriebsartenwahlschalter) andere Schutzmaßnahmen auslösen, ..., dass ein sicherer Arbeitsbereich gewährleistet ist.*
- [c] Siehe auch Fachausschuss-Info-Blatt 002 des Fachausschusses MFS der DGUV i. Hs. BG Holz und Metall, Mainz, Prozessbeobachtung in der Fertigung.

Verbleibt noch die Frage, ob die reduzierte Geschwindigkeit (Leistung, Bewegung etc.) über die betriebsmäßige Steuerung gesteuert werden kann oder ob es einer sicherheitsgerichteten Steuerung bzw. Überwachung bedarf, z.B. S(afety)L(imited)S(peed) u.Ä. gemäß EN IEC 61 800-5-2.

Auch hier sei zunächst wieder der Verweis auf die „zuständigen“ Normen gegeben (teils genügen für niedrige Risiken Zustimmungsschalter allein und erst darüber hinaus wird zusätzlich die sichere Steuerung bzw. Überwachung gefordert, teils gibt es aber auch die generelle Anforderung „Zustimmungsschalter + z.B. SLS“).

Man muss aber ebenso sehen, dass sich der Stand der Technik mehr und mehr in Richtung „+ z.B. SLS“ (sprich „sichere Steuerung bzw. Überwachung“) entwickelt, werden doch Antriebe und Antriebssteuerungen mit integrierten Sicherheitsfunktionen dieser Art immer häufiger angeboten. Aber nicht überall sind diese neuen Möglichkeiten einsetzbar, entweder aus zwingenden technischen und/oder auch aus kostenmäßigen Gründen.

Helfen kann man sich ggf. mit der Überlegung, ob ein Durchdrücken des Zustimmungsschalters von Stufe 2 in Stufe 3 unter Berücksichtigung der Reaktionszeit der Maschine (Verzögerungszeit nach der Signalgabe bis Stillstand bzw. unkritischer Geschwindigkeit) PLUS einer zusätzlichen menschlichen Reaktionszeit, beispielsweise von 1 Sekunde, zu einem sicherheitstechnisch akzeptablen Betriebszustand für den Bediener führt oder nicht.

Zustimmungsschalter im Schmersal-/Elan-Programm



Als Paketanbieter von Geräten und Systemen, die Menschen vor Gefahr bringenden Maschinenbewegungen schützen sollen, sind Zustimmungsschalter in vielfältiger Ausführung selbstverständlicher Bestandteil des Schmersal-/Elan-Lieferprogramms. Angeboten werden Ausführungsformen

- als Griffschalter,
- eingebaut in mobile Steuergehäuse,
- als „Stand-alone“-Geräte,
- wahlweise
 - mit Zusatzfunktionalitäten,
 - als 2- oder 3-stufige Geräteausführungen.

Wenn Sie an weiteren Informationen über unser Zustimmungsschalter-Programm interessiert sind, bitten wir Sie, sich der Rückantwort auf [Seite 38](#) zu bedienen.



EAC: Schon 'mal gehört?

EAC steht für **EurAsienConformity** und ist das neue Konformitätszeichen einer Zollunion von Russland, Belarus (Weißrussland) und Kasachstan. Es ist ähnlich der CE-Kennzeichnung zu verstehen, d.h. es zeigt, dass beim Inverkehrbringen von Produkten die vorgeschriebenen Konformitätsverfahren durchgeführt wurden und die Produkte, wozu auch Maschinen gehören, den gegebenen technischen Anforderungen entsprechen. Bei der EAC-Kennzeichnung handelt sich aber nicht um eine Eigenzertifizierung bzw. Selbsterklärung, wie wir sie im Regelfall im EU-Europa kennen; vielmehr bedarf es der Einschaltung einer autorisierten Zertifizierungsstelle.



Für die Anwendung des EAC-Zeichens sind folgende Regelungen zu beachten:

- Das Logo muss auf jede Produkteinheit, Verpackung oder Begleitunterlage angebracht werden.
- Die Darstellung des Zeichens muss einfarbig sein und zu der Farbe des Hintergrunds in Kontrast stehen.
- Die Stelle des Anbringens auf dem Produkt, der Verpackung und/oder der Begleitunterlage ist der entsprechenden technischen Vorschrift (TR) zu entnehmen.

Das Produkt darf vom Hersteller (Lieferanten) nur dann markiert werden, wenn es sämtliche, in den technischen Richtlinien der Zollunion vorgeschriebenen Konformitätsverfahren in einem der Mitgliedsländer durchlaufen hat.

Demzufolge würde zum Beispiel der Konformitätsnachweis mit der sogenannten Russischen Maschinenrichtlinie für die EAC-Kennzeichnung genügen, ein Produkt (eine Maschine) im obigen Wirtschaftsraum in Verkehr zu bringen. Mehr Details wissen wir nicht.

Weitere Informationen

Wenn Sie einmal im Internet recherchieren, zum Beispiel unter den Stichwörtern „Russische Maschinenrichtlinie + Zertifizierungsstellen“ googeln, werden Sie auf ein umfangreiches Dienstleistungsangebot stoßen, über das man sicherlich weiterkommt, wenn die obigen Märkte von Interesse sind. Darüber hinaus gibt es anscheinend auch eine Kooperation zwischen dem BG-PRÜFZERT (dem Prüf- und Zertifizierungssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung DGUV Test) und der russischen SOEX.

Eine autorisierte deutsche (und auch englische) Übersetzung des Technischen Reglements „Über die Sicherheit von Maschinen und Anlagen“ vom 15. September 2009 – umgangssprachlich eben auch „Russische Maschinenrichtlinie“ genannt – ist beim Beuth-Verlag (www.beuth.de) erhältlich.

Maschinenrichtlinie Russland

Technisches Reglement

„Über die Sicherheit von Maschinen und Anlagen“



Auch im Download unter
www.beuth.de/sc/mrl-russland

Bedingungen für den Export von
Maschinen/Anlagen nach Russland

Per Verordnung vom 15. September 2009 hat die russische Regierung ein neues Technisches Reglement „Über die Sicherheit von Maschinen und Anlagen“ verabschiedet: Die sog. Russische Maschinenrichtlinie liegt hier als autorisierte deutsche Übersetzung mit samt russischem Originaltext vor.

Das Technische Reglement bestimmt die notwendigen Mindestanforderungen zur Gewährleistung der Sicherheit von Maschinen und/oder Anlagen bei

// Planung,
// Fertigung,
// Transport,
// Lagerung,
// Montage und
// Außerbetriebsetzung.

Ziel ist der Schutz des Lebens und der Gesundheit von Mensch und Tier, der Schutz des Eigentums natürlicher und juristischer Personen sowie der Schutz staatlichen und kommunalen Eigentums, der Umweltschutz sowie der Schutz vor Betrug des Endkunden.

Maschinenrichtlinie Russland
Technisches Reglement „Über die Sicherheit von Maschinen und Anlagen“
Deutsche Übersetzung und russischer Originaltext
Ausgabe 2009. 111 S. A4. Broschiert.

214,00 EUR (unverb. Preisempfehlung)
Bestell-Nr. 18198

Aus dem Inhalt

Mehr unter www.beuth.de/sc/mrl-russland

I. Allgemeine Bestimmungen

II. Anforderungen an die Sicherheit von Maschinen und (oder) Anlagen bei Planung, Herstellung, Montage, Inbetriebnahme, Betrieb, Lagerung, Transport, Verkauf und Außerbetriebsetzung

III. Konformitätsbewertung

IV. Staatliche Aufsicht

V. Abschließende Bestimmungen und Übergangsbestimmungen

Anlage 1 Allgemeine Anforderungen an die Sicherheit von Maschinen und (oder) Anlagen

Anlage 2 Auflistung der Zertifizierungsschemata, die bei der Pflichtzertifizierung von Maschinen und Anlagen angewandt werden können

Auflistung der Maschinen und Anlagen, die der Pflichtzertifizierung zur Konformitätsbewertung mit den Anforderungen des technischen Reglements über die Sicherheit von Maschinen und Anlagen unterliegen

Auflistung der Maschinen und Anlagen, die der Deklaration der Konformität mit den Anforderungen des technischen Reglements über die Sicherheit von Maschinen und Anlagen unterliegen



Funktionale Maschinensicherheit heute und im Jahr 2030

Veränderungen der sicherheitsgerichteten
Mensch-Maschine-Schnittstelle

Gerald Scheffels (freier Fachjournalist, Wuppertal)

Das Schmersal Expertenforum

Ein Blick in die Zukunft der Maschinensicherheit

Einen Blick in die Zukunft bot die Schmersal Gruppe mit dem Expertenforum „Funktionale Maschinensicherheit heute im Jahr 2030“, eine Veranstaltungsreihe, die an vier Orten stattfand und an der mehr als 200 Sicherheitsspezialisten aus Unternehmen und Instituten teilnahmen. Sieben Experten wagten einen Ausblick, wie sich die Maschinensicherheit bis zum Jahr 2030 entwickeln wird.

Wenn man fünfzehn oder zwanzig Jahre zurückschaut, sah die Maschinensicherheit wesentlich anders aus als heute. Das gilt nicht nur für die Normen und Richtlinien, sondern auch für die „Hardware“ der Sicherheitstechnik. Kann man diese Entwicklung in die Zukunft fortschreiben – und zu welchen Ergebnissen kommt man dann? Dieser Frage gingen – auf Einladung der Schmersal Gruppe – sieben Experten nach (Abbildung 1).



