

Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen



HVBG

Hauptverband der
gewerblichen
Berufsgenossenschaften

Verfasser: Ralf Apfeld, Michael Huelke, Kai Lüken (Projektkoordination),
Michael Schaefer
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA
Sankt Augustin

Hiltraut Paridon, Dirk Windemuth, Hanna Zieschang
Berufsgenossenschaftliches Institut Arbeit und Gesundheit – BGAG
Dresden

Christoph Preuße, Matthias Umbreit
Fachausschuss Maschinenbau, Fertigungssysteme und Stahlbau
Mainz

Alois Hüning, Rolf Reudenbach
Verwaltungsgemeinschaft Maschinenbau- und Metall-
Berufsgenossenschaft, Hütten- und Walzwerks-
Berufsgenossenschaft
Düsseldorf

Frank Pfaffinger
Norddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft
Hannover

Karl Wenchel
Berufsgenossenschaft Metall Süd
Mainz

Rüdiger Reitz
Berufsgenossenschaftliche Zentrale
für Sicherheit und Gesundheit – BGZ
Dresden

Harald Pinter
Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG)
Sankt Augustin

Redaktion: Zentralbereich des Berufsgenossenschaftlichen Instituts
für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin

Herausgeber: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG)
Alte Heerstr. 111, D-53754 Sankt Augustin
Telefon: +49 / 02241 / 231 – 01
Telefax: +49 / 02241 / 231 – 1333
Internet: www.hvbg.de
– Februar 2006 –

ISBN: 3-88383-698-2

Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen

Kurzfassung

Unfalluntersuchungen der gewerblichen Berufsgenossenschaften deuten darauf hin, dass Schutzeinrichtungen an Maschinen immer wieder offenbar gezielt manipuliert werden, indem sie z. B. durch Überbrücken oder Demontage unwirksam gemacht werden. Die Gründe für solche Manipulationshandlungen erschienen bisher jedoch unklar. Ebenso liegen zur Häufigkeit von Manipulationen an Schutzeinrichtungen in Betrieben keine verlässlichen Einschätzungen vor. Ziel der hier vorgestellten Studie war es, eine Einschätzung über das Ausmaß von Manipulationen an Maschinen bzw. Schutzeinrichtungen und unter Einbeziehung der Maschinenbediener eine spezifische Analyse der Gründe zu erhalten. Dazu entwickelte ein interdisziplinär besetztes Projektteam zwei Erhebungsinstrumente: Ein „allgemeiner“ Fragebogen diente der Erhebung genereller Einschätzungen von knapp tausend Arbeitsschutzexperten zum Thema Manipulation, ein „spezieller“ Fragebogen der detaillierten Analyse des spezifischen Manipulationsgeschehens im Betrieb auf der Basis von etwa 200 untersuchten Maschinen. Das Projektteam wertete die Rohdaten aus und entwickelte Lösungsstrategien aus psychologischer, ergonomischer, organisatorischer und technischer Sicht. Diese münden in Handlungsempfehlungen, die das Problem der Manipulation systemisch angehen: auf individueller, technischer und organisatorischer Ebene. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Manipulationen an Maschinen bisher im Arbeitsschutz keine angemessene Beachtung gefunden haben. Zur Illustration der Problematik werden zwei konkrete Beispiele von Manipulationen im Betrieb dargestellt und spezifische Lösungen zu ihrer Vermeidung diskutiert. Schließlich werden die Verantwortlichkeit und Haftung bei manipulierten Maschinen aufgezeigt. Sechs Beiträge aus der Industrie spiegeln die Ergebnisse der Studie aus der Sicht eines Maschinenherstellers, einiger Hersteller von Schutzeinrichtungen sowie Maschinenbetreiber in einem mittelständischen Betrieb und einem Großbetrieb wider.

Bypassing of protective devices on machinery

Summary

Accident studies conducted by the institutions for statutory accident insurance and prevention (BGs) suggest that protective devices fitted to machinery are frequently deliberately bypassed, i.e. disabled for example by being bridged or removed. The motivation behind such tampering was unclear in the past, however. Equally, no reliable estimates exist of how frequently protective devices in plants are bypassed. The objective of the study presented here was to estimate the scale of tampering with machinery and guards, and with the support of the operating personnel, to obtain a specific analysis of the reasons. For this purpose, an interdisciplinary project team developed two survey instruments: a general questionnaire, for recording of general assessments by approximately one thousand OH&S experts on the subject of tampering, and a special questionnaire for detailed analysis of the specific incidence of tampering in plants, based upon approximately 200 machines investigated. The project team evaluated the raw data obtained and developed strategies for solutions from a psychological, ergonomic, organizational and technical perspective. These strategies in turn form the basis of recommendations for systematic action to prevent tampering, at personal, technical and organizational level. The survey concludes that tampering with machinery has not been addressed adequately in the past in the context of occupational health and safety. Two real-case examples of tampering in plants are described for the purpose of illustration, and specific solutions for their avoidance are discussed. A description of responsibility and liability for machinery that has been tampered with completes the study. Six articles from industry reflect the results of the study from the viewpoints of a machinery manufacturer, a number of manufacturers of protective devices, and two plants operating machinery, one medium-sized and one large.

Manipulation de dispositifs de protection de machines

Résumé

Des analyses d'accidents réalisées par les organismes d'assurance et de prévention des risques professionnelles ont établi que les dispositifs de protection de machines étaient souvent manipulés pour les rendre inefficaces, par exemple par pontage ou démontage. Cependant, les motifs de ces manipulations étaient jusqu'à présent inconnus. Nous ne disposons pas non plus d'estimations fiables de la fréquence des manipulations de dispositifs de protection dans les entreprises. L'objectif de l'étude présentée était d'obtenir une estimation de l'ampleur des manipulations de machines et de dispositifs de protection ainsi que, en associant les opérateurs, une analyse spécifique des motifs. À cet effet, une équipe interdisciplinaire réalisa deux instruments pour la collecte de données : un formulaire „général“ qui a permis de connaître les opinions d'environ un millier d'experts de la sécurité du travail sur le thème „Manipulation“ et un formulaire „spécial“ qui a servi à l'analyse détaillée des manipulations dans l'entreprise, sur la base d'environ 200 machines. L'équipe chargée de l'étude procéda à l'évaluation des données collectées et élaborait des stratégies du point de vue psychologique, ergonomique, organisationnel et technique, pour remédier au façonnement systémique au problème des manipulations, sur les plans individuel, technique et organisationnel. En résumant, on peut dire qu'aucune grande attention n'a jusqu'à présent été prêtée aux manipulations de machines dans le domaine de la sécurité du travail. Pour illustrer la problématique, deux exemples concrets de manipulations dans l'entreprise sont présentés et des solutions spécifiques pour remédier à ces manipulations sont discutées. Enfin, le problème de la responsabilité pénale en cas de manipulations de machines est abordé. Les résultats de cette étude sont étayés par les points de vue de six représentants de l'industrie : un constructeur de machines, quelques constructeurs de dispositifs de protection ainsi que des exploitants de machines dans une PME et une grande entreprise.

Manipulación de dispositivos de seguridad en maquinaria

Resumen

Las investigaciones de accidentes laborales, a cargo de las Berufsgenossenschaften (Organismos de Seguros y Prevención de Riesgos Profesionales) alemanas, evidencian que, aparentemente, dispositivos de seguridad en máquinas se manipulan intencionalmente, por ejemplo, desactivándolos mediante su desmontaje o echando puente. Sin embargo, hasta ahora, se desconocen las razones para semejantes manipulaciones. Asimismo, no existen evaluaciones fiables relativas a la frecuencia de manipulaciones de dispositivos de seguridad. Con el presente estudio, se pretendió poder llegar a evaluar las dimensiones que alcanzan las manipulaciones de máquinas o bien dispositivos de seguridad, y de analizar, con la participación de los operadores, las razones específicas para dichas manipulaciones. Con esa finalidad, un equipo de trabajo interdisciplinario elaboró dos cuestionarios. El cuestionario „general“ sirvió para recoger apreciaciones generales, de casi mil expertos en seguridad laboral, relativas a esta problemática. El cuestionario „específico“ sirvió para el análisis detallado de las manipulaciones sobre la base de una muestra de aproximadamente 200 máquinas. El equipo de trabajo analizó los datos recabados y elaboró estrategias desde el punto de vista psicológico, ergonómico, organizativo y técnico. De ellas se derivaron recomendaciones operativas, que abordan la problemática de las manipulaciones de forma sistémica: en el ámbito individual, técnico y organizativo. Resumiendo, se puede afirmar que, hasta ahora, la manipulación de máquinas no ha sido considerada de manera adecuada en el marco de la seguridad laboral. Se presentan dos ejemplos concretos de manipulaciones para ilustrar la problemática y se discuten soluciones específicas para prevenir semejantes manipulaciones. Finalmente, se abordan los aspectos de responsabilidad y culpabilidad. Seis aportes del sector industrial comentan los resultados del estudio desde la óptica de un fabricante de maquinaria, de algunos fabricantes de dispositivos de seguridad, así como de una empresa mediana y de una gran empresa.

Danksagung

Das Projektteam bedankt sich sehr herzlich für die engagierte Unterstützung dieses Projektes insbesondere bei folgenden Personengruppen: Allen Betrieben, die ein offenes Ohr für die Problematik gezeigt haben, allen beteiligten Aufsichtspersonen der Berufsgenossenschaften, den Dozenten in den Schulungsstätten der beteiligten Berufsgenossenschaften und des Berufsgenossenschaftlichen Instituts Arbeit und Gesundheit (BGAG) und der Firma SICK für die Unterstützung in der Vorbereitungsphase des Projektes. Ein besonderer Dank geht an die Berufsgenossenschaft für Feinmechanik und Elektrotechnik, die zahlreiche Fragebögen in ihren Ausbildungsseminaren eingesetzt hat.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	13
1.1	Problemlage	13
1.2	Normativer Hintergrund und Begriffsbestimmung	13
1.3	Ziel der Untersuchung	16
2	Untersuchungen	19
2.1	Materialien und Methoden	20
2.1.1	Inhalte der allgemeinen Befragung	21
2.1.2	Inhalte der speziellen Befragung	21
2.2	Auswertungen	22
3	Ergebnisse – Allgemeiner Überblick	23
3.1	Ergebnisse der allgemeinen Befragung	23
3.1.1	Einschätzungen der Manipulationshäufigkeit	23
3.1.2	Schutzeinrichtungen	24
3.1.3	Manipulationsgründe	24
3.1.4	Betriebsarten	24
3.2	Ergebnisse der speziellen Befragung	25
3.2.1	Beschreibung der Maschine	25
3.2.2	Art der manipulierten Schutzeinrichtung	26
3.2.3	Art der Manipulation	26
3.2.4	Manipulationsfolgen	26
3.2.5	Betriebsarten	26
3.2.6	Herstellermerkmale	27
3.2.7	Ergonomische Aspekte	27
3.2.8	Betriebliche Merkmale	27
3.2.9	Bediener	28
4	Ergebnisse aus Sicht der Teildisziplinen	31
4.1	Ergebnisse aus psychologischer Sicht	31
4.1.1	Implizite Theorien	31
4.1.2	Verhaltenskonsequenzen	32

4.1.3	Schwierigkeit zu manipulieren.....	34
4.1.4	Gefahrenkognition.....	36
4.1.5	Sozialer Druck und Verantwortungsdiffusion	38
4.1.6	Ausbildung	39
4.1.7	Zusammenfassung und Empfehlungen.....	39
4.2	Ergebnisse aus ergonomischer Sicht.....	41
4.2.1	Ergebnisse aus den Fragebögen	41
4.2.2	Lösungsansätze	42
4.3	Ergebnisse aus betrieblicher und organisatorischer Sicht	48
4.3.1	Duldung von Manipulationen im Betrieb	48
4.3.2	Schulung und Unterweisung	50
4.3.3	Auffälligkeit von Manipulationen.....	50
4.3.4	Geringe Produktivität an Maschinen mit Sicherheitstechnik	51
4.3.5	Sicherheitskultur in den Unternehmen	52
4.3.6	Einkauf von Maschinen	53
4.3.7	Betriebliche und organisatorische Maßnahmen.....	54
4.4	Ergebnisse aus technischer Sicht	55
4.4.1	Manuelle Eingriffe mit Manipulationen	56
4.4.2	Aufwand der Manipulation aus technischer Sicht.....	60
4.4.3	Zusammenhang mit Richtlinien und Normen	62
4.4.4	Maßnahmen gegen Manipulationen von Schutzeinrichtungen	63
4.4.5	Umsetzung der Maßnahmen	65
4.4.6	Zusammenfassung.....	66
5	Handlungsempfehlungen.....	67
5.1	Fokus Maschinenkonstruktion	67
5.2	Fokus Technische Innovation	68
5.3	Fokus Normung.....	69
5.4	Fokus Betrieb.....	70
5.5	Fokus Ausbildung	71
6	Praktische Beispiele.....	73
6.1	CNC-Bearbeitungszentrum.....	73
6.1.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	73

6.1.2	Besondere Ausstattung und Schutzkonzept	74
6.1.3	Verwendung beim Betreiber	74
6.1.4	Art der Manipulation	74
6.1.5	Gründe für die Manipulation	75
6.1.6	Vorschläge zur Verhinderung der Manipulation	75
6.2	CNC-Drehmaschine	77
6.2.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	77
6.2.2	Besondere Ausstattung und Schutzkonzept	78
6.2.3	Verwendung bei Betreibern	78
6.2.4	Art der Manipulation	79
6.2.5	Gründe für die Manipulation	80
6.2.6	Vorschläge zur Verhinderung der Manipulationen.....	81
6.3	Betriebsart „Prozessbeobachtung in der Fertigung“	82
7	Verantwortlichkeit und Haftung bei manipulierten Maschinen.....	83
7.1	Verantwortung des Herstellers	83
7.1.1	Öffentlich-rechtliche Verantwortung	83
7.1.2	Zivilrechtliche Produktverantwortung	83
7.1.3	Strafrechtliche Verantwortung	86
7.2	Verantwortung des Unternehmers.....	86
7.3	Delegation von Unternehmerpflichten	88
7.4	Verantwortung der Versicherten	89
7.5	Haftungsfolgen.....	89
7.5.1	Strafrechtliche Folgen.....	90
7.6	Ordnungswidrigkeiten.....	93
7.6.1	Verhängung von Geldbußen	93
7.6.2	Präventionsauftrag/Anordnungsbefugnis	93
7.6.3	Bußgeldbewehrte Tatbestände.....	94
7.7	Zivilrechtliche Folgen.....	95
7.7.1	Allgemeine Schadensersatzansprüche	95
7.7.2	Regulierung des Schadens im Unfallversicherungsrecht.....	95
7.7.3	Zweck der Haftungsbeschränkung	96
7.7.4	Regressmöglichkeit der Berufsgenossenschaft.....	96
7.7.5	Forderungsübergang nach § 116 SGB X.....	97

7.8	Arbeitsrechtliche Folgen	97
7.8.1	Arbeitsvertragliche Pflichten/Folgen.....	98
7.9	Vergabe von Aufträgen	99
8	Anmerkungen zu den Ergebnissen der Studie aus Sicht der Industrie.....	101
8.1	Hersteller von Maschinen	101
8.1.1	DECKEL MAHO Pfronten GmbH.....	101
8.2	Hersteller von Schutzeinrichtungen.....	108
8.2.1	SICK AG, Waldkirch.....	108
8.2.2	Elan Schaltelemente GmbH & Co. KG, Wettenberg; K. A. Schmersal GmbH, Wuppertal.....	118
8.2.3	EUCHNER GmbH & Co. KG.....	125
8.3	Maschinenbetreiber	133
8.3.1	AUDI AG.....	133
8.3.2	MEISSNER AG	137
9	Literaturverzeichnis	141
	Anhang A: Instrumente	143
	Anhang B: Ergebnisse der allgemeinen Befragung.....	156
	Anhang C: Ergebnisse der speziellen Befragung.....	161
	Anhang D: Fachausschuss Informationsblatt Nr. 2 – Prozessbeobachtung in der Fertigung	199



1 Einleitung

1.1 Problemlage

Unfalluntersuchungen der Berufsgenossenschaften in Metall verarbeitenden Betrieben deuten darauf hin, dass Schutzeinrichtungen an Maschinen offenbar gezielt manipuliert werden. Auch berichten Aufsichtspersonen z. B. im Rahmen von Fachgesprächen vermehrt über schwere und schwerste Arbeitsunfälle, die auf Manipulationen von Schutzeinrichtungen zurückzuführen sind. Präzise Aussagen über das Ausmaß von Manipulationen in Betrieben und ein damit möglicherweise im Zusammenhang stehendes Unfallgeschehen konnten bislang jedoch nicht getroffen werden, da Manipulationshandlungen an Maschinen oder Schutzeinrichtungen nicht explizit in den Unfallberichten aufgeführt bzw. in den Unfallstatistiken nicht entsprechend verschlüsselt werden. Ebenso liegen noch keine umfassenden Untersuchungen zu den Gründen von Manipulationshandlungen vor, die Ansatzpunkte für die Unfallprävention in diesem Bereich liefern könnten. In einem gemeinsamen Forschungsprojekt führten daher das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitsschutz – BGIA und das Berufsgenossenschaftliche Institut Arbeit und Gesundheit (BGAG) auf Initiative des Fachausschusses Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau sowie der Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft (MMBG) und der Norddeutschen Metall-Berufsgenossenschaft (NMBG) detaillierte Untersuchungen zu Manipulationshandlungen von Schutzeinrichtungen an Maschinen durch. Ein interdisziplinär zusammengesetztes Projektteam aus diesen Institutionen sowie einem Vertreter der Berufsgenossenschaft Metall Süd (BGMS), der Berufsgenossenschaftlichen Zentrale für Sicherheit und Gesundheit (BGZ) und dem Justitiariat des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) nahmen im September 2003 die auf zwei Jahre festgesetzte Projektarbeit auf.

1.2 Normativer Hintergrund und Begriffsbestimmung

Zunächst ist es wichtig festzulegen, was genau unter dem Begriff Manipulation zu verstehen ist und wie ihn das bestehende Normenwerk definiert.



Ohne den Begriff explizit zu verwenden, thematisiert die Maschinenrichtlinie (Anhang 1, Grundsätze für die Integration der Sicherheit, a)) die Problematik folgendermaßen: *„... Maßnahmen müssen darauf abzielen, Unfallrisiken ... selbst in den Fällen auszuschließen, in denen sich die Unfallrisiken aus vorhersehbaren ungewöhnlichen Situationen ergeben.“*

Nach Absatz c) hat der Hersteller die Verpflichtung *„bei der Entwicklung und dem Bau der Maschine sowie bei der Ausarbeitung der Betriebsanleitung ... nicht nur den normalen Gebrauch der Maschine in Betracht [zu] ziehen, sondern auch die nach vernünftigem Ermessen zu erwartende Benutzung der Maschine.“*

Konkreter wird die Forderung in der abschließenden Bemerkung: *„Die Maschine ist so zu konzipieren, daß eine nicht ordnungsgemäße Verwendung verhindert wird, falls diese ein Risiko mit sich bringt. Gegebenenfalls ist in der Betriebsanleitung auf sachwidrige Verwendungen der Maschine besonders hinzuweisen, die erfahrungsgemäß vorkommen können.“*

Unter Punkt 1.4.1 des Anhangs I fordert die Maschinenrichtlinie: *„Die Schutzeinrichtungen ... dürfen nicht auf einfache Weise umgangen oder unwirksam gemacht werden können;...“* In Nr. 1.4.2.2 des Anhangs I ist geregelt: *„Bewegliche Schutzeinrichtungen des Typs B (zur Sicherung von Werkbereichen an Maschinen) müssen so konzipiert und in die Steuerung der Maschine integriert werden, dass [...] bei Fehlen oder Störung eines ihrer Organe das Ingangsetzen verhindert wird oder die beweglichen Teile stillgesetzt werden.“*

Die Verpflichtung nicht nur zum Bau, sondern schon zur Konzeption einer „manipulationsresistenten“ neuen Maschine ist also bereits in einer Binnenmarktrichtlinie verankert. Die Norm DIN EN 1088 „Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen – Leitsätze für Gestaltung und Auswahl“ fordert unter Punkt 5.7: *„Verriegelungseinrichtungen müssen so gestaltet sein, dass sie nicht auf einfache Weise umgangen werden können, und es müssen zweckmäßige Anweisungen für deren Einbau und Instandhaltung zur Verfügung gestellt werden.“*



ANMERKUNG: „Umgehen auf einfache Weise“ bedeutet: „von Hand oder mit einem leicht verfügbaren Gegenstand absichtlich ausgeführte Betätigung“. Leicht verfügbare Gegenstände können sein:

- Schrauben, Nadeln, Blechstücke,
- Gegenstände des täglichen Gebrauchs, z. B. Schlüssel und Münzen sowie Werkzeuge, die für die bestimmungsgemäße Verwendung der Maschine benötigt werden.