Abb. 1: Das Schmersal Expertenforum fand an vier Veranstaltungsorten statt. Im Bild: Das „Heimspiel“ im Wuppertaler tec.nicum der Schmersal Gruppe

Anregungen über den Tag hinaus

Warum sollte ein Sicherheitsexperte heute über diese Fragen und ihre Antworten nachdenken? Friedrich Adams, der für die Schmersal Gruppe diese Veranstaltungsreihe geplant und organisiert hat: „Ziel der Expertentage war, über den Tellerrand hinaus zu schauen.“ Das ist gelungen – und die über 200 Teilnehmer an den Veranstaltungen in Wuppertal, Ulm, Hamburg und Erfurt bekamen Anregungen, die über den Tag hinaus reichten.

Durch die Veranstaltung führte Dr. Alfred Neudörfer, Akademischer Direktor a.D. der TU Darmstadt (Abbildung 2). In seinem Eingangsvortrag erwähnte er zuerst eine ausgesprochen erfreuliche Entwicklung: Die Anzahl der Arbeitsunfälle hat sich in den vergangenen zwanzig Jahren exakt halbiert – von 51,7 Unfällen je 1.000 Vollarbeiter auf nur noch 25,84. Die Anzahl der tödlichen Arbeitsunfälle ist sogar noch stärker gesunken – von 1.208 (1990) auf 519 (2010). Davon sind 41 als Maschinenunfälle klassifiziert.



Abb. 2: Dr. Alfred Neudörfer, Normungs-Experte und Akademischer Direktor a.D. der TU Darmstadt, führte durch die Veranstaltungen.

Neue Wirkprinzipien in Sicht

Zu dieser Entwicklung haben sicherlich die Richtlinien und Normen beigetragen, aber auch neue Generationen von Sicherheits-Schaltgeräten. Dipl.-Ing. Thomas Dahmen, Leiter Produktmanagement der Schmersal Gruppe, fasste die aktuellen Trends zusammen, die sich aus seiner Sicht in der Zukunft fortsetzen werden: „Die Sicherheitstechnik wird zunehmend im Maschinenkonzept berücksichtigt. Es wird weniger zwischen Personen- und Prozessschutz unterschieden, und neue Wirkprinzipien werden den optimierten Einsatz von Sicherheits-Schaltgeräten ermöglichen.“

„Produktnormen haben keine Zukunft“

Einen visionären Ansatz stellte Dipl.-Ing. Alois Hüning (Leiter Kompetenzzentrum Werkzeugmaschinen und Fertigungssysteme der Berufsgenossenschaft Holz und Metall/BGHM) vor. Seiner Einschätzung nach werden bis etwa 2025 die Anforderungen im Hinblick auf Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz sowie Energieeffizienz in einem übergreifenden Regelwerk zusammengefasst sein: „Rechtsvorschriften werden allgemeiner und abstrakter, C-Normen werden unwichtiger.“

Zugleich werden die Maschinen universeller – und die Sicherheitsbetrachtung einer Maschine wird automatisiert ablaufen. Das ist keine Utopie: In der Diskussion, die auf jeden Beitrag folgte, wurde auf dem Erfurter Expertenforum von einer Software berichtet, die das Fraunhofer Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF) und andere Interessierte entwickelt haben. Sie analysiert die Gefahrenbereiche einer Maschine, erkennt selbsttätig Risiken und kann normen-konforme Vorschläge zur Risikominimierung machen. Die Zukunft – so scheint es – kommt schneller als man denkt.

Unterscheidung zwischen Standard- und Sicherheitskomponente entfällt

Maschinensicherheit wird zum Software-Thema: So lautete die zentrale These des Referates von Dipl.-Ing. Berthold Heinke, Leiter Kompetenzzentrum Elektronik der BGHM. Damit setzt sich ein Trend fort, der seit Mitte der 1990er Jahre deutlich erkennbar ist. Wenn man die Entwicklung zu Ende denkt – so Heinke –, dann wird im Jahr 2030 die Unterscheidung zwischen Standard- und Sicherheitskomponente bedeutungslos sein: „Es gibt dann nur noch sichere Bauteile, weil alle Komponenten konstruktiv den Anforderungen des höchsten Sicherheitsniveaus entsprechen. Eine getrennte Bewertung für die Eignung in sicherheitsrelevanten Applikationen entfällt, und die Berechnung von Zuverlässigkeitswerten sowie Begriffe wie PL, SIL etc. werden überflüssig.“ Vorboten zu

Abb. 3: Zu den Referenten der Expertentage gehörte Dipl.-Ing. Berthold Heinke, Leiter Kompetenzzentrum Elektronik der BGHM.



diesem Trend sieht Heinke heute schon: „Fast jeder Antriebsregler enthält Sicherheitsfunktionen, und SPS-Systeme verarbeiten die Signale von Standard- und Safety-Komponenten im Mischbetrieb.“

Als weiteren zentralen Zukunftstrend nennt Berthold Heinke den Entfall der Verdrahtung von sicherheitsrelevanten Bauteilen: „Nahezu alle Komponenten können über sichere Funksysteme kommunizieren.“ Auch die Programmierung von sicherheitsgerichteten Steuerungen wird dann der Vergangenheit angehören: Die jeweils nötigen Software-Bausteine werden während der Verknüpfung erkannt und per Download automatisch übermittelt. Alle diese Entwicklungen werden zur Folge haben, dass die Security – d.h. der Schutz vor Manipulation auf der Software-Ebene – stärkere Bedeutung erlangen wird.

Neue Ansätze zur Prüfpflichtigkeit

Einen Ausblick auf die künftigen Bestimmungen zur Prüfpflichtigkeit von Arbeitsmitteln und Anlagen auf der Basis von § 3 der BetrSichV bot Prof. Dr. Ralf Pieper, Fachbereich Sicherheitstechnik der Bergischen Universität Wuppertal. Er stellte einen Vorschlag vor, der auf einem Projekt des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS) beruht und die „Ermittlung von Kriterien und Erkenntnissen zu Notwendigkeit, Art und Umfang sicherheitstechnischer Prüfungen von Arbeitsmitteln“ zum Inhalt hat. Für Krananlagen werden diese Erkenntnisse zurzeit beispielhaft simuliert. Zu den wichtigen Neuerungen gehört, dass künftig auch die erfahrungsbasierte Eintrittswahrscheinlichkeit von Schadensereignissen berücksichtigt wird. Die Probabilistik hält also auch Einzug in die BetrSichV.

Sicherer Transponder schützt Personen

Dipl.-Ing. Ulrich Hochrein, Sicherheitsingenieur Anlagentechnik bei der EDAG GmbH & Co KGaA, konzentrierte sich in seinem Vortrag auf die Frage, welche Auswirkungen die

neuen sicherheitstechnischen Möglichkeiten auf die Fertigungs- und Produktionstechniken haben werden. Möglich ist aus seiner Sicht z.B. ein Safety-Detektionssystem, bei dem jede Person einen sicheren Transponder mitführt. In einer verketteten Anlage verlangsamen sich die Gefahr bringenden Bewegungen dann nur dort, wo die Person detektiert wird. Als Detektionsprinzip kommt eine Kombination verschiedener Verfahren (d.h. Transponder plus Ultraschall, Wärmeerkennung etc.) in Frage. Auch das einfache Teach-in von Robotern durch Einlernbewegungen wird sich seiner Einschätzung nach durchsetzen.

Im nächsten Schritt könnten dann teilautonome und autonome Roboter komplexere Arbeitsvorgänge übernehmen – nicht nur in der automatisierten Produktion, sondern z.B. auch in der Altenpflege und im Haushalt. Ulrich Hochrein: „Wir stehen am Anfang einer dynamischen Entwicklung, die völlig neue Roboteranwendungen realisieren wird.“

Risikofaktor Demographie: Neue Arten der Zusammenarbeit von Mensch und Roboter

Mit einem kritischen Trend befasste sich Dipl.-Ing. Karl-Heinz Lang (Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e.V./ASER): „Im Jahr 2030 werden wir



Abb. 4: Im Anschluss an die sieben Impulsreferate gab es rege Diskussionen.

in Deutschland ein Defizit von einer bis drei Millionen Arbeitskräften haben.“ Ein aktueller OECD-Bericht sieht die demographische Entwicklung ab etwa 2019 als deutliche Wachstumsbremse für die deutsche Wirtschaft. Was also ist zu tun? Erstens müssen die einseitigen Arbeitsbelastungen für die Mitarbeiter in der Produktion gesenkt werden – das ASER hat dafür Bewertungskriterien entwickelt. Zweitens muss es – unter der Voraussetzung, dass der Fertigungsstandort Deutschland erhalten bleiben soll – neue Konzepte der Zusammenarbeit von Mensch und Maschine geben. Karl-Heinz Lang: „Mensch und Roboter werden nicht nur in der Arbeitswelt ohne Schutzzaun zusammenarbeiten, und menschenähnliche Maschinen werden mit ganz neuen Sicherheitskonzepten ausgestattet sein.“

Anregungen und Denkanstöße für die tägliche Arbeit

Das Fazit der Teilnehmer auf den vier Expertenforen fiel durchweg positiv aus. Die Besucher – vor allem Konstrukteure aus dem Maschinen- und Anlagenbau – haben viele Ideen mitnehmen können und nicht nur Anregungen für die tägliche Arbeit der Konstruktion von Schutzeinrichtungen gesammelt, sondern auch Denkanstöße für die zukünftige Ausgestaltung der Maschinensicherheit erhalten.

Also doch!*

* Persönlich hätte der Verfasser dieser Information die Überschrift „**Normung, die die Welt nicht braucht!**“ bevorzugt, aber dies verbietet der Charakter einer Hauszeitschrift, wie es die MRL-News sind.

Wenngleich man von deutscher Seite aufgrund einer Mehrheitsentscheidung dagegen gestimmt hat, sich aber europäisch und international nicht durchsetzen konnte, soll es nun doch zum sogenannten Merger – zur Zusammenführung bzw. Verschmelzung – der Normen EN ISO 13849-1 [1] und EN IEC 62061 [2] kommen (siehe MRL-News 32/06/11). Während die Zeitachse unbestimmt ist, stehen Nummer und Titel der „vereinigten“ Norm schon fest, nämlich

ISO/IEC 17305:

Safety of machinery – Safety functions of control systems

Auch Deutschland wird im neuen Normengremium unter französischer Obmannschaft mit dabei sein; vermutlich einmal die Vertreter, die am Merger besonders interessiert sind und die sich im deutschen Kreis vorher nicht durchsetzen konnten. Mit dabei sind aber auch selbstverständlich Vertreter, die aus pflichtgemäßer und konstruktiver Motivation heraus handeln, dann noch das Beste aus dem Merger zu machen (vielleicht dabei auch ein wenig nach dem Motto „If you can't beat them join them!“).

Objectives (Zielsetzung von ISO/IEC 17305)

Based on the feedback gathered from approximately five years, this proposal aims at merging ISO 13849-1 Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design and IEC 62061 Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems. It is based on the following principles:

- No alteration of the methodology or of the basic approach introduced by both standards
- Deletion of overlaps
- Simplification of the use
- Introduction of additions stemming from the feedback

[1] Sicherheitsgerichteter Teile von Steuerungen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze

[2] Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme

Hintergründe zur nebenstehenden Fußnote

Wenn Sie noch die Hintergründe zur nebenstehenden Fußnote „Normung, die die Welt nicht braucht!“ (d.h. die Hintergründe der persönlichen Meinung des Verfassers) interessieren:

Bitte überlegen Sie einmal, welchen Aufwand die europäische Industrie (Maschinenhersteller/Maschinenanwender) betrieben hat, eine der beiden existenten Normen oder auch beide zu verstehen und anzuwenden und wo der volkswirtschaftliche Nutzeffekt liegt, dies alles in ein paar Jahren wiederholen zu müssen. Mindestens ist es auch wundersam, dass die Industrieverbände hiergegen nicht Sturm laufen. Jedenfalls rechtfertigt das Unfallgeschehen im Maschinenbau einen solchen Aufwand nicht, weil die allerwenigsten Unfälle etwas mit einer mangelhaften Berücksichtigung der Gesichtspunkte zu tun haben, um die es den beiden Normen vorrangig geht und auch ihrer Vorgängernorm EN 954-1 ging (nämlich Vermeidung und Beherrschung zufälliger Ausfälle, Fehler und Störungen).

Gerade hier gibt es aber schon seit vielen Jahren ein sehr hohes Sicherheitsniveau mit einem Unfallgeschehen, das heute ziemlich gegen „0“ tendiert. Und soviel Eigenlob muss sein: Nicht zuletzt haben hierzu auch die Hersteller von Sicherheitsbauteilen ihren Beitrag geleistet.

Zur auf der Hand liegenden Anschlussfrage, die schon die alten Römer kannten, nämlich „Cui bono?“ (Wem nutzt es?), appellieren wir an das eigene Denkvermögen. Wenn es nicht die Maschinensicherheit ist, was ist es dann? Identifizieren Sie die Protagonisten des Mergers und Sie wissen mehr!



Lassen Sie sich aber nicht irritieren:

Dieses mittel-, ggf. gar langfristige Normvorhaben ändert nichts an der Tatsache, dass die beiden zur Zusammenführung anstehenden Normen als harmonisierte Normen in Kraft sind und angewendet werden müssen (sollten), will man für „seine“ Maschinen die Vermutungswirkung, die Schutzziele von MRL 2006/42/EG „richtig“ umgesetzt zu haben, in Anspruch nehmen.

Behalten Sie dabei auch den Fortschritt eines Amendments zu EN ISO 13849-1 im Auge, das in Arbeit ist und das einige Ungereimtheiten der Norm bereinigen will und eine flexiblere Handhabung ermöglichen soll.

Einen Überblick über den derzeitigen Überlegungsstand (Achtung: ENTWURF! – Bitte noch nicht für bare Münze nehmen!) zeigen die folgenden Folien, die von Herrn Dipl.-Ing. Klaus-Dieter Becker [3], BG ETEM Branchenverwaltung Druck und Papierverarbeitung, anlässlich einer Fachtagung „Steuerung von Druck- und Papierverarbeitungs-maschinen“ im Juni 2012 in Bernried gezeigt wurden:

Modifications

- Deletion of Table 1
- It is not permissible to mix requirements of the standards when designing safety-related parts of control systems (SRP/CS) (ISO 13849-1 and IEC 61508/ IEC 62061)
- The maximum MTTFd value for Category 4 is increased to 2500 years because in Category 4 the other quantifiable aspects, structure and DC, are at their maximum point. This allows to combine a greater number of subsystems with Category 4 and PL e and still stay in PL e according to Clause

Vortragsthema, Autor, Veranstaltung 01.06.2012 Seite 2

Zum besseren Verständnis:

- Hier geht es um die Tabelle „Empfohlene Anwendung von IEC 62061 und ISO 13849-1“, die eigentlich von Anfang an obsolet war.
- Bedarf keiner weiteren Erläuterung. „Rosinenpicken“ ist nicht!
- Spezialfrage. Keine weiteren Anmerkungen.



Modifications

For the designated architectures, the following typical assumptions are made:

- mission time, 20 years (see Clause 10);
- constant failure rates within the mission time;
- for category 2, demand rate $\leq 1/100$ test rate;
- or testing occurs immediately upon demand of the safety function and the fault detection and reaction time is shorter than the time to reach the hazard

(see also ISO 13855);

Vortragstitel, Autor, Veranstaltung 01.06.2012 Seite 3

Zum besseren Verständnis:

- Unseres Wissens nach eigentlich nichts Neues; es dient aber möglicherweise der Klärung von Unsicherheiten.
- Neue Möglichkeiten, Steuerungskategorie 2 zu realisieren, insbesondere mit traditionellen Technologien (Fluidik, Elektromechanik).



For standard components performing a safety related function implementing embedded software, e.g. standard PLCs, normally no information about the fulfilment of SRESW requirements is available for the integrator. If standard components for industrial use are implemented in SRP/CS the fulfilment of the above SRESW requirement is not mandatory under the following alternative conditions:

1. the SRP/CS is limited to PL a or b and uses Category B, 2 or 3;
2. the SRP/CS is limited to PL c or d and uses two components for two channels in Category 2 or 3 and the two components use diverse embedded software or diverse technologies so that failure detection concerning embedded software fulfils the required DC (e.g. cross monitoring);
3. the SRP/CS is limited to PL c or d and uses two components for two channels in Category 2 or 3 and uses two diverse application software channels so that failure detection concerning embedded software fulfils the required DC (e.g. cross monitoring).

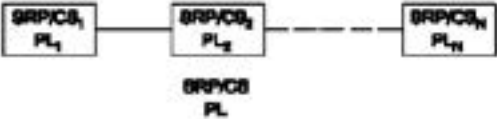
Vortragstitel, Autor, Veranstaltung 01.06.2012 Seite 4

Zum besseren Verständnis:

- Gilt notwendigen Klärungen beim Einsatz betriebsmäßiger programmierbarer Elektronik, insbesondere handelsüblichen SPSen.



If the PFHD values of all SRP/CSi are known, the PFHD of the combined SRP/CS is the sum of all N PFHD values of the SRP/CSi.



Vortragstitel, Autor, Veranstaltung 01.06.2012 Seite 5

Zum besseren Verständnis:

- Unseres Wissens nach eigentlich nichts Neues; es dient aber möglicherweise der Klärung von Unsicherheiten.

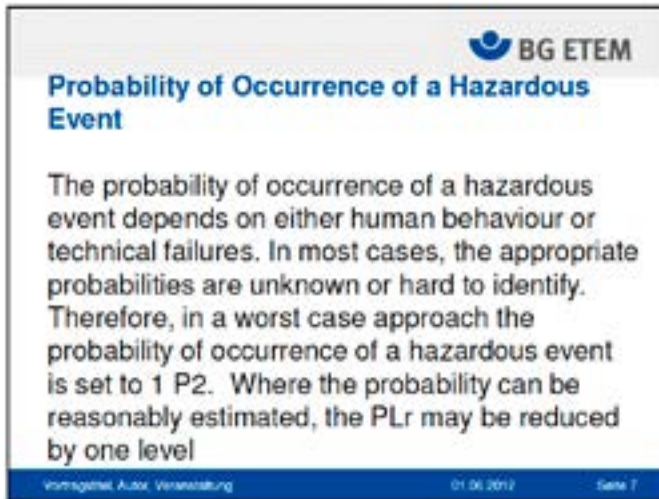


This methodology to estimate the PLr is not mandatory. It is a generic approach which considers worst case assumption for the probability of occurrence of a hazardous event. E.g. in Type C-standards the resulting PLr can deviate from the generic approach because of machine specific conditions and experiences. Other appropriate risk estimation methods leading to a PLr can also be used.

Vortragstitel, Autor, Veranstaltung 01.06.2012 Seite 6

Zum besseren Verständnis:

- Unseres Erachtens wichtige Klarstellung zum informativen Charakter des Risikografen im – eben – informativen Anhang A von EN ISO 13 849-1.



BG ETEM

Probability of Occurrence of a Hazardous Event

The probability of occurrence of a hazardous event depends on either human behaviour or technical failures. In most cases, the appropriate probabilities are unknown or hard to identify. Therefore, in a worst case approach the probability of occurrence of a hazardous event is set to 1 P2. Where the probability can be reasonably estimated, the PLr may be reduced by one level

vortragend: Autor, Veranstaltung 01.06.2012 Seite 7

Zum besseren Verständnis:

- Erklärung, warum es im Risikografen von EN ISO 13849-1 den ansonsten gebräuchlichen Parameter „Eintrittswahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ereignisses“ nicht gibt; künftig steht dieser Parameters unter bestimmten Rahmenbedingungen zur Verfügung.