Der Änderungsentwurf DIN EN 1088/A1 vom Mai 2005 erweitert und präzisiert, was unter „leicht verfügbaren Gegenständen“ zu verstehen ist. Dazu gehören u. a.

- Ersatzbetätigungselemente oder Ersatzschlüssel für Verriegelungseinrichtungen mit Schlüsseltransfersystemen und
- Werkzeuge, die für die bestimmungsgemäße Verwendung der Maschine erforderlich sind, oder solche, die leicht verfügbar sind (z. B. Schraubendreher, Schraubenschlüssel, Sechskantschlüssel und Zangen).

Nach dem Änderungsentwurf umfasst „Umgehen auf einfache Weise“ die Freigabe von Schaltern oder Betätigungselementen mithilfe der vorgenannten Werkzeuge in der Absicht, eine Verriegelungseinrichtung abzuschalten.

Die Berufsgenossenschaftliche Information BGI 575 „Auswahl und Anbringung elektromechanischer Verriegelungseinrichtungen für Sicherheitsfunktionen“ definiert ebenfalls den Begriff „Umgehen auf einfache Weise“. Die Begriffsbestimmung in diesem nationalen Papier entspricht allerdings nicht der für Neumaschinen maßgeblichen Definition in der europäischen Norm EN 1088.

ISO 12100-1 „Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze“ liefert im Absatz 3.23 folgende Begriffsbestimmung für die Formulierung „Vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung“: *„Verwendung einer Maschine in einer Weise, die vom Konstrukteur nicht vorgesehen ist, sich jedoch aus dem leicht vorhersehbaren menschlichen Verhalten ergeben kann.“*



Mindestvorschriften für Altmaschinen enthalten die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und die von 1986 bis Ende 2003 gültige Unfallverhütungsvorschrift „Kraftbetriebene Arbeitsmittel (VBG 5). Dort heißt es im Anhang 1 Nr. 2.8 BetrSichV: *„Schutzeinrichtungen dürfen nicht auf einfache Weise umgangen oder unwirksam gemacht werden können.“* In §14 der VBG 5 ist u. a. geregelt: *„Grenztaster mit Schutzfunktion müssen durch die Betätigungsart oder ihre Eingliederung in die Steuerung so gesichert sein, dass sie nicht auf einfache Weise umgangen werden können.“* Die Anforderungen an Altmaschinen zur Manipulationsverhinderung entsprechen denen für Neumaschinen.

Da für die vorliegende Untersuchung alle Manipulationen von Interesse sind, die ein Unwirksammachen von Schutzfunktionen verursachen, legte das Projektteam als Arbeitsdefinition für den Manipulationsbegriff fest:

„Manipulation ist das Unwirksammachen von Schutzeinrichtungen mit der Konsequenz, eine Maschine in einer vom Konstrukteur nicht vorgesehenen Weise oder ohne notwendige Schutzmaßnahmen zu verwenden.

Anmerkungen:

1. Es ist dabei unerheblich, mit welchen Mitteln die Manipulation erfolgt.
2. Es sind alle notwendigen manuellen Eingriffe zu berücksichtigen.“

1.3 Ziel der Untersuchung

Um Manipulationen zukünftig präventiv begegnen zu können, ist es wichtig zu erfahren, welche Dimension diese Problematik in der Praxis der Maschinennutzer einnimmt. Die Statistiken der Berufsgenossenschaften lassen jedoch keine unmittelbaren Rückschlüsse auf das Unfallgeschehen aufgrund manipulierter Schutzeinrichtungen zu. Eine Annäherung an den Zusammenhang zwischen Manipulation und Unfallgeschehen kann folgendermaßen geschehen [1]:

Bei der Betrachtung des Unfallschwerpunktes Maschine im Zeitraum von 1996 bis 2000 ergeben sich folgende, über die vier Jahre hinweg kumulierten Unfallzahlen:

- 676 690 nicht tödliche Unfälle und 385 tödliche Unfälle an Maschinen im Betrieb



- ❑ davon ereignen sich 60 % (403 034) aller Maschinenunfälle aufgrund von funktionsgerechten Maschinenbewegungen und nicht aufgrund von Versagen von Material und Sicherheits-Steuerungselementen, Zerstörung, Rutschen, Umkippen, Schwingen, Ruhezustand,
- ❑ von diesen 403 034 Maschinenunfällen geschehen 277 633 beim Bedienen und Steuern (entspricht 41 % aller Maschinenunfälle),
- ❑ von diesen 277 633 Maschinenunfällen beim Bedienen und Steuern ist der Maschinenbediener in 186 175 Fällen „in Ruhe, wird erfasst“ (67 %), er „greift hinein, nähert sich unzulässig an“ in 62 080 Fällen (22 %) und in 29 408 Fällen (11 %) zeigt er „übrige Bewegungen“.

Innerhalb des letztgenannten Aspektes des Bedienens und Steuerns ist der „wahre Wert“ an Arbeitsunfällen durch Manipulationshandlungen zu vermuten. Konkreter lässt sich das Unfallgeschehen mit der Statistik des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften nicht auf Manipulationen beziehen. Es lässt sich aber aufgrund der obigen Auswertungen mit hoher Wahrscheinlichkeit abschätzen, dass das Unfallgeschehen im Zusammenhang mit Manipulationen nicht marginal ist. Auch zeigen die Erfahrungswerte der Präventionsdienste die Aktualität und Wichtigkeit des Problems auf (zusammenfassend siehe [2]). Dennoch leitet sich die Forderung danach ab, die Verbreitung von Manipulation in den Betrieben – unabhängig vom Unfallgeschehen – präziser zu quantifizieren.

Ein weiteres Ziel der Untersuchungen ist es, herauszufinden, welche konkreten Gründe beim Maschinenbediener oder anderen beteiligten Personenkreisen dafür vorliegen, dass der Wunsch zu manipulieren entsteht. Ältere Studien zu dieser Fragestellung zeigen, dass es vor allem Unterbrechungen sowie motorische Erschwerungen der eigentlichen zielführenden Handlung sind, die der Manipulation zugrunde liegen [3 bis 5]. Die Ergebnisse dieser Studien basieren auf 60 Unfällen, die anhand von Unfallberichten, also retrospektiv, ausgewertet wurden. Ihre Aussagekraft ist somit auf die in den Unfallberichten angegebenen Daten beschränkt. Für eine möglichst alle Instanzen umfassende Analyse des Manipulationsgeschehens, die über eine rein ergonomische



Betrachtung hinausgeht, ist jedoch eine Ausweitung auf weitere Aspekte, wie z. B. die Risikowahrnehmung oder spezielle technische (z. B. Art der Schutzeinrichtung) und betriebliche Aspekte (z. B. Duldung durch den Betrieb), notwendig. Eine solche Untersuchung, die auch individuelle Einschätzungen beinhaltet und Erkenntnisse aus der direkten Befragung der „beteiligten“ Personen gewinnt, konnte nur vor Ort im Betrieb durchgeführt werden. Ausgehend von diesen Ergebnissen wurden dann Vorschläge zur Reduzierung von Manipulationen erarbeitet.



2 Untersuchungen

Der „Königsweg“, um an den wahren Wert der Häufigkeit von Manipulationen in Betrieben zu gelangen, ist eine Totalerhebung des Istzustands. Dies setzt jedoch voraus, dass die mit der Untersuchung beauftragten Personen während der Datenerhebung auch den realen Istzustand in den Betrieben vorfinden, d. h. eine Unterstützung von Seiten des Mitgliedsbetriebs muss gewährleistet sein. Außerdem bedeutet eine Totalerhebung einen erheblichen – nach Einschätzung des Projektteams nicht zu vertretenden – ökonomischen und organisatorischen Aufwand: Ca. 133 000 Mitgliedsbetriebe alleine aus dem Zuständigkeitsbereich der Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften (VMBG) zu analysieren, würde wohl deren Infrastruktur über Jahre lähmen. Somit kamen nur eine Teilung der Fragestellung und eine Stichprobenerhebung in Betracht.

Um eine möglichst aussagekräftige und repräsentative Datenbasis mit Antworten auf Fragen, die auf die Häufigkeit von Manipulationen in Betrieben zielen, zu erhalten, wurde ein ökonomisches – d. h. ein kurzes und schnell auszufüllendes – Fragebogeninstrument konstruiert, das sowohl von Aufsichtspersonen der beteiligten Berufsgenossenschaften als auch im Rahmen von Veranstaltungen in Schulungsstätten der beteiligten Berufsgenossenschaften sowie im BGAG und der BGFE schnell beantwortet werden konnte (Anhang A, Seite 143).

Zur Erfassung der Aspekte, die konkrete Situationen in den Metall verarbeitenden Betrieben widerspiegeln, wurde ein detailliertes Instrument (Anhang A, Seite 143) entwickelt, das von den Aufsichtspersonen der beteiligten Berufsgenossenschaften im Betrieb während ihrer Routinebegehung in Zusammenarbeit mit Betriebsangehörigen ausgefüllt wurde. So konnte einerseits eine breite Datenbasis geschaffen werden, die valide Schlüsse über das Ausmaß und die Bedeutung von Manipulationen zulässt. Andererseits konnte die Befragung in den Betrieben dafür genutzt werden, um vom Maschinenbediener und anderen betriebsinternen Personen konkrete Anhaltspunkte dafür genannt zu bekommen, was die genauen Gründe für die jeweilige Manipulation



waren. Die Maschinenbediener wurden in diesem Zusammenhang als Experten verstanden.

2.1 Materialien und Methoden

Nach Auswertung von 64 der Öffentlichkeit nicht zugänglichen sehr umfangreichen Unfallberichten (z. B. eines Herstellers von Schutzeinrichtungen) und weiteren Vorarbeiten entwickelte ein interdisziplinär zusammengesetztes Expertenteam aus Ergonomen, Psychologen, Physikern, Ingenieuren und Volkswirtschaftlern die Inhalte der beiden Erhebungsinstrumente. Die allgemeinen Befragungen fanden im Frühjahr und Sommer 2004 in den Schulungsstätten des BGAG, der MMBG, der Berufsgenossenschaft für Feinmechanik und Elektrotechnik (BGFE)¹, der NMBG und in den Präventionsdiensten der BGMS. Befragungskoordinatoren vor Ort stellten sicher, dass Befragte gewonnen werden konnten, die in Metall verarbeitenden Betrieben arbeiten bzw. diese Betriebe als Aufsichtspersonen betreuten. Im gleichen Zeitraum begannen die Präventionsdienste der BGMS, MMBG und NMBG damit, während ihrer Betriebsbesichtigungen genauere Analysen mithilfe des speziellen Fragebogens vorzunehmen. Im Idealfall sollte dieser direkt im Betrieb in Kooperation mit Maschinenbediener und/oder der Fachkraft für Arbeitssicherheit (FASi) ausgefüllt werden. War dies nicht möglich, so konnten die Aufsichtsperson ihre Einschätzungen auch im Nachhinein eintragen. Untersuchungsgegenstand waren stationäre Anlagen und Maschinen. Immer, wenn eine manipulierte Schutzeinrichtung entdeckt oder im Gespräch mit Betriebsangehörigen offen auf eine Manipulation hingewiesen wurde, kam der Fragebogen zur Anwendung. Stieß die Manipulationsproblematik im Betrieb auf besonders offene Ohren, dann konnte die FASi auch direkt – eventuell zusammen mit der Aufsichtsperson – die Einschätzungen vornehmen. Um Anonymität sicherzustellen, wurde auf die Erhebung spezifischer Kennwerte, mit denen die Betriebe detailliert beschrieben werden, verzichtet. Aus diesem Grund können auch keine quantitativen Aussagen darüber getroffen werden, ob die Struktur der Stichprobe der Struktur aller Betriebe (Grund-

¹ In der BGFE wurde eine leicht verkürzte Fassung des Fragebogens verwendet.



gesamtheit) entspricht. Allerdings ist aufgrund der zufälligen Verteilung der Fragebögen innerhalb der mitwirkenden Präventionsdienste und damit auch der analysierten Betriebe davon auszugehen, dass mit der Stichprobe ein repräsentativer Ausschnitt aus der Grundgesamtheit aller betreuten Betriebe erzielt wurde. Der Rücklauf der Fragebögen wurde durch die Präventionsdienste bzw. die an den Schulungsmaßnahmen beteiligten Personen gewährleistet.

2.1.1 Inhalte der allgemeinen Befragung

Der allgemeine Fragebogen (siehe Anhang A, Seite 143) – vor allem zum Einsatz in Schulungsstätten – beinhaltete Einschätzungen der Befragten darüber, wie hoch der Anteil manipulierter Schutzeinrichtungen in ihrem Betrieb ist. Zudem wurde erfragt, wie sich Manipulationen auf das Unfallgeschehen auswirken. Es sollte eingeschätzt werden, in wie viel Prozent der Betriebe Manipulationen geduldet werden und wie groß die Manipulationshäufigkeit an verschiedenen Arten von Schutzeinrichtungen ist (außer bei den Fragebögen der BGFE). Eine offene Frage nach den Gründen für Manipulationshandlungen sollte ein erstes, allerdings recht undifferenziertes Bild über die in der befragten Stichprobe vorliegenden Erklärungskonzepte liefern. Auch eine spontane Nennung der Betriebsart, für die bzw. in der manipuliert wird, sollte erste Aufschlüsse über Ansatzpunkte für Verbesserungen liefern und eine Gewichtung zu fokussierender Arbeitsphasen erleichtern.

2.1.2 Inhalte der speziellen Befragung

Der spezielle Fragebogen (siehe Anhang A, Seite 143) erlaubt im Vergleich zur allgemeinen Befragung, die generelle Meinungen einer umfangreichen Expertengruppe abbildet, einen vertiefenden Blick auf das Manipulationsgeschehen im Betrieb. Das Instrument erhebt detaillierte Angaben zu folgenden Aspekten:

- Beschreibung der Maschine (Typ, Baujahr, Kennzeichnung),
- Art der manipulierten Schutzeinrichtung,
- Art und Weise der Manipulation,



- Manipulationsfolgen (Unfall, Gefährdungseinschätzung der Manipulation durch Aufsichtsperson),
- Betriebsarten, für die bzw. in denen manipuliert wird,
- Herstellermerkmale (z. B. Mitlieferung von „Manipulationswerkzeug“),
- ergonomische Aspekte (z. B. Beobachtung des Arbeitsprozesses),
- betriebliche Aspekte (z. B. Unterweisung, Duldung, Thematisierung von Manipulationen),
- Bedienermerkmale (z. B. Gefährdungseinschätzung, absolut und relativ zur Einschätzung durch die Aufsichtsperson), Kenntnis der betrieblichen und rechtlichen Konsequenzen),
- Bediener als Experte (direkte Erfragung von Nutzen der Manipulation, von Änderungswünschen an der Maschine und von betrieblichen Maßnahmen).

2.2 Auswertungen

Die Aspekte in den Fragebögen decken ein breites Spektrum des Systems Mensch-Technik-Organisation ab. Sie stellen in weiten Teilen explorative Fragen zur Manipulation von Schutzeinrichtungen dar. Die Rückläufe wurden im BGAG und BGIA gesammelt und im Sommer 2004 mit der Statistiksoftware SPSS im BGIA ausgewertet.



3 Ergebnisse – Allgemeiner Überblick

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Datenexplorationen zusammenfassend dargestellt. Ausführlichere Darstellungen (z. B. auch deskriptivstatistischer Auswertungen) finden sich in den Anhängen B und C (siehe Seite 156 und 161).

3.1 Ergebnisse der allgemeinen Befragung

Bei der Auswertung der allgemeinen Befragung konnte auf eine Stichprobe von 940 ausgefüllten Fragebögen zurückgegriffen werden. Dabei stammten etwa 65 % der Aussagen von Aufsichtspersonen oder Fachkräften für Arbeitssicherheit, also Arbeitsschutzexperten, die restlichen 35 % von nicht näher spezifizierten Schulungsteilnehmern aus dem betrieblichen Bereich oder Management. Ergebnisse dieser Personengruppen wurden in Relation zur Gesamtgruppe analysiert (vgl. Angaben in Anhang A, Seite 143).

3.1.1 Einschätzungen der Manipulationshäufigkeit

Nach Einschätzung der 940 Befragten sind knapp 37 % der Schutzeinrichtungen an Maschinen ständig oder vorübergehend manipuliert. Die Fachkräfte für Arbeitssicherheit als Experten aus den Betrieben schätzen das Ausmaß signifikant niedriger ein, dennoch ist nach ihrer Einschätzung immerhin knapp ein Drittel der Schutzeinrichtungen manipuliert.

Dabei kann es in etwa der Hälfte der Manipulationen zu Unfällen kommen. Knapp ein Viertel aller Arbeitsunfälle ist nach Meinung aller Befragten auf Manipulationen zurückzuführen. Wie bereits oben erwähnt, ergibt die Statistik des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) einen Anteil von etwa 41 % Arbeitsunfällen an Maschinen im Betrieb, die sich beim „Bedienen und Steuern“ ereignen. Damit wäre nach Einschätzung der 940 Auskunftspersonen ein erheblicher Anteil von Maschinenunfällen, die sich – laut HVBG-Statistik – beim Bedienen und Steuern ereignen, auf Manipulationen zurückzuführen.



Besonders heikel ist zudem die Einschätzung, dass in etwa einem Drittel aller Betriebe manipulierte Maschinen bzw. Schutzeinrichtungen geduldet werden. Bereits hier zeigt sich, dass Auswirkungen und Folgen von Manipulationen noch nicht in ausreichendem Maße bei den Betreiberfirmen präsent sind.

3.1.2 Schutzeinrichtungen

Trennende Schutzeinrichtungen, oftmals in Kombination mit elektromechanischen oder seltener mit berührungslos wirkenden Positionsschaltern, sowie Zuhaltungen stellen ein besonderes Problem dar, da sie nach Einschätzung der Befragten besonders häufig manipuliert werden. Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen wie Laserscanner oder Lichtgitter werden verhältnismäßig selten manipuliert. Die Frage nach der Häufigkeit von Manipulationen bestimmter Schutzeinrichtungen war nicht Bestandteil des Fragebogens, der in der BGFE eingesetzt wurde.

3.1.3 Manipulationsgründe

Auf die offene Frage nach Gründen für Manipulationen an Schutzeinrichtungen wird der Aspekt Zeitgewinn/schnelleres Arbeiten in etwa 22 % der Fälle angegeben. Zusammen mit den Aspekten Zeit-/Leistungsdruck (14 %) und Produktionssteigerung (7 %) bezieht sich knapp die Hälfte (43 %) der spontanen Äußerungen auf die zeitliche Optimierung des Arbeitsablaufs. Dieser Aspekt ist bei der Konstruktion bzw. Abstimmung des Systems Mensch-Maschine-Schutzeinrichtung offenbar in besonderem Maße zu berücksichtigen.

3.1.4 Betriebsarten

Die angegebenen Betriebsarten bzw. notwendigen manuellen Eingriffe, bei denen am häufigsten Manipulationen stattfinden, sind nicht trennscharf voneinander abzugrenzen. So ist die vergleichsweise niedrige Nennungshäufigkeit des Automatikbetriebs nicht ohne den notwendigen manuellen Eingriff bei der Störungsbeseitigung an der Maschine oder im Arbeitsablauf zu betrachten, denn beides findet in der Regel im Automatikbetrieb statt; beide Aspekte werden mit am häufigsten genannt. Auch



zeigt sich bereits bei der allgemeinen Befragung, dass das Einrichten bzw. Einstellen besonders problematisch ist. Dass dies möglicherweise in engem Zusammenhang mit der Beobachtbarkeit des Arbeitsprozesses zu sehen ist, zeigen die Ergebnisse der speziellen Befragung.