BG ETEM

Overlapping hazards

When using ISO 13849-1, all hazards are being considered as specific hazard or hazardous situation. For the quantification each hazard can be evaluated separately.

EXAMPLE 1 Welding robots have different specific hazardous situations: crushing by movement and burning by the welding process. The actuators involved in the specific hazardous situation can be summarized or separated depending on their effect (e.g. kinematic chains).

EXAMPLE 2 In one robot cell with separate robots working, each robot is considered separately.

EXAMPLE 3 As a result of a risk assessment it can be sufficient to consider at round table with clamping devices each clamping device separately.

vortragend: Autor, Veranstaltung 01.06.2012 Seite 8

Zum besseren Verständnis:

- „Beerdigung 1. Klasse“ der Diskussion um überlappende Gefährdungen.



If the following criteria are met, the MTTFd value for a single hydraulic component, e.g. valve, can be estimated at 150 years. If the mean number of annual operations (nop) is below 1.000.000 the MTTFd value can be estimated higher as indicated in table C.1

But if either a) or b) is not achieved, the MTTFd value for the single hydraulic component has to be given by the manufacturer. Instead of using a fixed value for the MTTFd as described above it is permissible to use the B10d-concept for MTTFd of pneumatic, mechanical and electromechanical components also for hydraulic components if the manufacturer can provide data.

Vortragsteller, Autor, Veranstaltung 01.06.2012 Seite 9

Zum besseren Verständnis:

- Neue Optionen beim Einsatz fluidischer Technologie in SRP/CSen.



Typical values:	
MTTFd (years)	
B10d (cycles)	
Mechanical components	MTTFd = 150
Hydraulic components with $n_{op} \geq 1\,000\,000$	MTTFd = 150
Hydraulic components with $1\,000\,000 > n_{op} \geq 500\,000$	MTTFd = 300
Hydraulic components with $500\,000 > n_{op} \geq 250\,000$	MTTFd = 600
Hydraulic components with $250\,000 > n_{op}$	MTTFd = 1\,200

Vortragsteller, Autor, Veranstaltung 01.06.2012 Seite 10

Zum besseren Verständnis:

- Neue Optionen beim Einsatz hydraulischer Technologie in SRP/CSen.

Unter anderem werden wir zu diesem Thema im Einzelnen im Rahmen des tec.nicum-Seminars K1/12 am 30.08. und 20.11.2012 in Wuppertal und am 25.09. und 22.11.2012 in Maulbronn/Sternenfels informieren.

K1/12

Was Sie über die Anwendung von EN ISO 13849 noch wissen sollten und/oder wissen wollten!

Inhalte:

- Derzeitiger Status von EN ISO 13 849-2: Rev. 2003
- Anforderungen an die Validierung von SRP/CS
- Bedeutung, Inhalt und Änderungen der Normanhänge A bis D
- Der neue Normanhang E: Beispielvalidierung
- „Neue Erkenntnisse“ und Uminterpretationen bei der Anwendung von EN ISO 13 849-1:2008 (2006)
- Überlegungen zur Einbindung von Bestandsmaschinen
- FAQ's
- Ausblick auf die weitere Entwicklung der SRP/CS-Normung

Weitere Informationen erhalten Sie unter www.schmersal.com → tec.nicum → K1/12.

Neues aus der Schmersal Gruppe

Neue Anwendungsmöglichkeiten des N-Programms

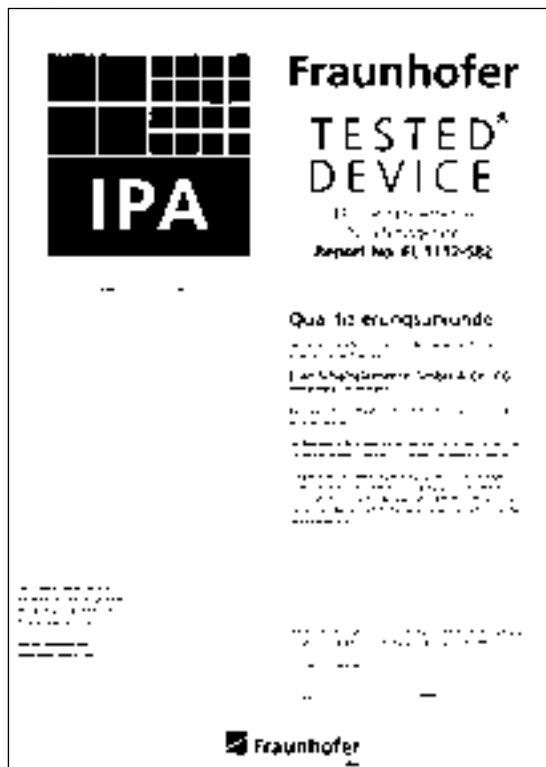


Als Erweiterung der Hygiene-Zertifizierung des Befehls- und Leuchtmelder-Programms der N-Baureihe des Schmersal-Unternehmens Elan, Wettenberg, möge eine weitere Zertifizierung verstanden werden, wenngleich sie in der Anwendung etwas anderes abdeckt als die Anforderungen von Teil 2 im Anhang I der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG bzw. der harmonisierten Norm EN ISO 1672-2 (Hygieneanforderungen an Nahrungsmittelmaschinen – Allgemeine Gestaltungsleitsätze).

NEU ist nun eine Qualifizierungsurkunde des Fraunhofer-Instituts Stuttgart, die den Geräten der Baureihe N einschließlich VA-Einbaugeschäusen bestätigt, die Anforderungen in Reinräumen

- der Luftreinheitsklasse 1 gemäß ISO 14644-1 bzw.
- Klasse C gemäß EG-GMP-Leitfaden Annex 1

zu erfüllen und in diesen Klassen als Betriebsmittel eingesetzt werden zu können. Die Reinheitstauglichkeit – hier ausgedrückt als maximale Anzahl Partikel unterschiedlicher Größe je m^3 – umfasst dabei die partikuläre Oberflächenreinheit, das Ausgasungsverhalten und das elektrostatische Verhalten.



Durch die zusätzliche Zertifizierung ergeben sich für das N-Programm neue Anwendungsmöglichkeiten, insbesondere im Bereich von

- Pharmazie,
- Lackieranlagen,
- Automobil- und Flugzeugbau bzw. überall dort, wo besondere Reinlichkeitsanforderungen bei der Lackierung von Produkten gestellt werden,
- Herstellung von Einspritzdüsen (Düsenfertigung im Allgemeinen),
- Flachbildschirmfertigung,
- Photovoltaik und – eingeschränkt – Biotechnologie.

Wenn Sie an weiteren Informationen über das N-Programm bzw. über die Qualifizierungsurkunde für den Reinraum-Einsatz interessiert sind, bitte wir Sie, sich der Rückantwort auf [Seite 38](#) zu bedienen.



Neues aus der Schmersal Gruppe

Schmersal baut Produktionsstätte in Indien

Ende April 2012 hat die Schmersal-Gruppe den Grundstein für ihre sechste Produktionsstätte gelegt.

Grundsteinlegung im April 2012

In Ranjangaon bei Pune/Indien wird auf einem 20.000 m² großen Grundstück ein Werk mit knapp 4.000 m² Produktions- und Lagerfläche errichtet, das Sicherheits-Schaltgeräte und Aufzugsschaltgeräte für den indischen Markt herstellt. Das Werk wird im Frühjahr 2013 die Produktion aufnehmen.



Die Schmersal-Gruppe ist seit 2007 mit einer eigenen Tochtergesellschaft in Indien präsent und übernahm damit eine Pionierposition im anspruchsvollen Markt der Maschinensicherheit. Von Beginn an agierte die Schmersal India Pvt. Ltd. sehr erfolgreich im Vertrieb und in der Kundenberatung. Sie beschäftigt heute rund 30 Mitarbeiter und beliefert neben den „Global Playern“ des Maschinenbaus auch die einheimischen Produktionsstätten deutscher Hersteller, wie Enercon (Windkraft), Trützschler (Textilmaschinen) und Thyssen Krupp (Stahl/Anlagenbau), sowie führende indische Unternehmensgruppen, wie Bharat Forge und Tata Steel.

Dipl. Wirt.-Ing. Philip Schmersal, Geschäftsführer der Schmersal-Gruppe, betonte während der Grundsteinlegung (siehe Foto) die Bedeutung des indischen Marktes für das Unternehmen: „Wir sehen hier für die kommenden Jahre sehr großes Potenzial: Die indische Wirtschaft wächst nachhaltig, es gibt viele gut ausgebildete Fachkräfte, die Exportquote steigt und das Bewusstsein für die Bedeutung der Maschinensicherheit wächst. Allerdings ist auch der Kostendruck hoch. Durch die lokale Produktion können wir günstiger fertigen, weil Importzölle entfallen. Die große Nachfrage nach unseren Produkten rechtfertigt das Investment in ein eigenes Werk für den indischen Markt.“

Schmersal investiert umgerechnet rund 8,7 Mio. Euro in die neue Produktionsstätte, die anfangs etwa 25 Mitarbeiter beschäftigen wird. Im zweiten Jahr soll diese Anzahl schon verdoppelt werden. Parallel dazu wird der Vertrieb in Indien weiter ausgebaut. Philip Schmersal: „Wir werden in fünf bis sechs weiteren Städten Vertriebsbüros eröffnen und unser lokales Händlernetzwerk, das zurzeit rund 20 Partner umfasst, erweitern. Auch durch Dienstleistungen, wie z.B. die Beratung in Fragen der Maschinensicherheit, werden wir neue Kundengruppen erschließen und die Bindung zu den bestehenden Kunden intensivieren.“

Gern übersenden wir Ihnen weitere Informationen.

Dazu bitte diese Seite fotokopieren und an

Elan Schaltelemente GmbH & Co. KG, z.Hd. Frau Gottwalz

– per Fax: +49 (0)641 9848-421

– per Post: Postfach 1109, D-35429 Wettenberg

Bitte übersenden Sie uns folgende Informationen zum Artikel ...

... *Ergonomie im Leitfaden zur Maschinenrichtlinie (Seite 5 ff.):*



Informationen über das Lieferprogramm der Schmersal-Gruppe



Buch „BEST OF MRL-NEWS“

... *Zur Ausführung von Zustimmungsschaltern (Seite 13 ff.):*



Produktinformation „Zustimmungsschalter“

... *Neue Anwendungsmöglichkeiten des N-Programms (Seite 34 f.):*



Produktinformation „N-Programm“
(einschließlich Reinraum-Qualifizierungsurkunde)

Firma

Absender

Telefon

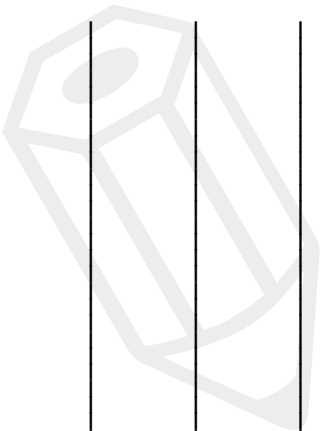
Telefax

E-Mail

Abteilung

Straße

PLZ, Ort



Special-Interest-Thema

Wie im Vorspann angekündigt, hier der Artikel

Eckart Uhlmann, Torsten Bell, Bernd Duchstein, Fabio Meister, Jan Mewis, Heinrich Mödden, Berlin/Frankfurt a.M.

Sicherheit an Werkzeugmaschinen

Die Bedeutung der trennenden Schutteinrichtung für die Risikoreduktion an Werkzeugmaschinen,

der im Original in der Fachzeitschrift ZWF (Jahrg. 107 [2012] 1–2) veröffentlicht wurde und den wir mit freundlicher Genehmigung der Autoren und der Schriftleitung der ZWF nachdrucken dürfen.

Die Zeitschrift ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb – vermittelt in exklusiven Fachaufsätzen neue Erkenntnisse der Produktionstechnik und aktuelles Wissen über industrielle Leistungserstellungsprozesse. Die Zeitschrift wendet sich an Führungskräfte im Unternehmen sowie an Fachleute in Forschung und Lehre.



Leitende Fragestellung der ZWF ist immer die Wirtschaftlichkeit der Produktionsprozesse. Die Kostensenkung beginnt in Produktentwicklung und Konstruktion, reicht über Fertigung und Montage bis hin zu Vertrieb und Wartung und erstreckt sich zukünftig verstärkt auf die Rücknahme außer Dienst gestellter Produkte.

Herausgeber der ZWF ist Prof. Dr. h.c. mult. Dr.-Ing. Günter Spur.

Das IWF ist das Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb der TU Berlin und der VDW der Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e.V., Frankfurt.

Das Risiko ist nach DIN EN ISO 12 100 eine Funktion von möglicher Schadensschwere und Eintrittswahrscheinlichkeit. Demzufolge kann das Risiko durch das Senken bzw. mögliches Vermeiden des Schadens (Auswirkungsbezogene Maßnahme) oder das Senken der Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. Häufigkeit des Auftretens einer Gefährdung (Ursachenbezogene Maßnahmen) reduziert werden [1]. Trennende Schutteinrichtungen spielen bei beiden Maßnahmen eine sehr wichtige Rolle und bieten einen hohen Kosten-Nutzen-Vorteil. Sie bewirken sowohl für den Schutz gegen unbeabsichtigten Zugriff als auch für den Schutz vor wegfliegenden Teilen, Substanzen und insbesondere beim

Brandschutz eine deutliche Risikoreduktion. Dieser Artikel beschreibt wesentliche Aspekte der Dimensionierung als Ergebnis der langjährigen Kooperation des IWF der TU Berlin und des Vereins Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e.V. (VDW).

Einleitung

Trennende Schutzeinrichtungen für die Risikoreduktion an Werkzeugmaschinen sollten so konstruiert sein, dass sie eine ausreichende Rückhaltefähigkeit gegen üblicherweise zu erwartende wegfliegende Teile aufweisen [2]. Rückhaltefähigkeit bedeutet Widerstandsfähigkeit einer trennenden Schutzeinrichtung gegen das Durchdringen von wegfliegenden Elementen [3]. Trotz allem können unter Umständen Aufprallenergien auftreten, die darüber hinausgehen, zum Beispiel bedingt durch große Werkstücke.

Für einige typische Maschinenkonfigurationen, wie z.B. Werkzeugmaschinen, Holzbearbeitungsmaschinen sowie Auswuchtmaschinen, sind grundlegende Risikobeurteilungen in Produktnormen durchgeführt und entsprechende Sicherheitsmaßnahmen definiert worden. Hier liegen für die trennenden Schutzeinrichtungen sehr detaillierte Dimensionierungsempfehlungen vor, um die jeweils erforderliche Rückhaltefähigkeit zu erreichen. Dabei deckt die Versagenshypothese für freigesetzte Elemente die in den harmonisierten Normen vorgestellten Aufprallprüfungen definierten Massen und Geschwindigkeiten und daraus abgeleitete Energien ab [3]. Bruchstückenergien, die darüber hinausgehen können, werden deshalb zusätzlich steuerungstechnisch, zum Beispiel durch Drehzahlbegrenzung, und durch detaillierte Hinweise in der Bedienungsanleitung, zum Beispiel durch sicheres Einspannen von Werkstücken, abgesichert. Somit wird das Risiko einer Verletzung des Bedieners auf ein Maß reduziert, das so gering wie vernünftigerweise praktikabel ist (ALARP: As Low As Reasonably Practicable [4]). Folgende konstruktive Fallunterscheidung wird bei der Absicherung gegen wegfliegende Elemente angewendet, um das Restrisiko des Durchdringens so gering wie möglich zu halten:

- Geschlossene Tür (Automatikbetrieb): Die trennende Schutzeinrichtung muss ausreichende Rückhaltefähigkeit gegen wegfliegende Teile aufweisen,
- Offene Tür (Einricht-, Sonder- oder im Servicebetrieb): Die Drehzahlen rotierender Teile werden sicher reduziert, sodass das Risiko wegfliegender Elemente abnimmt.

Weil das elementare Risiko von Betriebsarten, die bei geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen durchgeführt werden, deutlich höher ist als im Automatikbetrieb und die zeitliche Dauer als Verstärkungsfaktor für das Gesamtrisiko wirkt, muss eine Rückschaltmotivation zum Automatikbetrieb vorgesehen werden. Denn der Risikoanteil dieser Betriebsarten über die Lebensdauer ist proportional zur zeitlichen Nutzungsdauer. Die Nutzungsdauer sollte deshalb so weit wie möglich beschränkt werden, um das Restrisiko zu minimieren.

Realisierung der Prozessbeobachtung

Die Akzeptanz des Bedieners, die trennende Schutzeinrichtung bestimmungsgemäß zu verwenden, hängt auch von der Möglichkeit der Prozessbeobachtung ab. Deshalb sollten Sichtschutzfenster in die trennende Schutzeinrichtung eingesetzt werden, um das Öffnen der Türen möglichst unnötig zu machen. Die Sicherheitsaspekte von Sichtschutzfenstern werden ebenfalls in den betreffenden Produktnormen behandelt.

Chancen und Risiken des Werkstoffs Polycarbonat

Bei der alleinigen Verwendung von Polycarbonat, dem momentan sinnvollsten Werkstoff als Sichtschutzfenster, ist unbedingt zu beachten, dass dieses unter äußeren Einflüssen, wie z.B. Kühlschmierstoff, Öl, UV-Licht, Späne, Staub oder Reinigungsmitteln, altert. Die Alterung führt zu einem umgehenden Rückgang der Rückhaltefähigkeit. Dadurch weist das Sichtschutzfenster eine wesentlich geringere Lebensdauer als die Maschine auf und ist regelmäßig in einem Austauschintervall von $t \leq 2$ Jahren zu ersetzen, solange es keine Beschädigungen oder Sichtbeeinträchtigungen aufweist [5]. Im Falle dieser ist ein umgehender Wechsel erforderlich. Bei der Reinigung ist zu beachten, dass Reinigungsmittel oft Einzelkomponenten enthalten, gegen die Polycarbonat nicht beständig ist [6]. Für genauere Informationen sind die Hinweise der Hersteller zu beachten. Sollte der Werkstoff in einem Gefahrenbereich angeordnet sein, in dem mit wegfliegenden Elementen zu rechnen ist, so ist er durch einen Rundumschutz, zum Beispiel Verbund aus Glas, Polycarbonat oder Folie, gegen Alterung zu schützen [2]. Hier sei angemerkt, dass hart beschichtetes Polycarbonat keinen vollständigen und dauerhaften Schutz vor diesem Alterungseffekt bieten (insbesondere Beschädigung der Beschichtung durch scharfkantige Späne) [7]. Die Alterung führt zu einer Versprödung und somit einer sinkenden Rückhaltefähigkeit (Bild 1).

Problematisch können Einbauten von besonderen Sichtsystemen, d.h. Drehfenstern, in die Sichtschutzfenster sein, wenn sie mit durch die Sichtschutzfenster hindurchgehenden Schrauben befestigt sind. Dies schwächt einerseits diese, andererseits können über die Schraubenlöcher versprödend wirkende Medien direkt an das Polycarbonat gelangen. Die Befestigung von Polycarbonat durch hindurchgehende Verschraubungen ist zu vermeiden.

Reinigungsempfehlungen sowie Prüfmethode und Austauschempfehlungen, zum Beispiel auf Grund von Beschädigungen, müssen im Betriebshandbuch enthalten sein. Häufig garantiert der Hersteller des Sichtschutzfensters für sein unbeschädigtes Produkt die Rückhaltefähigkeit über einen gewissen Zeitraum. Zusammen mit einem auf dem Sichtschutzfenster angebrachten Herstellungsdatum ergibt sich daraus das „Haltbarkeitsdatum“ bzw. das Austauschintervall.