3.2 Ergebnisse der speziellen Befragung

Die spezielle Befragung gibt Auskunft über konkrete Situationen im Betrieb, wenn von der Technischen Aufsichtsperson eine manipulierte Schutzeinrichtung oder Maschine entdeckt oder von Beschäftigten offen auf sie hingewiesen wurde. Dabei bekommen möglicherweise die offensichtlichen und visuell leicht erkennbaren Manipulationen mehr Raum in der Stichprobe als Manipulationen beispielsweise in der Software. Aussagen über Anteile, zum Beispiel bestimmter Maschinentypen oder Schutzeinrichtungen, müssen vor diesem Hintergrund und immer unter Zuhilfenahme der Ergebnisse aus der allgemeinen Befragung interpretiert werden. Dennoch zeigt sich gerade bei der Beschreibung der untersuchten Schutzeinrichtungen, dass eine ähnliche Gewichtung wie bei der allgemeinen Befragung vorlag.

Für die Auswertung standen 202 spezielle Fragebögen zur Verfügung. Davon entfielen auf den gesamten Präventionsdienst der BGMS 63, auf den Präventionsdienst München der BGMS 59, auf den Präventionsdienst der MMBG 43 und auf den Präventionsdienst der NMBG 37 ausgefüllte Fragebögen. Die Daten stammten zu 71 % aus kleinen und mittleren Unternehmen, wobei in Anlehnung an die Klassifikation der Europäischen Kommission eine Betriebsgröße von weniger als 250 Mitarbeitern als Kriterium galt. Eine Erhebung des Umsatzes oder der Bilanzsumme des Betriebs erfolgte aufgrund der zugesicherten Anonymität der Mitgliedsbetriebe nicht.

3.2.1 Beschreibung der Maschine

Den Hauptanteil der Stichprobe an Maschinen, an denen manipuliert wurde, stellen Bearbeitungszentren, Pressen sowie CNC-Fräs- und Drehmaschinen. 58 % der untersuchten Maschinen stammen aus dem Baujahr 1995 oder sind jünger. Es handelt sich



also keineswegs um veraltete Maschinen, die manipuliert werden. Etwa die Hälfte der Maschinen trägt eine CE-Kennzeichnung.

3.2.2 Art der manipulierten Schutzeinrichtung

Die Antworten zeigen eine vergleichbare Struktur für die Art der manipulierten Schutzeinrichtung wie die Ergebnisse aus der allgemeinen Befragung: Es sind vor allem elektromechanische Positionsschalter – oftmals in Kombination mit trennenden Schutzeinrichtungen – die manipuliert wurden.

3.2.3 Art der Manipulation

Es sind vor allem ausgebaute und eingesteckte getrennte Betätiger (Bauart 2), überbrückte Schalter und demontierte Schalter, die einen Großteil der Manipulationsmodi ausmachen. Für etwa drei Viertel der Manipulationen war nach Einschätzung der Befragten kein großer Aufwand, wie zum Beispiel das Anfertigen oder Kaufen eines Werkzeugs oder Schlüssels, erforderlich.

3.2.4 Manipulationsfolgen

An den untersuchten Maschinen haben sich 27 Unfälle und 13 Beinahe-Unfälle ereignet, was einem Anteil von ca. 20 % der Gesamtstichprobe entspricht. Einschränkend ist anzumerken, dass die (Beinahe-)Unfälle nicht ausschließlich auf die Manipulation als Ursache zurückgeführt werden können. Die durch Manipulation hervorgerufene Gefährdung schätzen die Aufsichtspersonen im Schnitt mit 4,23 auf einer sechsstufigen Skala von 1 = sehr niedrig bis 6 = sehr hoch ein. Dass dies in bedeutendem Gegensatz zur Gefährdungseinschätzung des Maschinenbedieners steht, wird in Abschnitt 3.2.9 (siehe Seite 28) vertieft.

3.2.5 Betriebsarten

Die Untersuchung der Betriebsarten bzw. notwendigen manuellen Eingriffe, für die bzw. in denen in der untersuchten Stichprobe manipuliert wurde, ergab als



Schwerpunkte den Automatikbetrieb und das Einrichten/Einstellen. Programmieren und Nachregeln sind – mit einigem Abstand – die in der Wichtigkeit darauf folgenden Phasen. Für einen beträchtlichen Teil der Maschinen von ca. 30 bis 40 %, für die der Automatik- oder der Einrichtbetrieb manipuliert wurde, sind jedoch keine sicherheitsgerechten Lösungen vorhanden, ohne zu manipulieren. Werden für bestimmte Betriebszustände Manipulationen vorgenommen, so werden sie in mehr als zwei Drittel der Fälle auch für den Automatikbetrieb nicht wieder rückgängig gemacht. In 90 % der Fälle kann die Manipulation nach Einschätzung der Befragten schnell wieder rückgängig gemacht werden.

3.2.6 Herstellermerkmale

In 19 Fällen hat der Wartungs- oder Installationsdienst des Herstellers aktiv zur Manipulation beigetragen, indem er die Möglichkeiten dazu aufgezeigt hat. In zehn Fällen wurde das „Manipulationswerkzeug“, z. B. Code, Schlüssel oder Klemmanschluss, sogar direkt mitgeliefert.

3.2.7 Ergonomische Aspekte

Bei der Auswertung der Fragen zur Ergonomie zeigt sich, dass die Schutzeinrichtung in vielen Fällen nur eine eingeschränkte Sicht auf den Arbeitsprozess bzw. auf das Werkzeug oder Werkstück zulässt, dass sie die Nutzungsmöglichkeit der Maschine einschränkt oder dass sie das Arbeitstempo an der Maschine und den eigentlichen Arbeitsprozess verlangsamt. 23 (also mehr als 10 %) an Maschinen verbaute Schutzeinrichtungen sind neuartig und erfordern ein Umlernen von Gewohnheiten. In 145 Fällen kann die Schutzeinrichtung ohne großen Aufwand außer Kraft gesetzt werden.

3.2.8 Betriebliche Merkmale

Wie stellt sich nun die Situation in den Betreiberfirmen dar? Schulung bzw. Informationsvermittlung zum Thema Manipulation ist defizitär. So wurden über 20 % der Bediener nicht unterwiesen, in knapp der Hälfte aller Betriebe (45 %) werden Manipulationen nicht thematisiert, in etwas mehr als der Hälfte gibt es keine organisatorischen



Maßnahmen, um Sicherheitsproblemen beim Umgehen von Schutzeinrichtungen zu begegnen. Zudem ist etwa ein Viertel der Vorgesetzten über mögliche Rechtsfolgen nicht aufgeklärt. Auch werden in über der Hälfte aller Fälle die Wünsche der Bediener oder Instandhalter beim Kauf einer Maschine nicht berücksichtigt. Knapp ein Drittel aller Maschinen und Anlagen werden trotz sicherheitstechnischer Konstruktionsfehler nicht reklamiert. Dies resultiert darin, dass in fast 60 % der untersuchten Fälle Manipulationen im Betrieb geduldet werden; in ca. 14 % werden sie von den Maschinenbedienern sogar explizit erwartet.

3.2.9 Bediener

Beim Umgang mit einer manipulierten Maschine bzw. Schutzeinrichtung fühlen sich über 80 % des Bedienpersonals nicht unsicher, etwa 29 % sehen sich als mutig an und nehmen das erhöhte Unfallrisiko gerne in Kauf, fast ein Drittel empfindet die Schutzeinrichtung als Schikane und gibt an, dass an der Maschine keine Schutzeinrichtung nötig ist. Knapp die Hälfte steht der Manipulation nicht kritisch gegenüber. Dabei sind über der Hälfte die betrieblichen und rechtlichen Konsequenzen des Manipulierens unklar. 5 % wissen gar nicht, dass sie an einer manipulierten Maschine arbeiten.

Die Gefährdungseinschätzung der Bediener, die auf dem gleichen Skalentypus vorgenommen wurde wie die Gefährdungseinschätzung durch die Aufsichtspersonen, ergab auf der sechsstufigen Skala mit den Polen „1 = sehr niedrig“ und „6 = sehr hoch“ einen durchschnittlichen Wert von 2,53. Zum Vergleich: Der Durchschnittswert der Technischen Aufsichtspersonen war 4,23. Geht man davon aus, dass die Gefährdungseinschätzung durch Experten (Aufsichtspersonen) den näherungsweise wahren Wert darstellen, dann liegt eine Gefährdungsunterschätzung durch das Bedienpersonal vor.

Eine Besonderheit der Befragung bestand darin, die Meinungen, Konzepte und Erklärungsmuster der Maschinenbediener direkt zu erfragen; schließlich hat dieser Personenkreis die Manipulation in der Regel ausgeführt. Die genauen Gründe für sein Handeln konnten dabei unmittelbar und auf die jeweilige Situation bezogen erfragt werden. Auf die Frage, welchen konkreten Nutzen die Manipulation für den Bediener



habe, gab etwa ein Viertel der Befragten bei der offenen Frage einen beschleunigten Arbeitsprozess und eine höhere Produktivität an. Die Beobachtbarkeit des Arbeitsprozesses spielt für einen etwa vergleichbar großen Anteil eine bedeutende Rolle. In immerhin über 9 % der Fälle ist die Manipulation für den Arbeitsprozess notwendig. Etwa 8 % sehen durch die Manipulation eine effizientere Störungsbeseitigung, etwa 7 % einen schnelleren Einrichtprozess realisiert.

Das Antwortmuster auf die Frage nach konkreten Änderungswünschen ist erwartungsgemäß heterogen, da für jede Situation vor Ort und für jede Maschine durchaus unterschiedliche Lösungskonzepte zu erwarten waren. So fordern etwa 11 % Maßnahmen zur Verbesserung der Sicht auf das Werkstück bzw. auf den Arbeitsprozess, über 8 % geben an, dass eine neue Betriebsart eingeführt werden sollte, knapp 6 % fordern eine Verbesserung der Abstimmung zwischen Mensch und Maschine. Die direkte Erfragung betrieblicher Maßnahmen zur Prävention von Manipulation brachte in etwa 20 % den Wunsch nach Schulungsmaßnahmen zu Tage. Über 8 % fordern die Neubeschaffung oder zumindest den Umbau der Maschine und über 5 % fordern, den Bediener in die Neubestellung mit einzubeziehen.



4 Ergebnisse aus Sicht der Teildisziplinen

Die allgemeinen Auswertungen der Rohdaten zeigen viele Ansatzpunkte für Verbesserungen. Um die Daten zusammenzuführen, bietet sich zunächst eine Analyse spezifischer Teilergebnisse jeweils aus der Sicht der Psychologie, der Ergonomie, aus Sicht betrieblicher Zusammenhänge und aus Sicht der Technik an. Die folgenden vier Abschnitte geben einen Überblick über die fachspezifischen Sichtweisen, bevor diese in Handlungsempfehlungen mit konkreten Verbesserungsvorschlägen resultieren.

4.1 Ergebnisse aus psychologischer Sicht

4.1.1 Implizite Theorien

Bei impliziten Theorien handelt es sich um Überzeugungen einer Person, die eine Beurteilung von Menschen und Situationen maßgeblich bestimmen, ohne dass zuvor eine kritische Analyse erfolgte. Mit Frage III. des allgemeinen Fragebogens wurden implizite Theorien über Gründe für die Manipulation von Schutzeinrichtungen erfasst. Am häufigsten gaben die Befragten hier einen Zeitgewinn ($n = 353$) an. In die gleiche Richtung zielen 118 Antworten, die Produktionssteigerung benannten, sowie die 226 Antworten, die Zeit- und Leistungsdruck nannten. Der am zweithäufigsten benannte Grund „Bequemlichkeit“ kann inhaltlich in Verbindung gebracht werden mit der genannten Vereinfachung/Erleichterung der Arbeit ($n = 122$) und der schlechten Ergonomie der Maschine/Schutzeinrichtung ($n = 177$). Auch die Erleichterung bestimmter Betriebsarten ($n = 153$) ist hier zu benennen. Der Umgang mit Gefahren (Ignoranz, Risikounterschätzung, Gefahrenunkenntnis, Mangel an Reflexionen) spielt mit 179 Nennungen eine vergleichsweise untergeordnete Rolle. Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass eine Verbesserung der Arbeitssituation der Grund für Manipulationen ist. Die Vorteile sind Zeitgewinn und ein Zugewinn an Bequemlichkeit, u. a. um mangelnde ergonomische Gegebenheiten der Maschine auszugleichen. Die folgenden Ausführungen bestätigen die impliziten Theorien.



4.1.2 Verhaltenskonsequenzen

Verhaltenstheoretische Modelle zur Erklärung von Verhalten gehen davon aus, dass positive Konsequenzen auf ein Verhalten zur Steigerung der Verhaltenswahrscheinlichkeit in der Zukunft führen, negative Konsequenzen dagegen zu deren Reduzierung. Als positive Konsequenzen gelten Belohnungen (Verstärkung) und der Wegfall negativer Konsequenzen (negative Verstärkung). Als negative Konsequenzen gelten die Bestrafung sowie der Verstärkerentzug, das bedeutet der Wegfall von Belohnungen, die früher auf das gezeigte Verhalten erfolgten. Wenn Schutzeinrichtungen an Maschinen manipuliert werden, basiert dieses Verhalten auf negativen Verstärkungsprozessen: Negative Verhaltenskonsequenzen treten selten auf und das Arbeiten mit vorhandener Schutzeinrichtung ist häufig nachteilig.

Verhaltenskonsequenzen von Manipulationen

Werden in den Betrieben manipulierte Maschinen geduldet, bedeutet dies, dass negative Verhaltenskonsequenzen von Manipulationen wegfallen (negative Verstärkung, z. B. niemand wird gerügt). Eine solche Duldung von Manipulationen bestätigen 37 % der Aufsichtspersonen und 33 % der Fachkräfte für Arbeitssicherheit. Auch die Tatsache, dass 74 % der Befragten berichten, die Schutzeinrichtung sei ohne großen Aufwand außer Kraft zu setzen, bestätigt ein Ausbleiben negativer Konsequenzen für den Vorgang des Manipulierens.

Eine Reihe positiver und negativer Verstärker für die Manipulation von Maschinen wird mit den Antworten auf die offenen Fragen an den Bediener abgebildet. Wichtigste positive Verstärker sind der beschleunigte Arbeitsprozess (23 %), die Ermöglichung der Beobachtung des Prozesses (12 %), die effizientere Störungsbeseitigung (8,2 %) und die Bewegungs- und Arbeitserleichterung (8 %).



Verhaltenskonsequenzen auf das Arbeiten an Maschinen mit Schutzeinrichtungen

Die Befragten schätzen mehrere negative Verhaltenskonsequenzen auf das Arbeiten mit vorhandener Schutzeinrichtung als mittel bis stark ausgeprägt ein. Hierzu gehört die Einschränkung der Sicht auf den Arbeitsprozess (Mittelwert (MW) = 2,6), Einschränkung der Nutzungsmöglichkeit der Maschine (MW = 2,06), Verlangsamung des Arbeitstempos an der Maschine (MW = 2,01) sowie die Unterbrechung des eigentlichen Arbeits- bzw. maschinellen Prozesses (MW = 1,98). Gemessen wurde auf einer vierstufigen Skala mit den Polen „1 = gar nicht“ und „4 = sehr stark“. Hinzu kommt, dass 12 % der Befragten angeben, dass die Schutzeinrichtung ein Umlernen von Gewohnheiten beim Ausführen der Tätigkeit erfordert. Auch das Fehlen von Möglichkeiten zur Beobachtung des Arbeitsprozesses sowie die ungünstige Gestaltung von Maschinen, die entweder umgebaut oder neu beschafft werden sollten, verdeutlichen negative Konsequenzen beim Arbeiten unter Verwendung der Schutzeinrichtung.

Wegfall von Verstärkungen im Falle der Optimierung von Maschinen

Angaben zu der Frage, was an einer Maschine geändert werden sollte, damit der Wunsch zu manipulieren gar nicht erst entsteht, können Aufschluss darüber geben, welche positiven und negativen Verstärkungen für das Manipulieren im Falle der Veränderung wegfallen würden. Hier wird deutlich, dass die Schutzeinrichtungen für die bestehenden Betriebsarten offensichtlich hinderlich sind, was zum Wunsch nach einer weiteren Betriebsart mit ausgeschalteter Schutzeinrichtung (z. B. Betriebsart Prozessbeobachtung) führt. Auch ergonomische Aspekte zielen in diese Richtung: Eine Vereinfachung der Fehlersuche und Fehlerbeseitigung, die Verbesserung der Mensch-Maschine-Interaktion und der Bedienerfreundlichkeit der Schutzeinrichtung werden gefordert. Einschränkungen beim Arbeiten mit der Schutzeinrichtung entfallen, wenn Maschinen optimiert werden.



Von den Befragten empfohlene Verhaltenskonsequenzen

Antworten auf die Frage, welche betrieblichen Maßnahmen ergriffen werden müssten, um Manipulationen vorzubeugen, geben Hinweise darauf, welche Verhaltensfolgen als wichtig eingeschätzt werden, um Manipulationen zu verhindern oder zu reduzieren. Negative Konsequenzen auf das Verhalten Manipulation werden massiv gefordert: Dies sind z. B. das Verdeutlichen von Folgen, auch rechtlicher Art, die Strafandrohung und das Aussprechen von Verboten einschließlich deren Kontrolle.

Insgesamt kann man festhalten, dass Verhaltenskonsequenzen eine wichtige Rolle spielen. Manipulationen führen zu positiven und negativen Verstärkungen, wie z. B. ein beschleunigter Arbeitsprozess oder die Duldung von Manipulationen. Verstärkungen erhöhen die Auftrittswahrscheinlichkeit für ein Verhalten, somit wird also die Wahrscheinlichkeit zu manipulieren aufgrund von positiven und fehlenden negativen Konsequenzen erhöht. Wird hingegen mit Schutzeinrichtungen gearbeitet, gibt es eine Reihe von negativen Verhaltenskonsequenzen, wie z. B. Einschränkung der Sicht auf den Arbeitsprozess. Dies verringert die Auftretenswahrscheinlichkeit für ein Verhalten, also die Wahrscheinlichkeit mit Schutzeinrichtungen zu arbeiten.

4.1.3 Schwierigkeit zu manipulieren

Etwa drei Viertel der Befragten berichten, dass Schutzeinrichtungen ohne großen Aufwand außer Kraft zu setzen sind. Neben dem Ausbleiben negativer Konsequenzen für den Vorgang des Manipulierens ist als weitere (theoretische) verhaltensklärende Variable die so genannte wahrgenommene Verhaltenskontrolle zu berücksichtigen, also die Erwartungen einer Person, dass bestimmte Ereignisse sie davon abhalten könnten, ein angestrebtes Verhalten in die Tat umsetzen zu können. Aspekte zur Einschätzung der Ausführbarkeit bzw. der Schwierigkeit der Manipulationshandlung durch den Manipulierenden werden hier näher untersucht.



Materieller und zeitlicher Aufwand

Insgesamt stellt sich heraus, dass Manipulationshandlungen einfach auszuführen sind. So musste für etwa drei Viertel der in den Betrieben untersuchten Manipulationen kein materieller Aufwand, wie beispielsweise die Herstellung oder der Kauf eines Werkzeugs oder Schlüssels, getrieben werden. Für die Manipulation bedeutet dies, dass sie verhältnismäßig wenig Vorbereitungen und geplantes Handeln erfordert, was sich auch in der benötigten Zeit niederschlägt: Durchschnittlich dauert die Manipulation lediglich etwa 12 Minuten. Manipuliert werden kann also zu einem beträchtlichen Anteil sprichwörtlich „im Vorbeigehen“, es erfordert offenbar wenig organisatorischen, materiellen und monetären Aufwand.

Konstruktive Merkmale der Schutzeinrichtung

Fokussiert man auf die Schutzeinrichtungen, die besonders häufig manipuliert werden, dann ergibt sich sowohl aus der allgemeinen als auch aus der speziellen Befragung im Betrieb ein klares Muster: Speziell trennende Schutzeinrichtungen sowie Positionsschalter, die in engem Zusammenhang mit trennenden Schutzeinrichtungen zu sehen sind, werden relativ häufiger manipuliert als andere. Ob diese Schutzeinrichtungen besonders leicht zu manipulieren sind, wird im Abschnitt 4.4 (Ergebnisse aus technischer Sicht) näher behandelt. Dass jedoch nach Einschätzung der befragten Personen mehr als 90 % der Manipulationen schnell wieder rückgängig gemacht werden können, erleichtert dem Bediener die Entscheidung zu manipulieren, da er sein Tun im Bedarfsfalle (z. B. bei interner oder externer Kontrolle) mit relativ wenig Aufwand revidieren kann und keine negativen Konsequenzen zu erwarten hat.

Extrinsische Motivation

In einigen Fällen (ca. 10 %) wird der Manipulierende explizit für sein Handeln extrinsisch (d. h. von außen) motiviert, indem die Möglichkeiten zur Manipulation durch den Wartungs- oder Installationsdienst des Maschinenherstellers aufgezeigt werden. In 5 % der Fälle wurde die Maschine sogar direkt mit Manipulationswerkzeug ausgeliefert. Der Manipulierende muss hier noch nicht einmal selbst „kreativ“ im Sinne einer



Problemlösung werden, er kann sich auf das Wissen bzw. die Ressourcen Externer verlassen. Der Ausbildung einer reflektierten und manipulationskritischen Einstellung beim Bediener tritt die „sozial unterstützende“ Haltung des Installationsdienstes entgegen und motiviert oder unterstützt ihn mittelbar darin zu manipulieren.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Manipulationen verhältnismäßig einfach durchzuführen sind. Die konstruktiven Schutzkonzepte der Maschinen lassen in weiten Teilen schnell durchzuführende Manipulationen zu, die zudem schnell wieder rückgängig gemacht werden können. Aus Sicht des Bedieners bzw. Manipulierenden wirken diese Aspekte unterstützend: Berücksichtigt er während der Entscheidung die Konsequenzen seines Tuns, dann sind diese lediglich in einem geringen zeitlichen, gedanklichen, organisatorischen und monetären Aufwand während der Manipulationshandlung zu sehen. Außerdem sind Manipulationen leicht revidierbar und somit wenig auffällig. Dies wirkt negativ verstärkend, d. h. negative Verhaltenskonsequenzen fallen weg.

4.1.4 Gefahrenkognition

Die Gefahrenkognition ist die gedachte subjektive Einschätzung der Gefährlichkeit eines Ereignisses (Tätigkeit, Zustand), bei dem es zu einer Schädigung oder Beeinträchtigung von Personen kommen kann. Die subjektiv eingeschätzte Gefährlichkeit kann mit der tatsächlichen Gefahr übereinstimmen. Man spricht dann von realistischer Gefahrenkognition. Die tatsächliche Gefahr kann aber auch über- oder unterschätzt werden, d. h. die subjektiv eingeschätzte Gefährlichkeit ist höher bzw. niedriger als die tatsächliche Gefahr. Problematisch ist es, wenn man die Gefahr unterschätzt, da in diesem Fall ein trügerisches Sicherheitsurteil vorliegt. Die Gefahrenkognition wird wesentlich durch langjährige Erfahrungsbildung und Lernvorgänge bestimmt. Ob wir Gefahren richtig einschätzen und kontrollieren, ist also nicht nur abhängig von unserer Qualifikation und unserem Wissen. Tätigkeiten, die wir häufig sicherheitswidrig ausführen und bei denen negative Konsequenzen ausbleiben, werden von uns als „ungefährlich“ beurteilt. Aus dem Erleben „1 000-mal ist nichts passiert“ wird „es passiert nie etwas“. Entscheidend ist, dass sich diese Erfahrungen auch auf unser



Verhalten niederschlagen. Unsere Einschätzung „ungefährlich“ führt dazu, dass wir uns nicht hinreichend schützen und somit die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls steigt. So wie bei Verstärkungsprozessen (siehe Abschnitt 4.1.1) sind es also auch bei der Gefahrenereinschätzung die Folgen des Verhaltens, die das weitere Verhalten bestimmen. Das Verhalten wird letztendlich negativ verstärkt, d. h. negative Konsequenzen treten nicht auf. Dies wiederum wirkt sich auf die Gefahrenkognition aus, dass eine Tätigkeit für ungefährlich gehalten wird.

Gefahrenkognition bei manipulierten Maschinen

Dass sich die Gefahrenkognition bei der Arbeit an manipulierten Maschinen verändert, zeigt sich bei den Fragen nach der durch die Manipulation hervorgerufenen Gefährdung. Diese Frage wurde sowohl von Aufsichtspersonen und Sicherheitsfachkräften als auch von den Bedienern auf einer sechsstufigen Rating-Skala von „sehr niedrig“ bis „sehr hoch“ eingeschätzt. Während die Aufsichtspersonen und Sicherheitsfachkräfte die hervorgerufene Gefährdung für eher hoch halten ($MW = 4,23$), schätzen die Bediener sie als eher niedrig ein ($MW = 2,53$). Sind es mehr als 50 % der Aufsichtspersonen und Sicherheitsfachkräfte, denen die Gefährdung „hoch“ oder „sehr hoch“ erscheint, teilen nur 9 % der Bediener diese Einschätzung. Umgekehrt halten über 58 % der Bediener die hervorgerufene Gefährdung für „sehr niedrig“ oder „niedrig“, während nur 17 % der Aufsichtspersonen oder Sicherheitsfachkräfte diese Einschätzung teilen. Die regelmäßige Arbeit an einer manipulierten Maschine und das Erleben „meistens passiert nichts“ führen bei den Bedienern dazu, dass sie die Manipulation für ungefährlich halten. Entsprechend schätzen 121 von 178 Bedienern die Gefährdung durch Manipulationen niedriger ein als Aufsichtspersonen und Sicherheitsfachkräfte. Dass die Manipulationen von den Bedienern für eher ungefährlich gehalten werden, kann auch erklären, warum die Manipulationen, die für bestimmte Betriebszustände vorgenommen wurden, für den Automatikbetrieb häufig (in 69 % der Fälle) nicht wieder rückgängig gemacht werden. Die Einschätzung der Bediener, dass die vorgenommene Manipulation ungefährlich ist, zeigt auch, dass sie sich i. d. R. nicht über die tatsächliche Gefährdung bewusst sind. Bei Tätigkeiten, die eine Person häufig ausführt, wägt sie nicht bei jedem Schritt ab, ob die Situation nun riskant ist



oder nicht. Die bewusste Inkaufnahme von Risiken setzt deren Erwägung voraus. Bei häufig ausgeführten Tätigkeiten führen wir i. d. R. keine Risikoabwägungen durch. Wenn wir uns objektiv riskant verhalten, ist es meistens subjektiv nicht riskant – wir halten also die Situation für ungefährlich. Obwohl fast 90 % der Bediener wissen, dass sie an einer manipulierten Maschine arbeiten, fühlen sich lediglich 7 % bei der Bedienung der Maschine unsicher, während sich über 80 % nicht unsicher fühlen. Manipulation als sportliche Herausforderung zu sehen – also das Risiko bewusst in Kauf zu nehmen – bejahen hingegen nur 3 %. Zwar bejahen 29 %, das erhöhte Unfallrisiko in Kauf zu nehmen und mutig zu sein, aber wie die o. g. Daten zeigen, sehen die Bediener kaum ein erhöhtes bzw. potenzielles Unfallrisiko.

Insgesamt haben also Verhaltenskonsequenzen nicht nur einen wesentlichen Einfluss auf die zukünftige Auftrittswahrscheinlichkeit eines Verhaltens, sondern auch auf die Gefahrenkognition, die sich wiederum auf das Verhalten niederschlägt. Wenn sicherheitswidriges Verhalten ohne negative Konsequenzen bleibt, führt dies dazu, dass das Verhalten für ungefährlich gehalten wird. Das Verhalten wird verstärkt und ohne bewusste Risikoabwägung ausgeführt.

4.1.5 Sozialer Druck und Verantwortungsdiffusion

Möglicherweise kommt eine Reihe von Manipulationen dadurch zustande, dass die Manipulation vom Unternehmen gewünscht bzw. gefordert wird. 60 % der Bediener haben angegeben, dass Manipulationen im Betrieb geduldet werden. Auch sehen 83 % der Bediener einen betrieblichen Nutzen in der Manipulation. Immerhin 14 % der Bediener haben angegeben, dass von ihnen sogar erwartet wird zu manipulieren, 10 % gaben an, dass ein starker Druck der Kollegen vorhanden ist, Manipulationen vorzunehmen. Die Manipulation aufgrund des erlebten Drucks durchzuführen, kann auch zur Verantwortungsdiffusion führen, d. h. dem Abschieben der Verantwortung auf andere Personen. Die Verantwortungsdiffusion kann auch stattfinden, wenn die Manipulation zusammen mit einem Kollegen durchgeführt wird, was in gut 30 % der untersuchten Fälle zutrif, oder wenn die Möglichkeiten zur Manipulation durch den



Wartungs- oder Installationsdienst aufgezeigt werden (10 %) oder die Maschine mit Manipulationswerkzeug ausgeliefert wird (5 %).

4.1.6 Ausbildung

Für eine realistische Einschätzung und für das richtige Verhalten ist eine angemessene Ausbildung wichtig. Jedoch wurden nur 60 % der Bediener nachweislich unterwiesen und 58 % der Bediener sind die rechtlichen und betrieblichen Konsequenzen des Manipulierens nicht klar. Auch werden in 94 % der Fälle Störungen im Arbeitsablauf vom Bediener selbst beseitigt, obwohl nur 36 % der Bediener hierfür ausgebildet sind. Entsprechend verheimlichen 30 % der Bediener schon mal eine Störung und beseitigen sie lieber selbst. Dass die Betriebsanleitung beachtet wird, bejahen auch nur 37 %.

4.1.7 Zusammenfassung und Empfehlungen

Die Ergebnisse der Untersuchung weisen darauf hin, dass psychologische Faktoren eine wichtige Rolle bei der Manipulation von Schutzeinrichtungen spielen. Verhaltenskonsequenzen beeinflussen sowohl die zukünftige Verhaltenswahrscheinlichkeit von Manipulationen als auch die Gefahrenkognition. Fehlende negative Konsequenzen von Manipulationen verstärken das Verhalten und führen zu der Einschätzung, dass Manipulationen ungefährlich sind. Darüber hinaus sind Manipulationen relativ einfach durchzuführen und können schnell wieder rückgängig gemacht werden, was ebenfalls ihre Wahrscheinlichkeit erhöht. Implizite Theorien, sozialer Druck sowie mangelnde Ausbildung spielen zusätzlich eine Rolle. Es stellt sich die Frage, ob und welche Maßnahmen sich anbieten, um die Häufigkeit von Manipulationen zu verringern.

Die vorhandenen Verstärkungen bei Manipulation müssen verringert und fehlende Verstärkungen beim Arbeiten mit Schutzeinrichtungen vermehrt werden. Dabei spielen technische, organisatorische und personenbezogene Maßnahmen eine Rolle. Auf technischer Ebene sollten die Einschränkungen, die sich durch die Schutzeinrichtungen ergeben, abgebaut werden. Hier bietet sich ggf. die Einrichtung einer zusätzlichen Betriebsart an. Auch eine Vereinfachung der Fehlersuche und Fehlerbeseitigung sowie eine Verbesserung der Bedienerfreundlichkeit sollten angestrebt werden: Eine



benutzerfreundliche Maschine erzeugt kein Gefühl von Bestrafung, da sie keine für die Arbeit hinderlichen Erschwerungen aufweist. Des Weiteren sollte die Beobachtbarkeit des Arbeits- und Produktionsprozesses bei aktivierter Schutzeinrichtung möglich sein. Umgekehrt sollte kein beschleunigter Arbeitsprozess bei außer Kraft gesetzter Schutzeinrichtung möglich sein. Darüber hinaus sollte die Schwierigkeit zu manipulieren erhöht werden. Generell ist eine ergonomisch gestaltete Mensch-Maschine-Schnittstelle, bei der Mensch, Schutzeinrichtung und Maschine optimal aufeinander abgestimmt sind, anzustreben. In einigen Fällen kann es sinnvoll sein, die Trennung zwischen Mensch und Maschine aufzuheben. Das heißt, es werden Schutzeinrichtungen verbaut, die nur im Gefahrenfall agieren und somit nicht stören (z. B. Lichtgitter anstatt Schutzgitter).

In organisatorischer Hinsicht sollte der Bediener bei der Bestellung der Maschine mit einbezogen werden. So werden ungeeignete Arbeitsabläufe möglichst vermieden und das Umlernen von Gewohnheiten beim Ausführen der Tätigkeit entfällt ggf. Ist ein Umlernen dennoch notwendig, sollte hierfür Zeit zur Verfügung gestellt werden. Die Manipulationsproblematik sollte im Management Beachtung finden, sodass deutlich wird, dass Manipulationen nicht geduldet werden. Werden Strafen und Verbote angedroht, müssen diese konsequent umgesetzt werden und ihre Umsetzung muss kontrolliert werden.

Schulungen können ebenfalls helfen, die Häufigkeit von Manipulationen zu verringern. Hier sollte der Fokus auf Betreibern und Bedienern liegen. Negative Folgen von Manipulationen, auch rechtlicher Art, sollten verdeutlicht werden. Darüber hinaus sollte bei Schulungen die Gefahrenkognition thematisiert werden. Hierzu gehören die Zusammenhänge zwischen Routine und negativen Verstärkungen sowie deren Wirkung auf die Gefahrenkognition und das Verhalten. Ebenfalls sollte deutlich werden, dass die subjektive Seltenheit eines Ereignisses nicht gleichzusetzen ist mit einer niedrigen Gefährdung, da fatale Folgen drohen. Die tatsächliche Wahrscheinlichkeit zu verunfallen kann durch eine Hochrechnung auf die (Lebens-)Arbeitszeit aufgezeigt werden. Implizite Theorien und ihre Wirkung auf das Verhalten sollten thematisiert werden. Gemeinsam mit den Betreibern und Herstellern kann diskutiert werden, welche



technischen Möglichkeiten es gibt, die Zeitersparnis zu optimieren bzw. umgekehrt trotz fehlender Manipulation gleich schnell bzw. bequem arbeiten zu können. Die Zusammenhänge sowie die rechtlichen Konsequenzen sollten auch den Herstellern aufgezeigt werden, um ihre teilweise vorhandene Unterstützung von Manipulationen zu reduzieren.

4.2 Ergebnisse aus ergonomischer Sicht

4.2.1 Ergebnisse aus den Fragebögen

Die Zusammenstellung der Antworten zum allgemeinen und speziellen Fragebogen zeigen folgende Ergebnisse:

a) Art der Schutzeinrichtung/Trennung:

Die Antworten zu Frage II. im allgemeinen Fragebogen machen deutlich, dass es an Schutzeinrichtungen wie Verkleidungen oder Verdeckungen am häufigsten zu Manipulationen kommt. Die Antworten im speziellen Fragebogen sehen Manipulationen von elektromechanischen Positionsschaltern eindeutig an der Spitze, während diese im allgemeinen Fragebogen an dritter Stelle stehen.

b) Grund/Ursache der Manipulation:

Als weitaus häufigste Ursache für Manipulation wird im allgemeinen Fragebogen genannt, dass die Schutzeinrichtung einen zügigen Arbeitsablauf verhindert, die Manipulation also Zeitersparnis mit sich bringt (22 % der Antworten, siehe Fragen I. und II.). An zweiter Stelle stehen Bequemlichkeit und Zeit-/Leistungsdruck (15 %).

Antworten im speziellen Fragebogen machen deutlich, dass durch die Schutzeinrichtung die Sicht auf das Werkstück eingeschränkt wird. An zweiter Stelle wird auch hier eine durch die Schutzeinrichtung bewirkte Verlangsamung des Arbeitstempos an der Maschine als störend angegeben.



c) Sonderbetrieb/Arbeitsphasen:

Bei der Frage nach den Betriebsarten oder manuellen Eingriffen, die am häufigsten Manipulationen bedingen, werden vor allem solche genannt, die nicht zum eigentlichen Produktionsprozess einer Maschine oder Anlage gehören. In 45 % der Antworten wird die Störungsbeseitigung an der Maschine genannt, gefolgt vom Einrichtbetrieb (40 %) und Störungsbeseitigung im Arbeitsablauf (35 %) (Frage IV.).

4.2.2 Lösungsansätze

Folgende Ansätze ergeben sich aus ergonomischer Sicht zu diesen Ergebnissen:

zu a) Art der Schutzeinrichtung/Trennung

Feste und bewegliche Schutzeinrichtungen, oftmals in Kombination mit elektromechanischen oder berührungslos wirkenden Positionsschaltern, zeigen sich auch bei der Stichprobe in den Betrieben (spezieller Fragebogen) als besonders häufig manipuliert. Diese Arten von Schutzeinrichtungen sind meist mechanisch manipulierbar, d. h. eine Manipulation ist in der Regel sehr einfach durchführbar. Dies bestätigen die Antworten im speziellen Fragebogen. Man muss nicht ausgefeiltes Fachwissen oder Programmierkenntnisse besitzen, um die Manipulation durchführen zu können. Neben der einfachen Durchführbarkeit der Manipulation wird diese auch dadurch begünstigt, dass sie in der Regel leicht rückgängig zu machen ist (vgl. hierzu auch die Darstellung der Ergebnisse aus psychologischer Sicht, siehe Abschnitt 4.1, Seite 31).

Bei elektromechanischen Positionsschaltern gibt es technisch bereits Ansätze bzw. Ideen, um diese manipulationssicherer zu machen. So könnte z. B. realisiert werden, dass eine Manipulation zur Schädigung des gesamten Bauteils führt, sodass die Manipulation nicht ohne weiteres rückgängig gemacht werden kann (vgl. Ergebnisse aus technischer Sicht, Abschnitt 4.4, Seite 55). Wichtig ist, bei der Suche nach technischen Verbesserungen darauf zu achten, dass gleichzeitig die Motivation zur Manipulation verringert wird. Durch eine neue technische Lösung sollte also die Abstimmung



zwischen Maschine und Schutzeinrichtung so realisiert werden, dass sie keine Zeitverzögerung bedeutet und die Sicht uneingeschränkt lässt (siehe unten).

Um Manipulationen entgegen zu wirken, könnten die festen trennenden Schutzeinrichtungen in einigen Fällen durch berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen oder High-Tech-Lösungen, die sich derzeit zum Teil noch im Entwicklungsstadium befinden (z. B. intelligente Kamerasysteme, die menschliche Gliedmaßen von Maschinenbauteilen oder Werkzeugen und Werkstücken unterscheiden können), ersetzt werden. Diese sind in der Regel nicht mit einfachen Mitteln manipulierbar und lassen konstruktionsbedingt den Wunsch nach einer Manipulation nicht entstehen: Sie unterbrechen den Arbeitsablauf nicht, da sie keiner besonderen Aufmerksamkeit bzw. Arbeitshandlung bedürfen. Solche Schutzeinrichtungen werden erst dann wirksam, wenn reale Gefahrensituationen gegeben sind. Somit kommen sie dem Bedürfnis, ohne Verminde rung des Arbeitstempos arbeiten zu können, entgegen.

Gegen eine weite Verbreitung solcher Einrichtungen spricht, dass sie oft eine „übertriebene“ Lösung für ein kleines Problem darstellen. Das kann sich u. a. in der Höhe der Kosten zeigen, die aus Sicht einiger Betreiber in ungünstiger Relation zur Gefährdung oder auch zu den Gesamtkosten einer Maschine stehen. Zum anderen sind in manchen Fällen feste trennende Schutzeinrichtungen notwendig, weil sie eine Doppelfunktion erfüllen: Der Mensch kann sich nicht verletzen, er wird aber auch z. B. vor aus der Maschine herausfliegenden Teilen geschützt.

Bei der Frage nach Änderungsvorschlägen zur Konstruktion der Maschine oder Schutzeinrichtung beziehen sich circa 15 % der Antworten auf eine bessere Abstimmung zwischen Mensch und Maschine. Es zeigt sich ein sehr heterogenes Bild: Die Verbesserungsvorschläge variieren stark, was sich als Hinweis auf die Diversität der Problematik bei den fokussierten Maschinen interpretieren lässt, denn es gibt kein allgemein gültiges „Patentrezept“ für alle Maschinen(typen). Etwa 32 % der Befragten äußern zudem keinen konkreten Verbesserungsvorschlag, was sich einerseits in der Befragungssituation, aber andererseits sicherlich auch in der Problemschwere begründet.