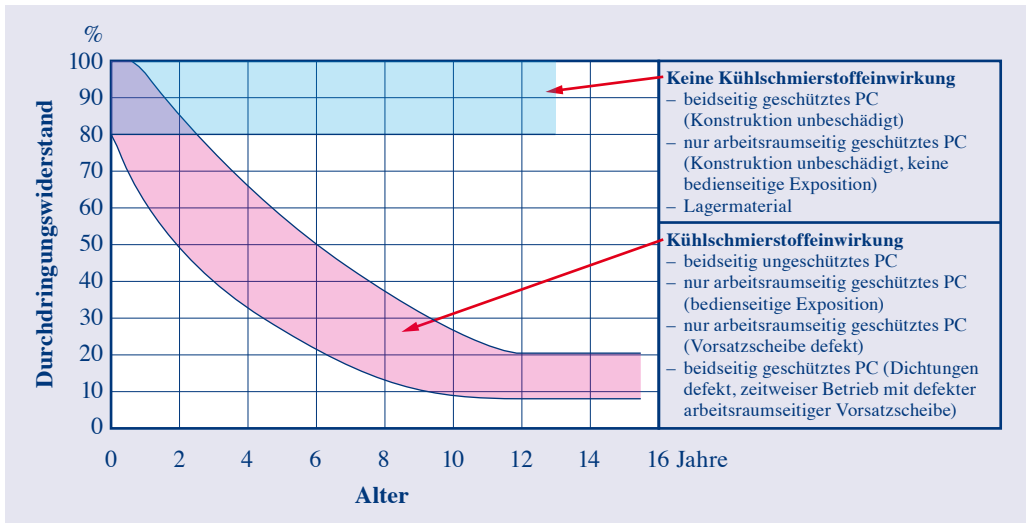


Bild 1: Alterungsbedingter Rückgang der Rückhaltefähigkeit von Polycarbonat im industriellen Einsatz [8].

Was ist beim Einbau wichtig

Des Weiteren spielt die Auflagebreite von Maschinensicherheitsfenstern bei der Befestigung eine Rolle, damit bei großen Aufprallenergien die Sichtschuttfenster nicht aus der trennenden Schutzeinrichtung gedrückt werden [10, 11]. Vor allem bei hohen Massen, die an Dreh- und Schleifmaschinen auftreten, ist diese Thematik besonders relevant. Zu diesen Aspekten wird momentan ein Forschungsvorhaben am IWF der TU Berlin durchgeführt. Hierbei wird mit Hilfe der FEM-Simulation untersucht, welche Auflagebreiten notwendig sind, um Sichtschuttfenster gegen Durchzug zu schützen (Bild 2).

Die Untersuchungen decken alle Einflussfaktoren, die zum Durchzug bekannt sind, ab. Die signifikantesten sind die Steifigkeit der Umgebungskonstruktion, die Höhe der aufzunehmenden Energie sowie die Form und Abmessungen des Sichtschuttfensters [10]. Die am IWF durchgeführten Industrieprojekte bestätigen den signifikanten Einfluss sowohl der Überlappung als auch

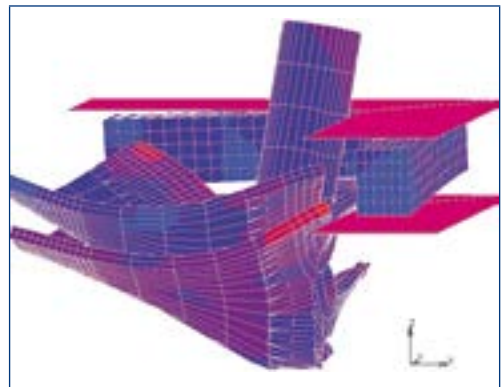


Bild 2: Durchzug eines Maschinensicherheitsfensters durch zu geringe Auflagebreite [11]

des Aufprallpunkts, beides in Abhängigkeit von Projektilmasse und der Prüfmustergröße. Für diverse Spezifikationen konnte eine optimale Überlappung experimentell bestimmt werden. Im Rahmen der Untersuchungen werden die Parameter Aufprallgeschwindigkeit, Materialstärke der Umhausung, Überlappung, Prüfmustergröße und Aufprallpunkt variiert. Die Zielstellung des Forschungsvorhabens ist es, die notwendige Auflagebreite sowie die Materialstärke der Auflage von Sichtschutzwfenster in Abhängigkeit der Prüfmustergröße und des kritischen Aufprallpunkts zu bestimmen, sodass ein Durchziehen verhindert wird. Um möglichst unabhängige Aussagen treffen zu können, werden die Untersuchungen zuerst an reinen PC-Scheiben durchgeführt. Im Anschluss erfolgt eine Überprüfung der Erkenntnisse an ausgewählten industriell gefertigten Sichtschutzwfenstern, um die allgemeingültige Aussage und die Übertragbarkeit der Ergebnisse zu bestimmen [11].

Grenzwerte für kraftbetriebene trennende Schutzeinrichtungen

Die Kraft, die das Schließen der kraftbetriebenen trennenden Schutzeinrichtung (Tür) verhindert, darf die statische Kraft $F_{\text{stat}} = 75 \text{ N}$ nicht überschreiten, und die kinetische Energie der trennenden Schutzeinrichtung darf nicht größer als $E_{\text{Tür,kin}} = 4 \text{ J}$ sein. Wenn die trennende Schutzeinrichtung mit einer zusätzlichen Schutzeinrichtung versehen ist, die ein automatisches Öffnen (Reversieren) der trennenden Schutzeinrichtung beim Auslösen einleitet, so darf die statische Kraft $F_{\text{stat}} = 150 \text{ N}$ und die kinetische Energie $E_{\text{Tür,kin}} = 10 \text{ J}$ nicht überschreiten. Diese Anforderungen gelten nur unter der Voraussetzung, dass die Schließkanten eine Mindestbreite von $b = 8 \text{ mm}$ aufweisen und dass keine Schergefährdung vorliegt.

Scherstellen können durch Begrenzung der Kräfte, gemessen an der Schließkante, auf $F_{\text{stat}} < 75 \text{ N}$ bzw. $F_{\text{stat}} < 150 \text{ N}$ statisch und $F_{\text{dyn}} < 400 \text{ N}$ dynamisch gesichert werden, in Verbindung mit:

- entweder einem Sicherheitsabstand von mindestens $s = 25 \text{ mm}$ zwischen den aneinander vorbeigehenden Kanten, oder
- durch runde Kanten mit einem Radius von mindestens $r = 2 \text{ mm}$ für jede Kante und einem Summenradius (Summe der zwei Radien) von mindestens $r_{\text{Summe}} = 6 \text{ mm}$ (z. B. mindestens $r = 2 \text{ mm}$ plus $r = 4 \text{ mm}$).

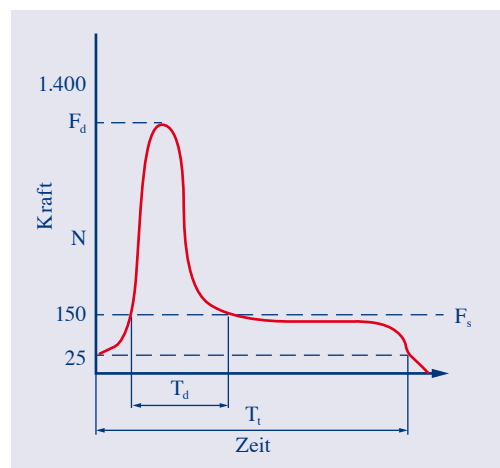


Bild 3: Schließkräfte in Abhängigkeit der Zeit [12]

Zulässige dynamische Kräfte	Zwischen Schließkanten und Gegenschließkanten		Zwischen ebenen Flächen außer zwischen Schließ- und Gegenschließkanten $>0,1 \text{ m}^2$ mit keiner Seitenlänge $<100 \text{ mm}$
	in Öffnungsweiten von 50 mm bis 500 mm	in Öffnungsweiten von $>500 \text{ mm}$	
Horizontal bewegtes Tor	400 N	1.400 N	1.400 N
Tor, das sich um eine Achse senkrecht zum Fußboden dreht	400 N	1.400 N	1.400 N
Vertikal bewegtes Tor	400 N	400 N	1.400 N
Tor, das sich um eine Achse parallel zum Fußboden dreht – Schranken	400 N	1.400 N	1.400 N

Tab. 1: Zulässige dynamische Kräfte [13]

Für die Messung der Kräfte gilt die DIN EN 12445 und der Zeitverlauf nach Anhang A, Bild A.1 (Bild 3) [12] und Tabelle A.1 der DIN EN 12453 [13] (Tabelle 1).

Brand- und Explosionsschutz

Die Substitution von Emulsionen durch Öl ist vor allem bei Zerspanoperationen sinnvoll, bei denen sich aus technologischer oder wirtschaftlicher Sicht eine Trockenbearbeitung oder Minimalmengenschmierung nicht eignet [14]. Es kann bei allen zerspanenden Fertigungsverfahren zum Einsatz kommen. Bei der Verwendung von Öl ergeben sich einige Vorteile im Vergleich zu Emulsionen. Die Kosten und der Aufwand für die Wartung und die Pflege des Kühlschmierstoffs können erheblich reduziert werden. So reicht bei nicht wassermischbaren Kühlschmierstoffen eine jährliche Bestimmung der Benzo(a)pyren Konzentration durch geeignete Messgeräte, während wassermischbare Kühlschmierstoffe täglich (z.B. Messung der Gebrauchskonzentration) oder wöchentlich (z.B. Bestimmung des pH-Werts) untersucht werden müssen [15]. Weitere Vorteile sind bessere erzielbare Werkstückoberflächen, bessere Schmierwirkung, dadurch geringere Reibung, eine höhere Standzeit der Werkzeuge, v.a. bei Schleifscheiben, die Möglichkeit höherer Zeitspanvolumina, eine längere Gebrauchsdauer und eine geringere Wassergefährdungsklasse des Kühlschmierstoffs sowie ein geringerer Verschleiß der Werkzeugmaschine [16]. Dies führt zu einer Verringerung des Verbrauchs und damit auch der Kosten.