Auch wenn vom Maschinennutzer kein konkreter Vorschlag dafür gemacht wurde, wie die Beobachtung des Bearbeitungsprozesses gewährleistet werden kann, so nennt er dennoch in etwa 18 % der Fälle den Wunsch, eben diese zu ermöglichen. Hier ist also Expertenwissen in dem Sinne gefragt, dass maschinen- und benutzergerechte Lösungen gefunden werden müssen, um die Beobachtbarkeit der Maschinenprozesse unter Berücksichtigung des höchstmöglichen Sicherheitsniveaus gewährleisten zu können.

13 % der Befragten geben direkt den Wunsch nach einer neuen Betriebsart an, welche die Wirkung trennender Schutzeinrichtungen aufhebt und z. B. das Arbeiten mit reduzierter Geschwindigkeit des Werkzeugs unter Zustimmung ermöglicht oder im Falle einer Betriebsart zur Beobachtung des Bearbeitungsprozesses gänzlich auf technische Schutzmaßnahmen (außer geringe Geschwindigkeitsreduzierung und Nothalt) verzichtet (siehe dazu Abschnitt 6.3, Seite 82 und Merkblatt im Anhang D, Seite 199).

zu b) Motiv zur Manipulation

Nach *Rohmert* [6] sollte man bei der Beurteilung von Arbeitsbedingungen in folgenden Stufen vorgehen:

1. Ist die Arbeit ausführbar?
2. Ist die Arbeit auf Dauer erträglich?
3. Ist die Arbeit dem Menschen zumutbar?
4. Ist der Mensch mit den Bedingungen der Arbeit zufrieden?

Nur wenn alle Fragen mit ja beantwortet werden, ist die Arbeit „menschengerecht“, d. h. ergonomisch. Als ein Grund für die Manipulation einer Schutzeinrichtung wird die Einschränkung der Sicht auf den Arbeitsprozess genannt: Für etwa ein Viertel aller untersuchten Maschinen wurde angegeben, dass die bessere Beobachtbarkeit des Arbeitsprozesses konkreter Nutzen der Manipulation sei. In manchen Fällen ist bei Sichteinschränkung möglicherweise schon die Frage der ersten oben genannten Stufe nicht mit ja zu beantworten. Aber auch dann, wenn eine Beobachtung für den korrekten



Prozessablauf nicht erforderlich ist, kann bei eingeschränkter Sicht spätestens die Frage der Stufe 4 nicht mehr bejaht werden.

Dieser Aspekt der durch die Schutzeinrichtung eingeschränkten Sicht auf den Arbeitsprozess kann unterschiedlich interpretiert und möglicherweise über die zeitliche Schiene gelöst werden:

- Der Bediener muss den Prozess jederzeit beobachten können und dabei durch die trennende Schutzeinrichtung gesichert sein: Dann muss die Sicht durch die Schutzeinrichtung (im Falle eines Fensters) oder unter optischer Umgehung der Schutzeinrichtung verbessert werden; oder
- der Bediener muss den Prozess z. B. nur am Anfang oder nur am Ende genau beobachten, hat zu diesen Zeitpunkten die Möglichkeit, die sonst trennende Schutzeinrichtung außer Kraft zu setzen, und ist aufgrund anderer Sicherheitsfunktionen geschützt: Dann ist die gute Sicht durch die Schutzeinrichtung selbst weniger wichtig bzw. die Einschränkung der Sicht kann während des Prozesses hingenommen werden.

Bei der Anbringung von Schutzeinrichtungen müssen das Blick- und Gesichtsfeld des Arbeitenden beachtet werden. Das Blickfeld ist der Raumbereich, in dem ein Mensch bezogen auf seine jeweilige Körperhaltung ein Objekt mit den Augen im Blick halten, d. h. fixieren kann. Es wird durch die Augenbewegung begrenzt und kann durch zusätzliche Kopf- und Rumpfbewegungen erweitert werden. Im Gesichtsfeld kann der Mensch mit den Augen etwas wahrnehmen, ohne es scharf zu sehen. Beide Felder spielen bei der Prozessbeobachtung eine Rolle. Wichtige zu beobachtende Objekte müssen bei entspannter Kopfhaltung möglichst im optimalen Blickfeld liegen.

Eine bessere Möglichkeit zur Beobachtung des Arbeitsprozesses muss also Ziel von Umgestaltungen sein. Besonderes Augenmerk sollte dabei auf die Werkstückkontrolle und den Einrichtbetrieb gelegt werden. In einigen Antworten auf den Fragebögen wurden konkrete Vorschläge zur Verbesserung der Prozessbeobachtbarkeit gemacht. Hier sind allerdings genauere Untersuchungen der jeweiligen Maschine notwendig.



Das Verständnis menschengerechter Arbeit gemäß der aufgeführten vier Stufen spiegelt sich auch in den weiteren Antworten der Befragung wider: Auf die Frage nach dem konkreten Nutzen der Manipulationshandlung gibt immerhin ein Viertel der Befragten die Beschleunigung des Arbeitsprozesses oder höhere Produktivität an. Im Zusammenhang mit einer Minderung des Arbeitstempos steht auch die Tatsache, dass Schutzeinrichtungen den eigentlichen Arbeits- bzw. maschinellen Prozess zum Teil unterbrechen oder sogar die Arbeit (inkl. Störungsbeseitigung) erschweren.

Grundsätzlich wird eine Gestaltungsidee für ein Arbeitsmittel oder einen Arbeitsablauf nur dann akzeptiert, wenn sie keine Zeitverzögerung und keine Unbequemlichkeit mit sich bringt. Auch ergonomische Lösungen sind immer nur dann gut, wenn sie problemlos in Abläufe integriert werden können bzw. der Ablauf in den Bewegungsfolgen und zeitlich optimiert wird. Das muss nicht bedeuten, dass sich eine Maschine oder ein Ablauf durch ergonomischere Gestaltung nicht ändern darf; die Vorteile der ergonomischeren Lösung müssen aber für den Arbeitenden nachvollziehbar sein.

Am sichersten, am wenigsten belastend in physischer Hinsicht und zeitlich optimiert sind in der Regel die Lösungen, in denen alles automatisch ausgeführt wird und der Mensch nur noch wenig in den Prozess eingreifen muss. Zum einen können aber viele Arbeitsschritte maschinell nicht bewerkstelligt werden, weil der Mensch manche Feinarbeiten anders und besser ausführen kann als Maschinen. Auch ist eine Automatisierung oft zu teuer. Zum anderen sind automatisierte Lösungen häufig nicht am menschengerechtesten, d. h. am ergonomischsten im Sinne der vier Stufen nach *Rohmert*. Sobald der Mensch im Arbeitsprozess tätig ist, muss dieser noch interessant genug bleiben, um Monotonie zu vermeiden und ein gewisses Maß an Aufmerksamkeit zu erhalten. Ein zu hoher Grad an Monotonie kann Unzufriedenheit fördern oder sogar schon un-zumutbar sein. Der in den Antworten genannte Wunsch nach Bequemlichkeit darf unter diesem Aspekt nicht fehlinterpretiert werden.

zu c) Sonderbetrieb/Arbeitsphasen

Die allgemeine Befragung hat ergeben, dass Manipulationen insbesondere bei folgenden Betriebsarten außerhalb des Automatikbetriebs die Arbeit erleichtern:



Einrichten/Einstellen, Störungsbeseitigung, Reinigung/Wartung, Umbauen/Rüsten/
Werkzeugwechsel.

Die europäische Maschinenrichtlinie (98/37/EG) fordert: *„Durch die Bauart der Maschinen muss gewährleistet sein, dass Betrieb, Rüsten und Wartung bei bestimmungsgemäßer Verwendung ohne Gefährdung von Personen erfolgen. Die Maßnahmen müssen darauf abzielen, Unfallrisiken während der voraussichtlichen Lebensdauer der Maschine, einschließlich der Zeit, in der die Maschine montiert und demontiert wird, selbst in den Fällen auszuschließen, in denen sich die Unfallrisiken aus vorhersehbaren ungewöhnlichen Situationen ergeben.“*

Die für eine Maschine anzustrebende Sicherheit muss sich also auf alle Arbeitsphasen, d. h. alle Betriebsarten und notwendigen manuellen Eingriffe, und sogar auf alle Lebensphasen der Maschine beziehen. Diese Sicherheit kann nur gewährleistet sein, wenn ergonomisch gestaltet wurde. Wichtig ist, dass ergonomische Lösungen schon bei der Konstruktion von Maschinen und Anlagen und der dortigen Integration von Schutzeinrichtungen gesucht werden. Der Konstrukteur muss bereits alle Arbeitsphasen im Blick haben.

Zu dem Fragenkomplex „Sind Schutzeinrichtungen nachträglich angebaut worden?“ und „Sind Schutzeinrichtungen eventuell schwierig zu bedienen, weil neuartig und gewöhnungsbedürftig?“ gibt der spezielle Fragebogen (siehe Anhang A, Seite 143) Auskunft. Die Auswertungen zeigen, dass Schutzeinrichtungen in der untersuchten Stichprobe i. d. R. mit der Maschine ausgeliefert werden und auch nicht neuartig sind. Trotzdem zeigen sich deutliche Einschränkungen der Ergonomie.

Vermutlich können Maschinenkonstrukteure ihre Aufgaben noch besser erfüllen, wenn folgende Punkte eingehalten werden:

- Berücksichtigung von Maschinenabläufen beim Konstruktionsprozess und die daraus folgende Integration der Schutzeinrichtung in die Maschinenkonstruktion (abgesehen von der Gestaltung der Schutzeinrichtung selbst), damit verbunden eine bessere Anpassung an den Benutzer,



- ❑ Arbeits- und Bedienabläufe derart gestalten, dass sie – falls notwendig – die gleichzeitige Verwendung bzw. Benutzung von Schutzeinrichtungen berücksichtigen,
- ❑ bei mehreren Alternativen die am besten geeigneten Schutzeinrichtungen wählen und nicht diejenigen, die weniger Anschaffungskosten und eventuell sogar höhere Betriebskosten verursachen.

Bei einer frühzeitigen Integration ins Gesamtmaschinenkonzept bedeutet dann die Verwendung einer Schutzeinrichtung nicht automatisch die Einschränkung des Arbeitstempos. Die Normung kann in diesem Bereich eine wichtige unterstützende Funktion wahrnehmen.

4.3 Ergebnisse aus betrieblicher und organisatorischer Sicht

Der Fokus nachfolgender Betrachtungen richtet sich auf den betrieblichen Hintergrund bei den Maschinenbetreiberfirmen. Zu unterscheiden sind dabei zum einen arbeitsorganisatorische Aspekte wie beispielsweise die zeitliche Arbeitsgestaltung, Organisation von Neubeschaffungen bzw. Änderungen, Vereinbarung von Zuständigkeiten oder auch die innerbetriebliche Duldung von Manipulationshandlungen. Zum anderen zeigen die Auswertungen, ob und wie weit das Thema Manipulation in der Sicherheitskultur der Betreiberfirmen, z. B. in Schulungen, Sicherheitsbelehrungen oder anderweitigen Informationsveranstaltungen, bereits repräsentiert ist.

4.3.1 Duldung von Manipulationen im Betrieb

Die Auswertung der allgemeinen Befragung zeigt, dass nach Aussage der Befragten in etwa einem Drittel aller Betriebe manipulierte Maschinen bzw. Schutzeinrichtungen geduldet werden. Diese sehr allgemeine Einschätzung erfährt durch die spezielle Befragung in den Betrieben weitere Unterstützung: Knapp 60 % der Befragten geben an, dass in ihrem Betrieb Manipulationen geduldet werden. Berücksichtigt man für die Auswertung lediglich die Aussagen der Maschinenbediener, so erhöht sich der Wert



sogar auf über 70 %. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei der speziellen Befragung die Aussagen aus Betrieben stammen, in denen nachweislich manipuliert wird, während die allgemeine Befragung den Kreis der Befragten auch auf Betriebe ausdehnt, in denen dies nicht zwangsläufig der Fall ist. Bezieht man die Unternehmensgröße in die Betrachtung ein, dann zeigt sich, dass vor allem die kleinen und mittleren Unternehmen mit weniger als 250 Mitarbeitern besonderer Aufmerksamkeit bedürfen. Speziell bei ihnen ist die Duldung mit ca. 86 % im Vergleich zu Großbetrieben mit 56 % besonders hoch.

Bei der direkten Frage danach, ob von den Maschinenbedienern erwartet wird zu manipulieren, geben immerhin 14 % (nur Maschinenbediener: 18 %) an, dass dies der Fall sei. Diese Aussage ist jedoch noch weiter zu differenzieren. Beispielsweise geben ca. 42 % dieser Gruppe an, dass ein starker Druck der Kollegen vorhanden ist, Manipulationen vorzunehmen. Folglich kann bei etwa 7 % der untersuchten Fälle davon ausgegangen werden, dass Manipulationen von betrieblicher Seite direkt, also aktiv, erwartet werden.

Ein weiterer interessanter Aspekt ist die Tatsache, dass die Manipulation in gut der Hälfte der auswertbaren Angaben zusammen mit Kollegen durchgeführt wurde, in knapp der Hälfte nicht. Die Ergebnisse der Untersuchungen aus psychologischer Sicht ergeben, dass die Manipulation in der Mehrzahl der Fälle ebenso leicht auszuführen wie auch wieder rückgängig zu machen ist. Dennoch wird die Hälfte aller Manipulationshandlungen zusammen mit Kollegen ausgeführt.

Wie wenig ein bedeutender Teil der Betreiberfirmen für das Thema sensibilisiert ist, zeigt sich beispielsweise auch darin, dass Manipulation lediglich in 32 % der Betriebe thematisiert wird. Nur in knapp 20 % der Firmen werden organisatorische Maßnahmen getroffen, um Sicherheitsproblemen beim Umgehen von Schutzeinrichtungen zu begegnen.



4.3.2 Schulung und Unterweisung

Betrachtet man diejenigen Aspekte, die sich auf die Ausbildung der Belegschaft beziehen, dann zeigt sich, dass etwa 60 % der Maschinenbediener nachweislich unterwiesen wurden, gut 20 % allerdings nicht. Bereits in den Ausführungen zur Gefahrenwahrnehmung (Abschnitt 4.1, Seite 31) wurde deutlich, dass sich die Gefährdungseinschätzungen der Maschinenbediener und die der Arbeitsschutzexperten (Aufsichtspersonen bzw. Fachkraft für Arbeitssicherheit) deutlich und statistisch signifikant dadurch unterscheiden, dass Maschinenbediener die durch die Manipulation erhöhte Gefährdung im Allgemeinen unterschätzen. Folglich ist dieser Personenkreis nicht hinreichend durch bereits existierende Schulungs- oder Informationsmaßnahmen über die Gefährdung aufgeklärt. Doch nicht nur die Gefährdungseinschätzung erscheint nicht adäquat, auch die betrieblichen und rechtlichen Konsequenzen der Manipulation sind etwa 58 % der Befragten (56 % bei ausschließlicher Betrachtung der Angaben durch Betriebsangehörige) unklar. Darüber hinaus zeigt sich etwa ein Viertel der Vorgesetzten über mögliche Rechtsfolgen der Manipulation nicht aufgeklärt.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass bei Mitarbeitern und Vorgesetzten ein erheblicher Informationsbedarf zum Thema Manipulation vorliegt. Sowohl Maßnahmen, die auf die Verbesserung der Gefährdungseinschätzungen zielen, als auch Informationen über Konsequenzen von Manipulationshandlungen rechtlicher wie betrieblicher Art könnten die Sensibilisierung für Manipulation in den Betrieben stärken. Schließlich werden bei der offenen Frage danach, welche betrieblichen Maßnahmen ergriffen werden müssten, Unterweisungen oder Schulungen von einem Viertel der Befragten direkt gefordert.

4.3.3 Auffälligkeit von Manipulationen

Eine besondere Schwierigkeit ergibt sich für den Maschinenbetreiber daraus, dass Manipulationshandlungen in vielen Fällen nicht auf den ersten Blick zu erkennen sind. Während beispielsweise ein manipulierter Positionsschalter oftmals leicht zu identifizieren ist, sind Veränderungen an der Software nur nach deren genauer Analyse nachweisbar. Da in vielen Fällen – etwa 75 % der untersuchten Manipulationen – kein



materieller Aufwand für die Manipulationshandlung getrieben werden musste, ist sie vor Vorgesetzten oder der Fachkraft für Arbeitssicherheit ohne viel Mühe zu verheimlichen. Auch dass sie leicht rückgängig zu machen ist (90 %), erschwert den für die Arbeitssicherheit verantwortlichen Instanzen das Erkennen manipulierter Maschinen oder Schutzeinrichtungen. Allerdings ist aus ökonomischer Sicht auch bemerkenswert, dass in einigen Fällen bis zu drei Stunden für die Manipulation aufgewendet werden.

4.3.4 Geringe Produktivität an Maschinen mit Sicherheitstechnik

Neben den bereits aufgezeigten Gründen für die Manipulation steht insbesondere eine vermeintliche oder reelle Steigerung der Stückzahlen und damit der Produktivität im Vordergrund des Manipulationsgeschehens und bietet sich auch als Ausrede für die Manipulationshandlungen an. Im Zeitalter der Automatisierung erwartet man daher insbesondere bei manuellen Handlungen eine Manipulation und nicht im Automatikbetrieb. Die Befragung zeigt ein anderes Bild auf: 69 % der Manipulationen werden im Automatikbetrieb nicht zurückgenommen, obwohl sie zu 90 % schnell (in durchschnittlich 12 Minuten) wieder rückgängig gemacht werden könnten. Nur 18 % der manipulierten Maschinen werden in besonderen Betriebsarten, vermutlich bei manuellen Eingriffen, wieder in den sicheren Stand zurückgesetzt. Bei Verwendung von frei verfügbaren Gegenständen für Positionsschalter wäre die Wiederherstellung noch wesentlich schneller möglich. Hinter vorgehaltener Hand bestätigen die Hersteller von Positionsschaltern, dass Gegenstände deutlich häufiger verkauft werden als die dazu gehörenden Schalter.

Mehr als die Hälfte (53 %) der untersuchten manipulierten Maschinen sind nicht älter als zehn Jahre. Neue Maschinen besitzen in der Regel einen hohen Grad an Automatisierung. Doch gerade an diesen neuen Maschinen gibt es das Bedürfnis zu manipulieren. Dies ist ein Indiz dafür, dass auch die Konstruktion neuerer Maschinen den Erfordernissen des Maschinenbedieners nicht gerecht wird und dass auch Maschinen neueren Datums aufgrund der Sicherheitstechnik nicht die maximal mögliche Produktivität entfalten können. Geht man davon aus, dass Manipulation zur Verringerung von Zeitdruck und Abbau von Hemmnissen bei der Arbeit effektiv ist, dann lässt dies



den Schluss zu, dass auch neuere Maschinen den Erfordernissen von Betreiber (Organisation) und Arbeitsschutz nicht gleichzeitig gerecht werden können. Dies ist insofern eine dramatische Aussage, als die manipulierte Maschine weder dem Betreiber noch dem Maschinenbediener nutzt, obwohl der Betreiber zum Schutze des Bedieners nicht unerhebliche Finanzmittel für Anschaffung und Erhalt von Sicherheitseinrichtungen an Maschinen investiert.

Störungen scheinen an Maschinen nicht selten aufzutreten. In der Regel können sie (zu 74 %) vom Bediener der Maschine selbst behoben werden. Hier stellt sich die wichtige Frage nach der Rückmeldung von Störungen an den Einkäufer der Maschine. Solange die Störungsbeseitigung einfach funktioniert (durch die Manipulation), erfolgt keine Rückmeldung an den Einkäufer und damit keine Reklamation gegenüber dem Maschinenhersteller. Gerade Manipulation bewirkt also auch ein „Unter-den-Tisch-kehren“ der eigentlichen Probleme mit der Maschine. Auf Organisationsseite wären hier Kontrollen wünschenswert, die Störungsbeseitigungen protokollieren und zahlenmäßig erfassen – nicht um den Mitarbeiter zu belasten, sondern um die Spezifikation der Maschine mit der tatsächlichen Realisierung zu überprüfen. Dies würde auch die Innovation neuer Ideen fördern und die Lohnstückkosten langfristig entscheidend senken.

4.3.5 Sicherheitskultur in den Unternehmen

Das Risikobewusstsein scheint – auch aus Mangel an erforderlichen Kenntnissen – sowohl auf Seiten der Betreiber als auch auf Seiten der Arbeitnehmer gering: In 22 % wurden die Bediener nachweislich nicht unterwiesen; vermutlich auch aus Zeitgründen wird die Bedienungsanleitung, die Sicherheitshinweise enthalten muss, nur in 34 % beachtet, 24 % der Vorgesetzten sind sich über Folgen der Manipulation nicht im Klaren. Von 61 % der Bediener wird die Manipulation erwartet.

Manipulationen werden zu einem Drittel zusammen mit Kollegen durchgeführt. Hier ist neben dem Vorgesetztendruck auch ein gewisser Gruppenzwang zu erkennen. Das zeigt einen nicht unerheblichen Mangel an Sicherheitskultur in den Betrieben auf und eine kollektive Ablehnung der Sicherheitsmechanismen bzw. ein kollektives



Verständnis für die scheinbare Notwendigkeit der Manipulation. Genaue Aufklärung und auch das Bekanntwerden von Unfällen an manipulierten Maschinen als abschreckende Beispiele könnten hier helfen. In jedem Fall sollte Manipulation bei der Sicherheitsunterweisung, auch unter dem Aspekt der Produktivität, als gefährlicher Eingriff thematisiert werden.

4.3.6 Einkauf von Maschinen

Aufgrund der oben genannten Fakten ist neben einer verbesserten Information insbesondere der Einkauf von Maschinen zu beleuchten. Der Betreiber hat nur über die Vertragsgestaltung einen Einfluss auf vernünftige Bedienkonzepte bei guter Produktivität und ausreichender Sicherheit. Da es sich bei 71 % der befragten Betriebe um kleine und mittelständische Unternehmen handelt, sollte hierbei auch das Risiko eines Unfalles mit anschließenden Ausfallkosten ins Kalkül gezogen werden.

Den Antworten zum Fragenkomplex X. der speziellen Befragung entnimmt man, dass Abhilfen durch den Neukauf oder Umbau von Maschinen oder Einführung einer Betriebsart zur Beobachtung des Bearbeitungsprozesses (8 % und 5 %) denkbar sind.

In 52 % der Fälle geben die Bediener an, dass sie beim Einkauf nicht berücksichtigt werden: Dies wird bei den direkten Fragen von 5 % der Bediener als Verbesserung vorgeschlagen. Auch dem Einkäufer von Maschinen muss entsprechende Hilfe angeboten werden, da die Usability (Benutzerfreundlichkeit) einer Maschine mit Sicherheitstechnik in den Datenblättern sehr oft nicht zur Geltung kommt. Kennzeichnung an Maschinen allein reicht jedenfalls nicht aus, da 75 % der manipulierten Maschinen mit einer CE-Kennzeichnung aufwarten. Auch die Maschinenrichtlinie und nachfolgende A-Normen berücksichtigen das „Umgehen auf einfache Weise“ und die „Funktion“ der Maschinen. Andere Zeichen sind allerdings eher seltener anzufinden. Eine Prüfung im Bereich Usability der Sicherheitseinrichtungen könnte aber ein Hinweis auf eine gute Maschine sein. Außerdem könnte sich der Einkäufer eine Checkliste, einen Fragenkatalog oder ein anderes Werkzeug zunutze machen, um die kritischen Punkte in Bezug auf Manipulation aufzudecken.



Insbesondere bei der Entwicklung neuer Technologien, z. B. bei manuellen Pressen, wird die Produktivität nicht notwendigerweise durch Sicherheitstechnik eingeschränkt. Bei einer deutlichen Anzahl von Maschinenkonstruktionen schützt die Sicherheitstechnik sogar Werkstücke und Maschinen. Solche Konzepte in der Produktion durchzusetzen, liegt sehr stark in der Hand der Betreiber: Durch stärkeres Einbeziehen der Menschen, die mit den Maschinen arbeiten, Verbesserung der Information und Schulung, Verbesserung der Rückmeldung von Störungen bis hin zum Maschinenhersteller und eine bessere Kalkulation, die auch Nebenkosten wie Verdienstaussfall, Aufwendung für Störungsbeseitigung etc. einbeziehen.

4.3.7 Betriebliche und organisatorische Maßnahmen

Aus den obigen Ausführungen ergeben sich folgende Empfehlungen:

- Berücksichtigung des Themas Manipulation bei der Sicherheitsbelehrung,
- Informationsaustausch mit Maschinenbedienern und Organisation sollte institutionalisiert werden (mit einfacher „Bürokratie“),
- beim Kauf einer neuen Maschine durch den Betreiber: Initiierung eines „Bewerbungsgesprächs“ zwischen konkurrierenden Herstellern, Betreiber und Bediener, in dem das Thema Manipulation aufgegriffen wird, und Konkretisierung manipulationssicherer Schutzeinrichtungen (speziell Verriegelungseinrichtungen) im Pflichtenheft,
- Einbeziehung von Fachkräften für Arbeitssicherheit, Produktionsfachleuten und Bedienern bei der Planung und Beschaffung technischer Arbeitsmittel (einschließlich Anfertigung für den Eigenbedarf),
- Überprüfung (Sicht- und Funktionsprüfung) vor erster Inbetriebnahme und vor Abgabe an die Produktion,



- Top-Down-Auswertung von Störungsbüchern oder aktive Rückfrage von „oben“ nach „unten“ über konkrete Manipulationen, deren Gründe und mögliche Änderungen,
- bewusster Umgang mit Manipulation durch Schaffung einer entsprechenden Sicherheitskultur in der Vertikalen (Vorgesetzte) und Horizontalen (Kollegen),
- Bereitstellung von Werkzeugen für den Einkäufer im Sinne von Hilfen, entwickelt unter Einbeziehung der Bedürfnisse des Bedieners,
- offene Diskussion zwischen Betreiber und Hersteller zum Thema Manipulation, wie äußert sich der Hersteller?
- vertragliche Gestaltung bei Kauf oder Um-/Nachrüstung einer Maschine, sodass die Bedienerkonzepte und Schutzkonzepte der gewünschten Produktivität angepasst werden,
- Wunschzettel- und anonymes Meckerkastensystem aller Beteiligten in Richtung des Maschinenherstellers
- Verbesserung von Bedienkonzepten an Maschinen und daraus abgeleiteter Wettbewerbsvorteil für den Hersteller (z. B. durch Signet „Usability und Productivity geprüft“)

4.4 Ergebnisse aus technischer Sicht

Die Auswertung der Erhebungsdaten zu Werkzeugmaschinen aus der speziellen Befragung im Betrieb lässt eine Häufung von Manipulationen an folgenden Maschinenarten erkennen:

- Bearbeitungszentren,
- CNC-Drehmaschinen und CNC-Fräsmaschinen,
- Pressen.



Sowohl allgemeine als auch spezielle Befragung zeigen auf, dass Manipulationen schwerpunktmäßig an den folgenden Schutzeinrichtungen stattfinden:

- bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Positionsschalter oder Zuhaltung (54 %),
- mechanische, nicht bewegliche trennende Schutzeinrichtungen (35 %).

Im Folgenden soll aus technischer Sicht analysiert werden, aus welchen Gründen Schutzeinrichtungen manipuliert werden. Basierend auf diesen Erkenntnissen werden dann Maßnahmen vorgeschlagen, um die Beweggründe für Manipulation zu beseitigen oder zumindest zu reduzieren.

4.4.1 Manuelle Eingriffe mit Manipulationen

Für die Bewertung der Motivation zur Manipulation ist die Kenntnis der Betriebsart erforderlich, in der sich die Maschine zum Zeitpunkt der Manipulation befindet. Im Automatikbetrieb sollten nur wenige manuelle Eingriffe erforderlich sein, während der Bediener bei anderen Tätigkeiten wie Einrichten, Einstellen usw. naturgemäß eingreifen muss. Manipulation an einer Maschine kann in mehreren Betriebsarten stattfinden, daher ist die Fallzahl von 514, in der die Betriebsarten manipuliert wurden, größer als die Zahl der manipulierten Maschinen (201).

Automatikbetrieb und Nachregeln:

Die Manipulationen finden am häufigsten bei folgenden Eingriffen statt, die alle dem Automatikbetrieb zugeordnet werden:

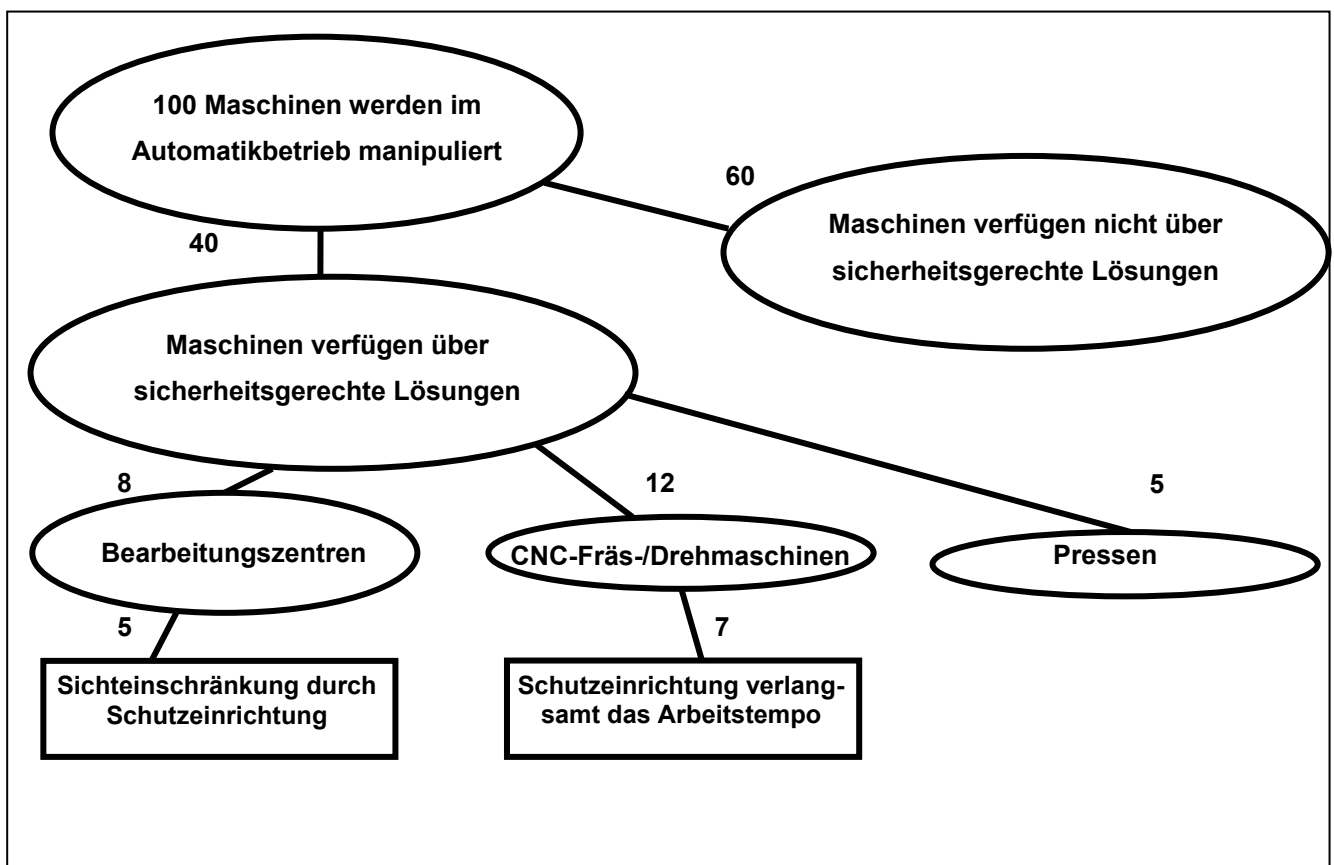
- | | |
|---|--------|
| <input type="checkbox"/> Automatikbetrieb | 19,5 % |
| <input type="checkbox"/> Nachregeln und Justieren | 9,1 % |
| <input type="checkbox"/> Störungsbeseitigung im Arbeitsablauf | 6,2 % |
| <input type="checkbox"/> Materialzufuhr und -abfuhr | 5,8 % |



Von 202 manipulierten Maschinen werden 100 Maschinen im Automatikbetrieb manipuliert. Von diesen 100 Maschinen verfügen 60 nicht über sicherheitsgerechte Lösungen für manuelle Eingriffe, 40 verfügen darüber, werden aber trotzdem manipuliert. Maschinen müssen in der Fertigung auch dann betrieben werden, wenn keine geeigneten sicherheitsgerechten Lösungen für notwendige manuelle Eingriffe vorgesehen sind. Insofern ist die Manipulation der 60 Maschinen zu erklären. Warum aber werden 40 Maschinen manipuliert, obwohl sie für manuelle Eingriffe des Bedieners vorbereitet sind?

In Abbildung 1 ist dargestellt, welchen wesentlichen Maschinenarten die 40 manipulierten Maschinen mit sicherheitsgerechten Lösungen zuzuordnen sind und welche Gründe bei diesen Maschinenarten für die durch die Schutzeinrichtung verursachte Behinderung angegeben werden.

Abbildung 1:
Manipulation im Automatikbetrieb infolge von
Behinderungen durch Schutzeinrichtungen





Es kann davon ausgegangen werden, dass die genannten ergonomischen Mängel die wesentliche Motivation zur Manipulation dieser Maschinen sind. Bei Bearbeitungs-entren steht offensichtlich die Einschränkung der Sicht im Vordergrund (5 von 8), während bei den CNC-Fräs- und Drehmaschinen eine Verlangsamung des Arbeitstempos (7 von 12) festzustellen ist. Für die manipulierten Pressen konnten keine Schwerpunkte festgestellt werden.

Die Anzahl der Manipulationen im Automatikbetrieb ist erstaunlich hoch, da die Automatisierung des Fertigungsablaufs doch eigentlich manuelle Tätigkeiten weitgehend reduzieren sollte. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass sicherheitstechnische Einrichtungen den Betrieb der Maschine teilweise einschränken, sodass bestimmte Arbeitsabläufe offensichtlich nicht mehr durchführbar sind. Als Beispiel sei das Schmirgeln und Ankratzen bei CNC-Drehautomaten genannt, das aufgrund der im Einrichtbetrieb unzureichenden Spindel- oder Futterdrehzahlen dann doch im manipulierten Automatikbetrieb durchgeführt wird.

Andere Tätigkeiten

(z. B. Einrichten, Einstellen, Umbauen, Rüsten, Werkzeugwechsel)

Die Manipulationen finden am häufigsten bei folgenden weiteren Tätigkeiten außerhalb des Automatikbetriebs statt:

<input type="checkbox"/> Einrichten und Einstellen	19,7 %
<input type="checkbox"/> Programmieren, Programmtest und Testlauf	10,7 %
<input type="checkbox"/> Umbauen, Rüsten und Werkzeugwechsel	5,3 %

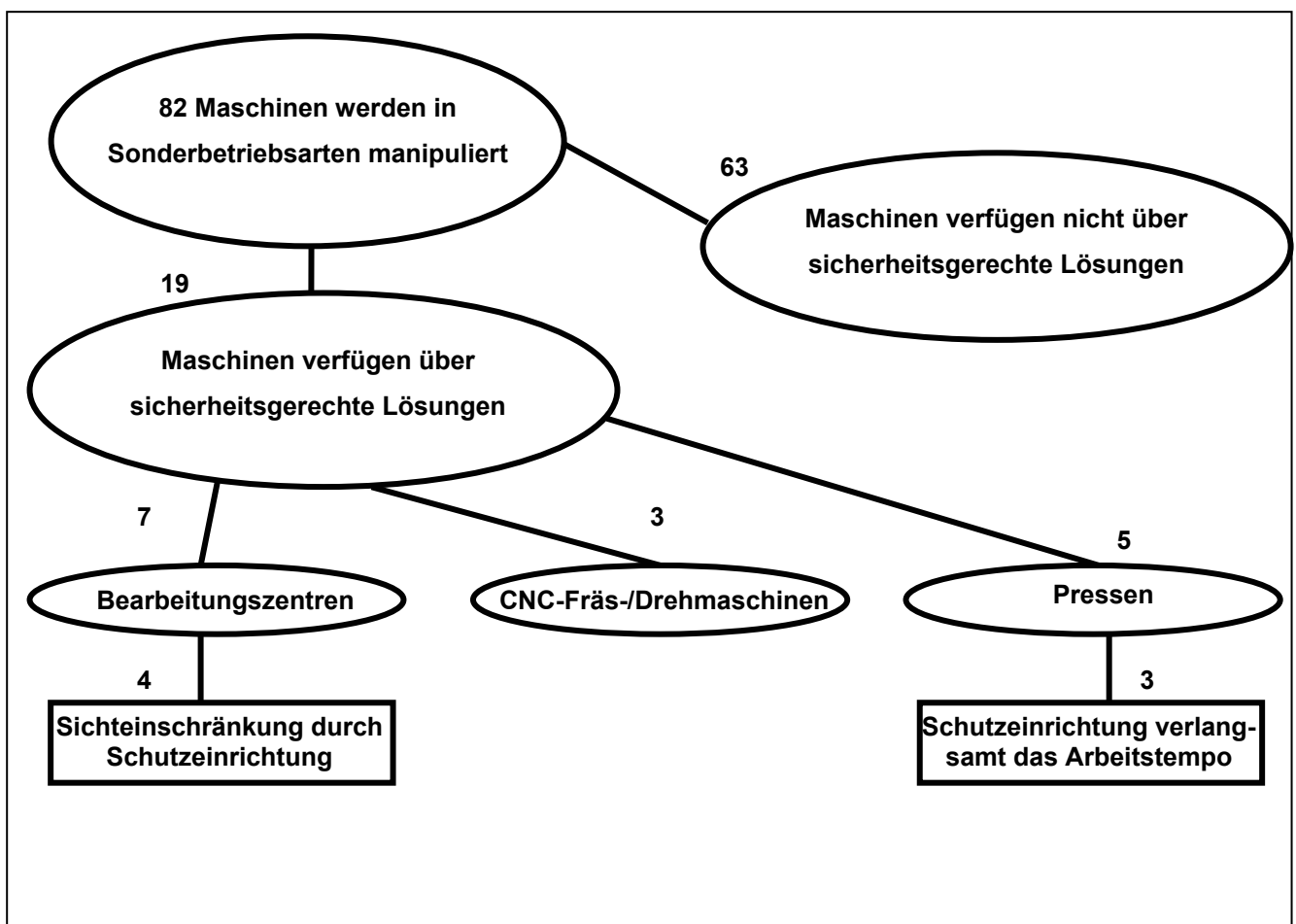
Von 202 manipulierten Maschinen werden 82 Maschinen in Sonderbetriebsarten manipuliert. Von diesen 82 Maschinen verfügen 63 über keine sicherheitsgerechten Lösungen, 19 verfügen darüber, werden aber trotzdem manipuliert.

In Abbildung 2 (siehe Seite 59) ist dargestellt, welchen wesentlichen Maschinenarten die 19 manipulierten Maschinen mit den bereits vorgesehenen sicherheitsgerechten



Lösungen zuzuordnen sind und welche Gründe bei diesen Maschinenarten für die durch die Schutzeinrichtung verursachte Behinderung angegeben werden. Bei Bearbeitungszentren steht offensichtlich die Einschränkung der Sicht durch die Schutzeinrichtung im Vordergrund (4 von 7), während bei Pressen eine Verlangsamung des Arbeitstempos (3 von 5) festzustellen ist. Für die manipulierten CNC-Fräs- und Drehmaschinen konnten keine Schwerpunkte festgestellt werden.

Abbildung 2:
Manipulation außerhalb des Automatikbetriebs infolge
von Behinderungen durch Schutzeinrichtungen



Die Beanstandung von Sichtbehinderungen durch Schutzeinrichtungen bei Bearbeitungszentren ist nicht ohne weiteres nachvollziehbar, da bei diesen Maschinen das Öffnen der Tür keine Verbesserung der Sicht bewirkt. Die Sicht auf das Werkstück ist



während der Bearbeitung ohnehin durch den Einsatz von Kühlschmierstoffen stark eingeschränkt, hinzu kommen Behinderungen durch Späneflug.