Die Verwendung von Öl als Kühlschmierstoff ist aber nicht ungefährlich, so entsteht bei einem Ölanteil von mehr als 15 Prozent das Risiko von Bränden, Verpuffungen oder

Explosionen [17]. Konstruktiv kann man die Auswirkungen einer Verpuffung mit der Gestaltung von Spalten und Dichtungen, einer sicherheitsgerechten Dimensionierung, einer Löschanlage und/oder einer Druckentlastungseinrichtung begegnen. Ein Risiko bildet die Druckentlastungseinrichtung, aus der Flammen entweichen können [14]. Durch den Einsatz geeigneter Labyrinthdichtungen an Türen von Werkzeugmaschinen können Flammenaustritte in den Bedienbereich weitestgehend vermieden werden. Dabei haben sich Labyrinthdichtungen mit mehreren Umlenkungen des Flammenwegs und Spaltweiten ≤ 2 mm bewährt.

Konstruktionsprinzipien für flammendurchschlagsichere Labyrinth sind:

- Spalte, die sich bei plötzlichem Druckanstieg im Maschineninnenraum verengen,
- Spaltweite an den Engstellen max. 2 mm,
- Mindestens $2 \times 180^\circ$ Umlenkung der Strömung,
- Einstellmöglichkeit der Spalte (Justierbarkeit),
- Keine Verwendung brennbarer Materialien, n Austrittsrichtung nicht direkt zum Bediener und
- Absicherung von Scher- und Quetschstellen durch geeignete Maßnahmen (z. B. Kantenschutz).

Die in Bild 4 dargestellte Labyrinthdichtung funktioniert nach dem Prinzip einer mehrfach hintereinander geschalteten Umlenkung und Expansion der eintretenden Flammen.

Durch eine druckbeständige Dimensionierung der trennenden Schutzeinrichtung ist es möglich, auf die Druckentlastungseinrichtung zu verzichten. Diese Dimensionierung ist aktuell jedoch nur mit realen Explosionsversuchen zu überprüfen. Um diesen Aufwand zu reduzieren, wird im Rahmen eines Forschungsvorhabens am IWF ein Versuchsstand zur reproduzierbaren Abbildung von Druckanstiegen entwickelt. Dieser ermöglicht die Untersuchung von einzelnen Komponenten oder gesamter trennender Schutzeinrichtungen unter dem Aspekt der Druckbeständigkeit. Trennende Schutzeinrichtungen und Probabilistische Sicherheit Die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG fordert die Anfertigung von Risikobeurteilungen über alle Lebensphasen einer Maschine als Nachweis der Einhaltung von Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen nach Anhang I. Sie geht in Punkt 1 direkt auf die Risikoelemente „Schwere möglicher Verletzungen“ und „Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens“ ein [18]. Seit Jahresbeginn ist die ISO 13849-1 die neue Leitnorm für die Steuerungssicherheit im Maschinenbau. Sie er-

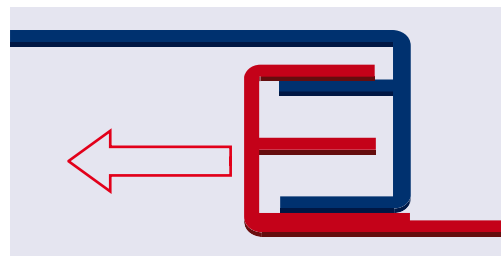


Bild 4: Flammendurchschlagsicheres Tür-Labyrinth

Expected frequency of a harm during a lifetime of the machine of 20 years acc. to PFH of PL of ISO 13849-1		Severity of a harm acc. to IEC 62061 and 2010/15/EC			
		Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
High  Low	52.6 ... 100 %	M	H	S	S
	17.5 ... 52.6 %	L	M	H	S
	1.75 ... 17.5 %	L	L	M	H
	0.175 ... 1.75 %	L	L	L	M
	<0.175 %	L	L	L	L

Severe Risk	S
High Risk	H
Medium Risk	M
Low Risk	L

Tab. 2: Vorschlag für eine Risikomatrix für Werkzeugmaschinen (5x4) gemäß US-Norm ANSI B11.0 – 2010, Tabelle D.1 (VDW)

mittelt die sicherheitstechnische Zuverlässigkeit einer Steuerungskette über den „Performance Level (PL)“. Neu ist dabei die quantitative Behandlung der Sicherheit: Der PL ist ein theoretischer Kennwert für das Risiko als „durchschnittliche Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls je Stunde“ [19].

In Tabelle 2 ist der Vorschlag des VDW für eine Risikomatrix für Werkzeugmaschinen dargestellt. Mit vier Schweregraden und fünf Häufigkeitsklassen entstehen 20 diskrete Risikokombinationen, wobei eine Lebensdauer von 20 Jahren für die berechneten Häufigkeiten angesetzt wurde. Die Matrix wird folgendermaßen angewendet: Wenn irgendeine Kombination von Schweregrad und Häufigkeit zu einem roten (S) oder orangen (H) Matricelement führt, müssen zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen angewendet werden, um wenigstens ein gelbes Matricelement (M) zu erreichen. Am besten ist es selbstverständlich, wenn ein grünes Element (L) nachgewiesen werden kann.

Es ist leicht einzusehen, dass trennende Schutzeinrichtungen eine erhebliche Risikoreduktion bewirken können, weil sie die Dauer der Gefährdungsexposition des Bedieners nicht nur beim Schutz gegen unbeabsichtigten Zugriff, sondern auch für den Schutz vor wegfliegenden Teilen, Substanzen und insbesondere beim Brandschutz deutlich verringern. Dabei kann sowohl der zu erwartende Schweregrad einer Verletzung als auch insbesondere ihre zu erwartende Häufigkeit signifikant reduziert werden. Da die Spannfunktionen in Werkzeugmaschinen einkanalige mechatronische Steuerungsketten sind, kann dafür maximal ein $PL = c$ errechnet werden [20]. Das entspricht einer zu erwartenden Häufigkeit eines kritischen Spannungsversagens von $17,5 \div 52,6$ Prozent in 20

Jahren. Hierbei muss grundsätzlich auch mit tödlichen Verletzungen gerechnet werden, was einem Schweregrad von Level 4 entspricht. Um wenigstens ein gelbes Risikofeld mit der Häufigkeit von $0,175 \div 1,75$ Prozent in 20 Jahren zu erreichen, bietet es sich an, eine trennende Schutteinrichtung mit einem Betriebsartenkonzept so zu kombinieren, dass die Gefährdungsexposition des Bedieners über alle Lebensphasen der Maschine entsprechend gering ausfällt. Für die Berechnung der dabei gewonnenen Risikoreduktion wird derzeit beim VDW ein Einheitsblatt für Werkzeugmaschinen erarbeitet.

Trennende Schutteinrichtungen im Fokus des Gesetzes

Durch die Maschinenrichtlinie 2006/42/ EG wird die Aufmerksamkeit verstärkt in die Richtung der trennenden Schutteinrichtung gelenkt. Die Hauptthemen hierbei sind unverlierbare Schrauben und die Betrachtung der trennenden Schutteinrichtung als Sicherheitsbauteil [18]. Der erstgenannte Punkt ist ohne Änderungen der Konstruktion bzw. der Dokumentation möglich, da diese Anforderung nicht neu ist. Bereits seit 1997 empfiehlt die DIN EN 953 den Einsatz von unverlierbaren Befestigungsmitteln, wobei hier der Zusatz „soweit durchführbar“ auftaucht [21]. Die aktuelle Version der DIN EN 953 konkretisiert die Forderung der Maschinenrichtlinie [3]. „Wenn es vorhersehbar ist, dass die feststehende trennende Schutteinrichtung entfernt wird (z. B. bei Wartung oder Instandhaltung), müssen die Befestigungsmittel an der trennenden Schutteinrichtung oder an der Maschine verbleiben.“ Diese Konkretisierung ist auch mit der Maschinenrichtlinie in Einklang zu bringen, da nach den allgemeinen Grundsätzen im Anhang I, Punkt 2, die Anforderungen nur gelten, wenn die entsprechende Gefährdung auftritt [18]. Das heißt, dass die Befestigungselemente so nur ausgeführt werden müssen, wenn die trennende Schutteinrichtung (regelmäßig) entfernt werden muss.

Der zweite Punkt ist komplexer, da hier eine Fallunterscheidung auftritt. Sichtschuttfenster sind als identisches Ersatzteil vom Hersteller der „Urprungsmaschine“ kein Sicherheitsbauteil, da sie nicht in den Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie fallen [22]. Neue Sichtschuttfenster hingegen sind als Sicherheitsbauteil zu betrachten, d. h. sie müssen hinsichtlich Rückhaltefähigkeit dem Stand der Technik, dargelegt in den Anhängen der jeweiligen harmonisierten Produktnorm, entsprechen [23]. Die trennende Schutteinrichtung ist nach Maschinenrichtlinie ein Sicherheitsbauteil, wenn sie der Gewährleistung der Sicherheit der Werkzeugmaschine dient, bei dessen Versagen Personen gefährdet werden und sie für das Funktionieren der Werkzeugmaschine nicht erforderlich ist. Dieses trifft bei Werkzeugmaschinen zu, sodass für diese, sollten sie separat in den Verkehr gebracht werden, das Konformitätsbewertungsverfahren durchzuführen ist. Wird sie mit der Werkzeugmaschine zusammen verkauft – was in der Regel der Fall ist – so gehört diese Schutteinrichtungen mit zur Gesamtmaschine und wird somit erfasst.