4.4.2 Aufwand der Manipulation aus technischer Sicht

Bei den betrachteten Maschinen wurden vorwiegend bewegliche (148 von 279) oder fest stehende (101 von 279) Schutzeinrichtungen manipuliert. Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen, Zweihandschaltungen, Zustimmschaltungen usw. spielten praktisch keine Rolle. Die Manipulationen wurden durch folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Maßnahmen am elektromechanischen Positionsschalter 73,0 %
- Demontage feststehender Schutzeinrichtung 8,7 %
- Veränderung der Software 3,2 %

In 92 von 126 Nennungen wurde der elektromechanische Positionsschalter manipuliert. Dabei wurden folgende Methoden benutzt:

- getrennter Betätiger demontiert und eingesteckt 31,7 %
- Überbrückung des Schalters durch andere Gegenstände 18,3 %
- Positionsschalter demontiert 16,7 %
- Ersatzbetätiger eingesteckt 6,4 %

Positionsschalter sind meist leicht zugänglich montiert und schnell ausbaubar. Insbesondere eignet sich der Positionsschalter der Bauart 2 mit getrenntem Betätiger (siehe Abbildung 3, Seite 61) zur Manipulation (mindestens 48 von 92).

Die Demontage eines Schalters erfolgt durch das Lösen von maximal vier Schraubverbindungen am Schalter und in der Regel zwei Schraubverbindungen am Betätiger. In 61 von 126 Nennungen wurde der Positionsschalter oder der getrennte Betätiger mechanisch demontiert. In 23 von 126 Fällen wurde der Betätiger durch andere



Gegenstände ersetzt, acht von 126 Nennungen belegen, dass ein Ersatzbetätiger eingesetzt wurde. Somit wurde der Positionsschalter auf den schaltungstechnisch „sicheren Zustand“ manipuliert und die Maschine konnte unsicher betrieben werden. Der technische Aufwand für diese Manipulation ist als relativ gering anzusehen, preiswert und schnell durchzuführen und ebenso schnell wieder rückgängig zu machen.

Abbildung 3:
Positionsschalter der Bauart 2 mit getrenntem Betätiger



Immerhin elf von 126 Nennungen belegen die Demontage von fest stehenden trennenden Schutzeinrichtungen, die in der Regel mit mehreren schlecht zugänglichen Schraubverbindungen angebracht sind. Vier von 126 Nennungen zeigten eine Veränderung der Software als Manipulationsart. Dies setzt ein großes Wissen des Manipulierenden voraus und bedeutet einen großen Aufwand für die Manipulation. Bei diesen Maschinen ist zudem anzunehmen, dass sie nicht den Anforderungen der Maschinenrichtlinie genügen. Zumindest bei älteren Maschinen musste die Sicherheitstechnik ohne programmierbare Steuerungen realisiert werden, sodass Manipulationen durch Veränderungen der Software nicht möglich sein dürften. Dies ändert sich erst seit kurzer Zeit mit der Verfügbarkeit der Sicherheits-SPS (SPS = Speicher programmierbare Steuerungen).



4.4.3 Zusammenhang mit Richtlinien und Normen

Bereits seit 1993 existiert die für die sicherheitstechnische Konstruktion grundlegende Maschinenrichtlinie. Dort ist u. a. vorgesehen, eine durchgängige, auf alle vorhersehbaren Betriebszustände abgestimmte Gefahrenanalyse durchzuführen. Hieraus ergeben sich erforderliche Sicherheitsmaßnahmen, die zumindest teilweise aus harmonisierten oder auch nicht harmonisierten Normen entnommen werden können. Die Umsetzung der Maßnahmen erfolgt sehr unterschiedlich. Selbst innerhalb von Fachkreisen werden Normen nicht einheitlich ausgelegt. Lösungen zur Verhinderung von Manipulationen durch verbesserten Einbau von trennenden Schutzeinrichtungen und Positionsschaltern sind normativ grundlegend in den europäisch harmonisierten Normen DIN EN 953 und DIN EN 1088 und dem Änderungsentwurf DIN EN 1088/A1 beschrieben. Beispiele sind das Befestigen von Schaltern oder deren Betätigern durch nicht lösbare Schraubverbindungen. Dies ist bei den betrachteten Maschinen offensichtlich nicht erfolgt, da der Aufwand zur Durchführung der Manipulationen als gering angegeben wurde. Wesentlich grundlegender ist jedoch, dass die meisten Maschinen nicht über sicherheitsgerechte Lösungen für manuelle Eingriffe verfügen, obwohl diese erforderlich sind. Hier wurde versäumt, ein durchgängiges Bedienungskonzept vorzusehen. Dies ist sicherlich auch durch die mit zusätzlichen Maßnahmen verbundenen Mehrkosten (Sicherheit darf nichts kosten ...) sowie eine ungeeignete Fokussierung der Hersteller auf rein technische Lösungen begründet. Auch die Normen zu den betroffenen Maschinen bieten keine praxismgerechten Sicherheitskonzepte an.

Es ist festzustellen, dass Manipulationen an Maschinen ab dem Baujahr 1995 zunehmen. Hier kann ein Zusammenhang mit der Verbindlichkeit der Maschinenrichtlinie seit dem 1.1.1995 vermutet werden. Aus der Unsicherheit darüber, wie die Anforderungen der Maschinenrichtlinie erfüllt werden können, resultierte sicherlich oftmals ein „Zumauern der Maschinen“ – die Freiheitsgrade der Maschinenrichtlinie wurden nicht genutzt und die damit verbundenen Behinderungen beim Betrieb führten dann zu den Manipulationen.



4.4.4 Maßnahmen gegen Manipulationen von Schutzeinrichtungen

Mögliche Maßnahmen gegen die Manipulation von Schutzeinrichtungen bestehen – auch in Übereinstimmung mit den Ergebnisinterpretationen der anderen Disziplinen – darin, die Notwendigkeit zur Manipulation zu beseitigen und den erforderlichen Aufwand zu erhöhen. Solange allerdings Maschinen nur mit der Umgehung von Schutzeinrichtungen betrieben werden können, ist zu erwarten, dass alle Maßnahmen lediglich zu einer veränderten Durchführung von Manipulationen führen werden. Manipulation kann nur verhindert werden, wenn die Schutzeinrichtungen beim Betrieb der Maschine keine Behinderung darstellen. Andere Maßnahmen können sinnvolle Ergänzungen sein.

Sicherheits- und Bedienungskonzept für den Betreiber

Beim Hersteller von Maschinen muss die Frage gestellt werden, ob die in den Normen beschriebenen Lösungsansätze für den Einsatz im betrieblichen Alltag ausreichend sind bzw. von den Maschinenherstellern im Rahmen einer durchgängigen Maschinenkonzeption richtig eingesetzt werden können. Gegebenenfalls müssen alternative Konzepte für ein durchgängiges Sicherheits- und Bedienkonzept entwickelt werden, sodass in allen Betriebsarten und für alle Eingriffe ein sicheres Arbeiten ermöglicht wird.

Verdeckte und unlösbare Anbringung von Schutzeinrichtungen

Der verdeckte Einbau und die damit erschwerte Erreichbarkeit von Befestigungen sowie Montagearten zur unlösbaren Anbringung von Schutzeinrichtungen sind seit vielen Jahren bekannt und in DIN EN 1088 beschrieben. Die Anwendung dieser Möglichkeiten ist sicherheitstechnisch wünschenswert, jedoch aus fertigungs- und wartungstechnischen Gründen von Nachteil. In der Praxis sind die vorgeschlagenen Lösungen daher nur schwer durchsetzbar. Eine Hilfestellung hierzu könnte durch Festlegungen in den maschinenspezifischen Normen erfolgen.



Selbstüberwachung durch die Maschinensteuerung

Die Steuerung kennt den Status der Maschine und kann hieraus eine Erwartungshaltung über den Zustand von Verriegelungen mit Schutzeinrichtungen durchführen. Technische Voraussetzung für die Durchführung einer Plausibilitätsprüfung (Selbstüberwachung) ist der Einsatz leistungsfähiger Speicher programmierbarer Steuerungen (SPS). Die Prüfung kann z. B. so erfolgen, dass die Maschinensteuerung nach einem Impuls beim Öffnen der Tür einen Schließimpuls erwartet. Werden so unerwartete Zustände der Schutzeinrichtungen festgestellt, unterbricht die Software den Maschinenbetrieb. Der Programmteil dieser Signalverarbeitung muss dem Bediener unzugänglich sein.

Erhöhung des Manipulationsaufwandes

Eine Erhöhung des Manipulationsaufwandes schränkt die Bereitschaft, Manipulationen auszuführen, ein. Technische Möglichkeiten sind die Anbringung von verdeckt montierten Schaltern mit codierten Gegenstücken und manipulationssichere Anbringung von Schutzeinrichtungen – z. B. durch Einwegschrauben oder nicht schraubbare Verbindungstechniken – überall dort, wo diese praxisgerecht eingesetzt werden können.

Betriebsart „Prozessbeobachtung“

In Einzelfällen ist es sinnvoll, die Betriebsart „Prozessbeobachtung“ einzusetzen (siehe Merkblatt in Anhang D, Seite 199), bei der ein Maschinenbetrieb ggf. mit sehr eingeschränkten Schutzeinrichtungen möglich ist. Dies kann jedoch mit einem erhöhten Gefahrenpotenzial verbunden sein. Deshalb darf hiervon nur Gebrauch gemacht werden, wenn keine anderen Möglichkeiten bestehen. In der Praxis ist aber festzustellen, dass an Maschinen, bei denen diese Betriebsart realisiert ist, oftmals ein Missbrauch dieser Betriebsart erfolgt. Insofern kann diese Maßnahme keine generelle Lösung sein.



4.4.5 Umsetzung der Maßnahmen

Bei der Konstruktion und Herstellung von Maschinen

Die effektivste Maßnahme zur Verhinderung von Manipulationen ist letztlich eine konsequente Analyse der Gefahren unter Berücksichtigung aller Betriebsarten und Tätigkeiten an einer Maschine. Darauf basierend ist ein durchgängiges Sicherheits- und Bedienkonzept zu erarbeiten. Dabei ist der künftige Betreiber einer Maschine zu beteiligen, sodass alle Betriebszustände vorhersehbar sind. In begründeten Einzelfällen kann der Einsatz der Betriebsart „Prozessbeobachtung“ vorgesehen werden.

Die Positionsschalter der Bauart 2 werden am häufigsten manipuliert. Daher ist zu überlegen, ob andere Ausführungen zur Stellungsüberwachung von Schutztüren eingesetzt werden können. Scharnierschalter lassen sich z. B. in der Regel nicht auf einfache Weise umgehen.

In der Normung

Die Normung im betrachteten Maschinenbereich bietet zur Verhinderung von Manipulation überwiegend keine Lösungen an. Bereits im Jahre 2003 wurde die Problematik in den entsprechenden Normungskreisen, z. B. CEN/TC 143 und ISO/TC 199, eingebracht und thematisiert. Als Ergebnis wurde zunächst die Betriebsart „Prozessbeobachtung“ in die harmonisierten Normen DIN EN 12417 „Bearbeitungszentren“ und DIN EN 13128 „Fräs- und Bohrfräsmaschinen“ aufgenommen. Dem Erfolg versprechenden Ansatz der Erstellung eines durchgehenden Sicherheits- und Bedienkonzepts folgt die Norm für integrierte Fertigungssysteme im aktuellen Entwurf der DIN EN ISO 11161, insbesondere fokussiert auf Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten, sowie auf die Fehlersuche. Ein Anfang ist mit dem Änderungsentwurf DIN EN 1088/A1 gemacht: Die darin enthaltenen neuen Festlegungen tragen wesentlich zu einer Erhöhung der Manipulationssicherheit bei, wenn sie von Herstellern realisiert werden.

Es wäre sehr wünschenswert, wenn weitere Normungsgremien diese Gedanken aufgreifen würden. Hilfreich wäre auch, wo sinnvoll, die normative Festlegung der



verdeckten oder unlösbaren Anbringung von Schutzeinrichtungen und weiterer Maßnahmen zur Erhöhung des Aufwands für Manipulationen sowie zu deren Erkennung.

Bei Herstellern von Schutzeinrichtungen

Technisch gesehen bieten Hersteller heute schon eine breite praxisgerechte Vielfalt von Schutzeinrichtungen an, z. B. Sicherheitsschalter mit codierten Gegenstücken. Auch auf dem Gebiet der elektronischen Bausteine, Sicherheitsbussysteme und sicherheitsgerichteten Steuerungen sind praxisgerechte Produkte auf dem Markt, die von vielen Maschinenherstellern – häufig in unzureichender Form – implementiert werden. Die für sichere Lösungen erforderlichen Komponenten sind also verfügbar, werden aber teilweise nur von wenigen Herstellern angeboten. Oftmals aus Kostengründen oder wegen fehlender Kenntnisse beim Maschinenkonstrukteur werden diese Produkte nicht eingesetzt. Beispielhaft genannt sei hier das Antriebssteuergerät mit integrierten Sicherheitsfunktionen wie „Sicher reduzierte Geschwindigkeit“ und „Sicherer Betriebs halt“. An die Gerätehersteller muss daher die Aufforderung gerichtet werden, notwendige Sicherheitsfunktionen zu vertretbaren Preisen anzubieten und auf den Nutzen zur Verhinderung von Manipulationen aufmerksam zu machen. Ein Schwachpunkt bei allen Verriegelungseinrichtungen ist die Art der Befestigung von Schaltern und Betätigern. Hier sind manipulationssichere Lösungen gefragt und werden im Änderungsentwurf DIN EN 1088/A1 verlangt.

4.4.6 Zusammenfassung

Aus technischem Blickwinkel liegt die Ursache von Manipulationen schwerpunktmäßig auf Sichtbehinderungen und umständlichen Bedienweisen bei Bearbeitungszentren, CNC-Fräsmaschinen und Pressen. Dies tritt insbesondere bei den Betriebsarten auf, bei denen in die Maschine eingegriffen werden muss; sei es, um Werkzeuge zu wechseln oder um fehlerbehaftete Vorgänge nachvollziehen zu können. Ein stringentes Sicherheits- und Bedienkonzept, umgesetzt bereits in den jeweiligen Produktnormen und bei der Konstruktion der Maschinen durch den Hersteller, müsste gemeinsam umgesetzte Grundlage werden, um Manipulationen zu vermeiden.



5 Handlungsempfehlungen

Wie die fachspezifischen Analysen zeigen, ist das Problem der Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen fassettenreich. Auf allen Ebenen zeigen sich deutliche Defizite im Umgang mit der Problematik: Alle Einflussgrößen auf den Arbeitsprozess (Mensch, Technik und Organisation) bieten Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Prävention von Unfällen, die auf manipulierte Schutzeinrichtungen oder Maschinen zurückzuführen sind.

5.1 Fokus Maschinenkonstruktion

Der wichtigste Ansatzpunkt zur Prävention von Unfällen, die auf Manipulationen zurückzuführen sind, ist die frühe Phase der Konzeption bzw. Konstruktion einer Maschine. Fehlt bereits während dieser Phase ein durchgängiges Sicherheits- und Bedienkonzept für die Maschine, das die Bedürfnisse des Bedieners berücksichtigt, dann können alle weiteren Maßnahmen nur noch korrigierend greifen. Zu dieser frühen Lebensphase der Maschine muss also bereits der ergonomische und bedienerfreundliche Umgang mit der Maschine vorausschauend berücksichtigt werden. Doch wie kann dies geschehen? Eine Forderung lässt sich klar ableiten: Die frühzeitigere Abstimmung zwischen Maschinenkonstrukteur, Elektrokonstrukteur und Anbieter von Schutzeinrichtungen, um nicht im Nachhinein eine Schutzeinrichtung an eine bereits fertig entwickelte und vielfach sogar schon fertig realisierte Maschine anpassen zu müssen.

Entwicklungstools, die dem Konstrukteur zur Verfügung stehen, sollten die Implementierung von Schutzeinrichtungen bereits in der Konstruktionsphase gewährleisten können. Zudem sollte ein solches Tool (oder ein anderweitiges Medium) dem Maschinenkonstrukteur alle Möglichkeiten aufzeigen, die moderne Schutzeinrichtungen bieten. Eine Checkliste, die gezielt für die Konstruktionsphase einer Maschine entwickelt werden müsste, könnte helfen, ihre Anfälligkeit für Manipulationshandlungen bereits vor Auslieferung der Maschine zu prüfen und ggf. Änderungen zu erwirken. Äußerungen wie „Ach ja, eine Schutzeinrichtung müssen wir auch noch dranbauen ...“ gehören



dann ebenso endgültig der Vergangenheit an wie die vereinzelt festzustellende Auslieferung von Manipulationswerkzeugen (Ersatzbetätiger etc.) durch den Maschinenhersteller, mit der ein durchgehendes Sicherheits- und Bedienkonzept ad absurdum geführt wird.

Eine weitere wichtige Forderung bezieht sich auf die Berücksichtigung sämtlicher Betriebs- und Lebensphasen einer Maschine bei deren Konstruktion. Zurzeit ist bei vielen Maschinen ein manipulationsfreier Betrieb für bestimmte Betriebsarten oder notwendige manuelle Eingriffe noch nicht einmal realisiert, was nicht im Einklang mit der Maschinenrichtlinie steht.

Eine frühzeitige Berücksichtigung des „Benutzers“, also des Maschinenbedieners, leisten Usability-Untersuchungen. In ihnen wird der Bediener als Experte verstanden; seine Aussagen sind handlungsleitend für den Konstrukteur. Der Motivation zu manipulieren könnte mit solchen Untersuchungen präventiv entgegengetreten werden.

Eine weitere wichtige Forderung ist die Nutzung bereits verfügbarer Möglichkeiten: Beispielsweise können ein Betrieb unter sicher reduzierter Geschwindigkeit und die automatische Überwachung von Verriegelungseinrichtungen durch die Maschinensteuerung erste Schritte sein, zumindest die Manipulation als solche zu erschweren – sofern der dafür verantwortliche Programmteil für den Bediener unzugänglich ist. Hier spielen einerseits Kostenaspekte eine Rolle, andererseits stellt sich aber auch die Frage nach der Kenntnis solcher Lösungen. Die Praxisbeispiele zeigen, dass es in vielen Fällen fast triviale Lösungen sind, die Manipulationen vorbeugen können.

5.2 Fokus Technische Innovation

Allgemein lässt sich die Forderung nach der Entwicklung von Schutzkonzepten stellen, die „nicht stören“, d. h. die weder Arbeitstempo und damit die Produktivität sowohl des Einzelnen als auch der Betreiberfirma drosseln, noch die freie Sicht auf das Werkstück oder das Werkzeug beeinträchtigen. Intelligente Kamerasysteme, die Mensch und Werkstück unterscheiden können, könnten beispielsweise so eingesetzt werden, dass sie automatisch bei Annäherung an einen Gefahrenbereich reagieren; eine



gesonderte Bedienung oder Berücksichtigung einer Schutzeinrichtung durch den Maschinenbediener wäre nicht erforderlich. Bei der Validierung von Steuerungen sollte es als systematischer „Fehler“ gewertet werden, wenn bei Verriegelungseinrichtungen an kritischen Stellen wie Schutztüren keine ausreichenden technischen Maßnahmen gegen Manipulation getroffen sind.

5.3 Fokus Normung

Bisherige Aktivitäten, das Thema Manipulation normativ zu verankern, resultierten in der Aufnahme der Betriebsart „Prozessbeobachtung“ in die harmonisierten Normen DIN EN 12417 „Bearbeitungszentren“ und DIN EN 13128 „Fräs- und Bohrmaschinen“. Im aktuellen Entwurf der DIN EN ISO 11161 „Industrielle Automatisierungssysteme – Sicherheit integrierter Fertigungssysteme“ wird zudem ein durchgängiges Sicherheits- und Bedienkonzept gefordert.