Zusammenfassung und Ausblick

Die langjährige Kooperation des VDW und IWF hat dazu geführt, dass der deutsche Werkzeugmaschinenbau ein hohes Niveau im Bereich der Sicherheit besitzt. Dieses ist vor allem an Hand der geringen Unfallzahlen infolge maschinenbedingter Fehler zu erkennen. Trotz allem ist noch weiterer Aufklärungs- und Forschungsbedarf vorhanden. Dieser zielt zum einen auf die Benutzer ab, da diese der Innovationstreiber sind und die Anforderungen an die Hersteller definieren. Zum anderen sind als weitere Zielgruppe die Hersteller zu nennen, da auch diese stärker sensibilisiert werden sollten. Insbesondere ist es von Interesse, zu vermitteln, dass Sicherheit nicht prinzipiell mit einer Kostensteigerung einher geht. Hier sei als Beispiel auf die Dimensionierung trennender Schutzeinrichtungen an Schleifmaschinen verwiesen [24]. Im Bereich des Marketings wäre es möglich, die Sicherheit als „Unique Selling Proposition (USP)“ ähnlich dem Label „Blue Competence“ einzusetzen, um sich stärker von den Wettbewerbern abzugrenzen. Dieses wird im Automobilbereich seit langer Zeit erfolgreich praktiziert, wobei hierbei auf die unterschiedlichen Käufermotivationen bei Konsum- und Industriegütern verwiesen sei. Zu dieser Thematik wird am IWF momentan eine Studie durchgeführt, die zur METAV 2012 publiziert wird.

Zur Definition von Auslegungsempfehlungen von trennenden Schutzeinrichtungen hat das IWF der TU Berlin in Kooperation mit dem VDW seit 1996 durch Aufprall- und Alterungsversuche eine weltweit einzigartige Datenbasis geschaffen bzw. bereits vorhandene Erkenntnisse ergänzt. Sowohl die Datenbasis als auch die Untersuchungsmöglichkeiten werden in vielen anderen Branchen zur Dimensionierung trennender Schutzeinrichtungen eingesetzt, um Lücken in der bestehenden Normung zu schließen. Beispielfähig seien hier Hydraulikprüfstände genannt. Die Gestaltung und Dimensionierung von trennenden Schutzeinrichtungen ist Gegenstand der Norm EN 953, welche derzeit überarbeitet und als ISO 14 120 abgestimmt wird. Die wesentlichen Erkenntnisse wurden für die Erarbeitung der weltweiten Leitnorm ISO 14 120 vom VDW und IWF als Kommentare eingebracht, um die oben genannten Lücken dauerhaft zu schließen.

Literatur

1. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN EN ISO 12 100-1: Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie. Beuth-Verlag, Berlin 2009
2. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN EN 953: Sicherheit von Maschinen – Trennende Schutzeinrichtungen – Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen. Beuth-Verlag, Berlin 2009
3. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN EN ISO 23 125: Werkzeugmaschinen – Sicherheit – Drehmaschinen. Beuth-Verlag, Berlin 2010

4. Parliament of the United Kingdom. Health and Safety at Work etc. Act 1974; 194
5. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN EN 13 218: Werkzeugmaschinen – Sicherheit – Ortsfeste Schleifmaschinen. Beuth-Verlag, Berlin 2010
6. Uhlmann, E.; Duchstein, B.: Polycarbonat im Werkzeugmaschinenschutz – Potentiale, Risiken und Lösungen. Futur 10 (2008) 3, S. 6–8
7. Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken: Merkblatt (überarbeitete Version): Altersaspekte von Polycarbonat-Sichtscheiben an Werkzeugmaschinen, 2005
8. Mewes, D.; Trapp, R. P.; Wahrlich, H. J.: Dimensionierung fangender Schutzeinrichtungen an Werkzeugmaschinen. Werkstattstechnik (1999) 89, S. 469–472
9. Uhlmann, E.; Duchstein, B.: Polycarbonat als Sicherheitsfenster in Werkzeugmaschinen – Gefahr oder Segen? VDI-Z 153 (2011) 1/2, S. 74–77
10. Mewes, D.; Trapp, R. P.; Wahrlich, H. J.: Trennende Schutzeinrichtungen an spanenden Werkzeugmaschinen. Sonderdruck für die VMBG, Vereinigung der Metallberufsgenossenschaften, ecomed Sicherheit, Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm GmbH, 2005
11. Uhlmann, E.; Duchstein, B.: Maschinensicherheitsfenster – Parameter für die Sicherheit. Futur 11 (2009) 1, S. 10–11
12. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN prEN 12 445: Tore – Nutzungssicherheit kraftbetätigter Tore – Prüfverfahren. Beuth-Verlag, Berlin 2005
13. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN prEN 12 453: Tore – Nutzungssicherheit kraftbetätigter Tore – Anforderungen. Beuth-Verlag, Berlin 2005
14. Seybold, J.; Duchstein, B.: Druckfestigkeit oder Druckentlastung bei Ölverpuffungen in Werkzeugmaschinen. In: Uhlmann, E. (Hrsg.): Begleitband zur 2. Berliner Runde 2007, S. 133–146
15. Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften: BGI 5003: Maschinen der Zerspanung. Düsseldorf, 2004
16. Fachgemeinschaft Werkzeugmaschinen und Fertigungssysteme im VDMA: Verpuffungen und Brände in Werkzeugmaschinen. Frankfurt a.M. 1995
17. Van Ryn, A.: Brand- und Explosionsschutz beim Einsatz von nicht wassermischbaren Kühlschmierstoffen, in BGIA-Report 9/2006 Absaugen und Abscheiden von Kühlschmierstoffemulsionen. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften: Sankt Augustin, 2006
18. Europäisches Parlament und Rat: Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung). Amtsblatt der Europäischen Union. L 157/24. Brüssel 2006
19. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: ISO 13 849-1: Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsgrundsätze. Beuth-Verlag, Berlin 2008
20. Mödden, H.: Risikoelemente nach ISO 12 100, ISO 14 121-2, ISO 13 849-1. „Sollwerte“ in den maschinenspezifischen Normen. Vortrag VDW-Infotag: Funktionale Sicherheit in Werkzeugmaschinen/Risikobeurteilung – PL_r und Quantifizierung PL. Frankfurt am Main, 30. August 2011
21. DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN EN 953: Sicherheit von Maschinen – Trennende Schutzeinrichtungen – Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen. Beuth-Verlag, Berlin 1997
22. Ostermann, H.-J.; Kraus, T. J.; von Locquenghien, D.; Klindt, T.: Die neue EG-Maschinenrichtlinie 2006. Beuth Verlag, Berlin 2006

23. Deutsche Gesellschaft der Unfallversicherungen. Fachausschuss-Informationsblatt 40 (2010) 7
24. Uhlmann, E; Duchstein, B.: Umhausungen ortsfester Schleifmaschinen – Sicherheitsgerechte Dimensionierung trennender Schutzeinrichtungen an ortsfesten Schleifmaschinen ohne Primärschutzhaube. wt Werkstattstechnik online 101 (2011) 5, S. 303–307

Die Autoren dieses Beitrags

- Prof. Dr. h.c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann, geb. 1958, hat an der TU Berlin Maschinenbau mit der Fachrichtung Produktionstechnik studiert. Von 1986 bis 1994 war er Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb (IWF) der TU Berlin und promovierte 1993. Nach dieser Tätigkeit war er von 1994 bis 1997 in der Industrie tätig. Seit 1997 ist er Professor für das Fachgebiet Werkzeugmaschinen Fertigungstechnik am IWF der TU Berlin sowie Institutsleiter des Fraunhofer IPK, Berlin.
- Dipl.-Ing. Torsten Bell, geb. 1968, hat an der Universität Siegen Maschinenbau studiert. Seit 1996 ist er Referent und Projektingenieur Forschung und Technik beim Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e.V. und beschäftigt sich mit dem Schwerpunkt Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen. Dipl.-Ing. Bernd Duchstein, geb. 1979, hat an der TU Berlin Wirtschaftsingenieurwesen mit dem Schwerpunkt Maschinenwesen studiert. Seit 2006 ist er Wissenschaftlicher Mitarbeiter am IWF der TU Berlin und beschäftigt sich mit dem Schwerpunkt trennender Schutzeinrichtungen an Werkzeugmaschinen.
- Dipl.-Ing. Fabio Meister, geb. 1984, hat an der TU Berlin Maschinenbau studiert. Seit 2011 ist er Wissenschaftlicher Mitarbeiter am IWF der TU Berlin und beschäftigt sich mit dem Schwerpunkt trennender Schutzeinrichtungen an Werkzeugmaschinen.
- Dipl.-Ing. Jan Mewis, geb. 1981, hat an der TU Berlin Physikalische Ingenieurwissenschaft studiert. Seit 2009 ist er Wissenschaftlicher Mitarbeiter am IWF der TU Berlin und beschäftigt sich mit dem Schwerpunkt Dynamik und Simulation.
- Dipl.-Ing. Heinrich Mödden, geb. 1961, hat an der TU Braunschweig Luft- und Raumfahrttechnik studiert. Seit 1996 ist er Referent und Projektingenieur für Standardisierung und Maschinensicherheit an Werkzeugmaschinen beim Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e.V. und beschäftigt sich mit dem Schwerpunkt Funktionale Sicherheit.



Elan Schaltelelemente GmbH & Co. KG

**Im Ostpark 2
D-35435 Wettenberg**

Telefon +49 (0)641 9848-0

Telefax +49 (0)641 9848-420

E-Mail: info-elan@schmersal.com

Internet: www.schmersal.com