Eine explizite Nennung der Manipulationsproblematik ist jedoch nicht zu verzeichnen. So sollte die Manipulationsproblematik direkt in den Normen DIN EN 954 „Sicherheit von Maschinen“ bzw. prEN ISO 13849-1 und zudem in den entsprechenden C-Normen angesprochen werden. Dort können spezifischere Festlegungen bezogen auf die jeweilige Maschinengattung vorgenommen und die damit in Zusammenhang stehenden Manipulationsgründe (z. B. Schwerpunkt „Beobachtbarkeit des Arbeitsprozesses bei Bearbeitungszentren“) gezielt angegangen werden. Die „Beobachtbarkeit von Arbeitsprozessen“ spielt bei vielen Maschinen eine bedeutende Rolle, sodass sie generell in allen Normungsgremien aus dem Bereich der Werkzeugmaschinen und möglicherweise darüber hinaus diskutiert werden muss. Wünschenswert wäre zudem die Durchsetzung der in DIN EN 1088 „Sicherheit von Maschinen – Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen“ genannten verdeckten oder unlösbaren Anbringung von Schutzeinrichtungen. In dieser Norm sollte auch der Begriff „Umgehen auf einfache Weise“ klarer definiert werden, was inzwischen im Änderungsentwurf DIN EN 1088/A1 geschehen ist.



5.4 Fokus Betrieb

In weiten Teilen der Betreiberfirmen ist eine Sicherheitskultur, die sich mit dem Thema Manipulation auseinandersetzt, nicht vorhanden. Manipulationen werden oftmals geduldet, vereinzelt wird sogar animiert zu manipulieren. Hier spielen sicherlich Produktivitätsaspekte eine wichtige Rolle. Dabei zeigen die obigen Beispiele, dass sich Maschinensicherheit und Produktivität nicht zwangsläufig ausschließen müssen, sofern eine intelligente Abstimmung zwischen Maschinenkonstruktion und Implementierung von Schutzeinrichtungen erfolgt. Hier sind die Betreiberfirmen gefordert, den Aspekt der Manipulationsanfälligkeit neben Produktivitätsüberlegungen beim Maschineneinkauf zu berücksichtigen. Mit der Berücksichtigung aller manuellen Eingriffe im Lastenheft würde eine Nachfrage geschaffen, indem von den Anbietern Aussagen zum Verhältnis zwischen der Integration von Sicherheitstechnik und der Beeinflussung der Produktivität getroffen werden müssten.

Dazu kann es hilfreich sein, den Kreis der Maschinenbediener und der Fachkräfte für Arbeitssicherheit in den Maschinenkaufprozess zu integrieren. Eine Checkliste, in der die Anfälligkeit für spätere Manipulationen an der Maschine aufgezeigt wird, und die vor der Inbetriebnahme eingesetzt werden kann, wäre für den Einkäufer sicherlich ein hilfreiches Werkzeug zur Auswahl seines Lieferanten – auch aus Gründen der Produktivität.

Selbst wenn im Betrieb grundsätzlich eine kritische Grundhaltung gegenüber Manipulationen eingenommen wird, sollte das Thema in der innerbetrieblichen Kommunikation aufgegriffen werden. Ein unbürokratischer Informationsaustausch zwischen Bedienpersonal, Fachkraft für Arbeitssicherheit und Vorgesetzten sowie ein Abfragen von Defiziten bei der Mensch-Maschine-Interaktion könnte die Bedürfnisse und Erwartungen von beiden Seiten aufdecken und es könnte ein gemeinsamer Weg gefunden werden, wie dem Wunsch zu manipulieren begegnet werden kann. Dies könnte beispielsweise in Form eines anonymen Meckerkasten- oder Wunschzettelsystems realisiert werden, ohne Gefahr zu laufen, bestimmte Personen „anschwärzen“ zu müssen. Hier können die Präventionsdienste der Berufsgenossenschaften unterstützend, beratend und gegebenenfalls vermittelnd agieren. Ein Anreizsystem der Berufs-



genossenschaften könnte Betreiberfirmen die Anschaffung besonders ergonomischer und anwenderfreundlicher Maschinen erleichtern und damit aktiv zur Manipulationsprävention beitragen.

5.5 Fokus Ausbildung

In engem Zusammenhang mit betrieblichen Maßnahmen stehen die in der Studie aufgezeigten Defizite bei der Kenntnis um Manipulation: Gefahrenunterschätzungen durch das Bedienpersonal und mangelhaftes Wissen um betriebliche und rechtliche Konsequenzen auch bei Vorgesetzten können mithilfe innerbetrieblicher Schulungsmaßnahmen angegangen werden. Experten des Arbeitsschutzes sollten während ihrer Betriebsbegehungen konkret auf Manipulationen hinweisen, aber auch in der Lage sein, Überlegungen anzustellen, wie dem Problem begegnet werden kann. Überbetrieblich entsteht entsprechend der Wunsch nach einer breiten Streuung von Informationen zu Manipulationen und deren Verhinderung in verschiedene Ausbildungsrichtungen. So sollten die Ausbildungen der Aufsichtspersonen und der Fachkräfte für Arbeitssicherheit spezielle Module enthalten, in denen Gründe für Manipulationen, aber auch Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt werden. Schulungen, in denen die Inhalte der Maschinenrichtlinie thematisiert werden, und Schulungen zur Maschinensicherheit allgemein sollten gezielt auf die Forderungen nach nicht manipulationsanfälligen Maschinen- und Bedienkonzepten eingehen. Die Ausbildungsmaßnahmen der Berufsgenossenschaften haben dies zum Teil schon realisiert.

Als weitere überbetriebliche Ausbildung sollte die Aufnahme der Problematik bereits in frühen Phasen der Konstrukteursausbildung angestrebt werden. Fachhochschulen und Universitäten sollten den Aspekt „Sicherheitstechnik“ curricular verankern und könnten im Rahmen ihrer Ausbildung zum Beispiel Projektierungen, in denen Maschinen mit einem angemessenen Sicherheits- und Bedienkonzept entworfen werden müssen, adäquat auf die berufliche Realität vorbereiten.

Eine allgemein zugängliche Plattform, zum Beispiel eine Internetdatenbank, die von berufsgenossenschaftlicher Seite betreut würde und in der aufgezeigt würde, wie betriebsübergreifend mit bestimmten Problemen, z. B. der Beobachtbarkeit von



Arbeitsprozessen, umgegangen wird und welche Lösungen und Erfahrungen sich ergeben könnte eine wertvolle Hilfe für Konstrukteure wie für Betreiber sein.



6 Praktische Beispiele

Nachfolgend wird exemplarisch an einem CNC-Bearbeitungszentrum und einem CNC-Drehautomaten die Art der Manipulation aufgezeigt. Durch Befragung der Maschinenbediener konnten die Gründe für Manipulationen ermittelt werden. Darauf basierend wurden Vorschläge für die konstruktive Gestaltung der Maschinen entwickelt, sodass der Betrieb auch ohne manipulierte Schutzeinrichtungen möglich ist.

6.1 CNC-Bearbeitungszentrum

Abbildung 4 zeigt ein CNC-Bearbeitungszentrum. Erkennbar sind der Bearbeitungsraum mit Schutztür und Sichtfenster, die Bedienstation sowie das kabelgebundene Handbediengerät.

Abbildung 4:
CNC-Bearbeitungszentrum mit geöffneter Schutztür



6.1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

In dem CNC-Bearbeitungszentrum erfolgt eine automatische Hochgeschwindigkeitsbearbeitung von metallischen Werkstücken unter Verwendung von flüssigen



Kühlschmierstoffen. Der Bearbeitungsraum hat eine Größe von etwa (H x B x T) 1 000 mm x 1 500 mm x 2 000 mm. Gefährdungen bestehen im Wesentlichen durch die nicht vorhersehbaren Bewegungen des Werkzeugs und des Werkzeugwechslers. Das Werkstück ist fest aufgespannt. Während der Bearbeitung bestehen weitere Gefährdungen durch Späneflug und ggf. durch das Hinausschleudern von Bruchstücken. Im Automatikbetrieb hat der Maschinenbediener keinen Zugang zum Arbeitsbereich.

6.1.2 Besondere Ausstattung und Schutzkonzept

Die Maschine vom Baujahr 2001 entspricht DIN EN 12417 (Sicherheit von Werkzeugmaschinen – Bearbeitungszentren). Vorgesehen sind die Betriebsarten „Automatik“ und „Einrichten“. Der Wirkraum ist durch eine Vollraumkabine verkleidet, an zwei Seiten des Bearbeitungsraums befinden sich bewegliche trennende Schutzeinrichtungen mit Glas-/Polycarbonatsichtscheiben. Die Bedienung erfolgt über das Bedienpult oder ein Handbediengerät.

6.1.3 Verwendung beim Betreiber

Die Maschine wird zur Nachbearbeitung von großen Formen eingesetzt. Die Formen sind Einzelanfertigungen, bei denen durch Umgebungseinflüsse wie Temperatur oder Luftfeuchtigkeit Maßabweichungen von bis zu 5/100 mm möglich sind. Durch die Nachbearbeitung wird die Maßgenauigkeit auf 1/100 mm verbessert.

6.1.4 Art der Manipulation

Der Automatikbetrieb ist nur bei geschlossener Schutztür möglich. Zur Stellungsüberwachung wird ein Positionsschalter der Bauart 2 mit getrenntem Betätiger eingesetzt. Wie in Abbildung 5 (siehe Seite 75) erkennbar befindet sich ständig ein Betätiger im Positionsschalter. Damit sind jederzeit alle Maschinenbewegungen ohne Einschränkung auch bei geöffneter Schutzeinrichtung möglich.



Abbildung 5:
Manipulation eines Positionsschalters
an einer Schutztür

6.1.5 Gründe für die Manipulation

Der Nullpunkt in der hinterschnittenen Anfräszone muss manuell angefahren werden. Der Fräser befindet sich dabei innerhalb einer von mehreren Seiten umschlossenen Werkstückgeometrie. Bei geschlossenen Schutztüren ist die Sicht zum Anfahren des Nullpunkts trotz der Polycarbonatsichtscheiben nicht ausreichend. Das HSC(High Speed Cutting)-Fräswerkzeug benötigt eine Umdrehungszahl von mindestens 5 000 U/min, um bei Materialkontakt nicht zerstört zu werden. In der Betriebsart „Einrichten“ ist jedoch nur eine Drehzahl von maximal 50 U/min erlaubt.

6.1.6 Vorschläge zur Verhinderung der Manipulation

Einsatz von Tastern

Für die Bearbeitung eines Werkstücks werden ca. fünf Stunden benötigt. Berücksichtigt man die sehr geringen Losgrößen, dann ist der Zeitaufwand zur Erstellung eines jeweils eigenen NC-Programms unter Nutzung von Kantentastern wirtschaftlich nicht



vertretbar. Ferner ist auch nicht sichergestellt, dass mit den Tastern die geforderte Genauigkeit erreicht wird.

Einsatz von Kamerasystemen

Die Verwendung einer Kamera bei geschlossenen Schutztüren sollte geprüft werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass auch diese Kamerasysteme verschmutzen können und zudem keine dreidimensionale Darstellung bieten. Dies kann die Akzeptanz beim Bediener solcher Systeme eventuell einschränken. Technische Innovationen auf diesem Gebiet sind zurzeit jedoch in der Entwicklung.

Betriebsart 3

Der manuelle Eingriff ist nur zum Anfahren des Nullpunkts erforderlich, danach könnten die Schutztüren geschlossen werden. Dieser Vorgang gehört zum „Einrichten“ und könnte in der Betriebsart 3 erfolgen, wie sie für diese Maschinen in der Produktnorm bereits vorgesehen ist. Hierbei wird bei geöffneter Schutzeinrichtung mit eingeschränkten Maschinenfunktionen manuell verfahren. Geschwindigkeiten von Spindel und Achsen sind reduziert und während der Bewegung muss ein Zustimmungstaster betätigt werden. Für diesen Ablauf müsste jedoch eine geeignete Steuerung nachgerüstet werden. Das hätte aus Kostengründen bereits bei der Bestellung der Maschine berücksichtigt werden müssen.

Betriebsart 4

Der Betreiber sieht als bevorzugte Lösung den Einsatz der Betriebsart 4, die der Betriebsart 3 ähnlich ist, jedoch keinen Zustimmungstaster erfordert. Da damit jedoch eine erhöhte Gefährdung verbunden ist und auch andere Lösungsmöglichkeiten bestehen (siehe Nr. 2 und Nr. 3), müssen zunächst diese ausgeschöpft werden. Die Betriebsart 4 wird auch als Betriebsart „Prozessbeobachtung in der Fertigung“ bezeichnet (siehe auch Abschnitt 6.3, Seite 82).



6.2 CNC-Drehmaschine

Abbildung 6 zeigt einen typischen CNC-Drehautomaten. Erkennbar sind das geschlossene Maschinengehäuse mit Sichtfenster und die abgesetzte Bedienstation.

Abbildung 6:
Typischer CNC-Drehautomat



6.2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Bei CNC-Drehautomaten handelt es sich um numerisch gesteuerte Drehmaschinen und Drehzentren für die allgemeine Verwendung, vornehmlich zur Zerspanung von Metall. Gefährdungen bestehen im Wesentlichen durch die Rotation der Spindel, in die das Werkstück eingespannt ist, das in drei Dimensionen verfahrbare Werkzeug und Drehbewegungen des Werkzeugrevolvers. Weitere Gefährdungen sind der Späneflug und das Hinausschleudern von Teilen. Im Produktionsbetrieb hat der Maschinenbediener keinen Zugang zum Arbeitsbereich.



6.2.2 Besondere Ausstattung und Schutzkonzept

Der Bearbeitungsraum ist, wie bei kleinen und mittelgroßen Maschinen üblich, vollständig geschlossen (Vollraumschutz). Die Zugangstür ist mit einer Sichtscheibe ausgestattet, um eine Überwachung des Bearbeitungsprozesses zu ermöglichen. Die Position der Tür wird überwacht. Je nach gewählter Betriebsart „Automatik“ oder „Einrichten“ werden dementsprechende Maschinenbewegungen zugelassen oder gesperrt.

Detaillierte Schutzmaßnahmen für Drehautomaten sind in folgenden europäischen Normen festgelegt:

- DIN EN 12415: Kleine numerisch gesteuerte Drehmaschinen und Drehzentren,
- DIN EN 12478: Große numerisch gesteuerte Drehmaschinen und Drehzentren,
- DIN EN 12840: Handgesteuerte Drehmaschinen mit oder ohne Automatiksteuerung,
- DIN EN 13788: Mehrspindel-Drehautomaten.

6.2.3 Verwendung bei Betreibern

CNC-Drehmaschinen werden in erster Linie im automatischen fortlaufenden Betrieb bei geschlossenen trennenden Schutzeinrichtungen eingesetzt. Es sind aber auch Arbeitsoperationen erforderlich, die bei geöffneten Schutzeinrichtungen manuelles Eingreifen und Steuern sowie Beobachten erfordern. Im vorliegenden Beispiel kann es sich handeln um

- Ankratzen (Nullpunkt finden),
- Schmirgeln mit Schmirgelleinen,
- Bohrungskanten brechen mit Dreikantschaber,
- Backen ausdrehen.



In Abbildung 7 ist das Ankratzen in einer Bohrung dargestellt. Das Schmiegeln mit einem Schmigelbrettchen zeigt Abbildung 8.

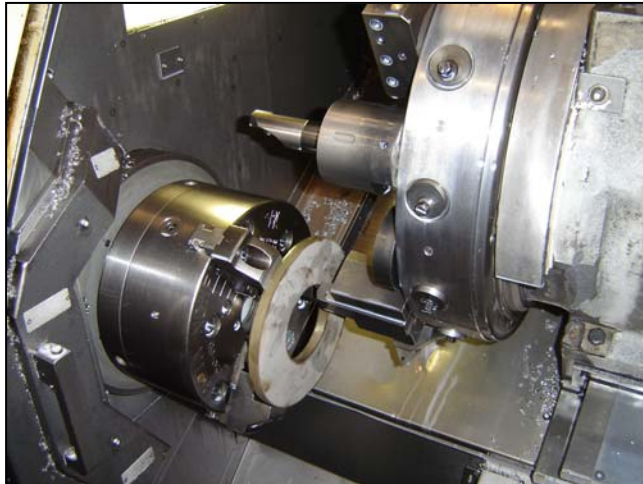


Abbildung 7:
Ankratzen in einer Bohrung



Abbildung 8:
Schmiegeln mit Schmigelbrettchen

6.2.4 Art der Manipulation

Im Einrichtbetrieb bei geöffneter Schutztür sind entsprechend der Produktnorm nur stark eingeschränkte Spindel- und Achsbewegungen zulässig. Zur Verhinderung nicht erlaubter Maschinenbewegungen wird die Stellung der Tür überwacht, hier mit einem Positionsschalter der Bauart 2 mit getrenntem Betätiger. Wie in Abbildung 9 (siehe Seite 80) erkennbar wurde im vorliegenden Fall der Betätiger von der Schutztür demontiert und ständig in den Positionsschalter eingesteckt. Damit sind auch bei



geöffneter Schutzeinrichtung jederzeit alle Maschinenbewegungen ohne Einschränkung möglich.



Abbildung 9:
Manipulation eines Positionsschalters an einer Schutztür

6.2.5 Gründe für die Manipulation

Das nach europäischen Normen vorgesehene Sicherheits- und Bedienungskonzept ist nicht praxistauglich. So besteht bei geschlossener Schutztür durch die Scheibe nur schlechte Sicht auf den Bearbeitungsprozess (Abbildung 10).



Abbildung 10:
Sicht auf den Bearbeitungsprozess bei geschlossener Schutztür

Oft ist auch die Arbeitsraumbeleuchtung mangelhaft. Im Einrichtbetrieb ist bei geöffneter Schutztür nur eine geringe Spindeldrehzahl möglich. Entsprechend den einschlägigen europäischen Normen sind maximal 50 U/min erlaubt. Wie Tabelle 1 (Seite 81)



zeigt, sind jedoch je nach Arbeitsoperation erheblich höhere Drehzahlen notwendig. Die normativen Anforderungen stehen offensichtlich im Widerspruch zu den Erfordernissen im praktischen Betrieb.

Tabelle 1:
Arbeitsoperationen und entsprechende Erfordernisse

Arbeitsoperation	Erfordernisse
Ankratzen	Ca. 1 000 U/min bei offener Schutztür, sonst besteht Gefahr der Werkzeugbeschädigung
Schmiegeln	Drehzahl > 1 000 U/min bei offener Schutztür
Bohrungskante brechen	Drehzahl > 500 U/min bei offener Schutztür
Backen ausdrehen	Drehzahl > 500 U/min sowie manuelles Steuern bei offener Schutztür, in Einzelfällen NC-Programm für diese Arbeitsoperation möglich

6.2.6 Vorschläge zur Verhinderung der Manipulationen

Durch den Einsatz von Sonderbetriebsarten, ähnlich zu den bereits bei CNC-Bearbeitungszentren normativ festgelegten, ließe sich die Maschine auch ohne Manipulation betreiben. Hinzu kommen müssen technische Maßnahmen, z. B. verdeckter Einbau, codierte Schalter oder automatische Überwachung, die das Umgehen von Verriegelungseinrichtungen an Schutztüren verhindern bzw. erschweren. Das Schmiegeln muss als kritischster Fall betrachtet werden, da das Schmiegeltrettchen mit beiden Händen gehalten wird und die Betätigung einer Zustimmungseinrichtung damit nicht mehr möglich ist. Trotzdem kann mit einer sinnvollen Einschränkung der möglichen Bewegungen und zusätzlichen organisatorischen Maßnahmen auch bei geöffneten Schutztüren eine ausreichende Sicherheit erreicht werden. Die erforderlichen Steuergeräte sind verfügbar. Da jedoch die zugehörige Produktnorm eine geeignete Sonderbetriebsart nicht vorsieht und eine sachgerechte Auslegung der Maschinenrichtlinie erforderlich ist, sollte eine Änderung der Maschine nur in Zusammenarbeit mit der zuständigen Berufsgenossenschaft bzw. dem zuständigen Fachausschuss erfolgen. Oft



ist auch eine handgesteuerte Drehmaschine mit Automatiksteuerung der Bauart 3 nach DIN EN 12840 die Lösung des Problems.

Eine Anpassung der einschlägigen europäischen Normen an die Gegebenheiten der Praxis erscheint erforderlich.

6.3 Betriebsart „Prozessbeobachtung in der Fertigung“

Sonderbetriebsarten sind etwas Anderes als das Außerkraftsetzen von Schutzeinrichtungen (z. B. Manipulation). Auf die Frage an Betreiber, welche Veränderungen an einer Maschine für einen möglichst ungehinderten Betrieb sinnvoll seien, wird häufig die Einführung der Betriebsart „Prozessbeobachtung in der Fertigung“, auch bekannt als Betriebsart 4, genannt. In dieser Betriebsart werden Schutzeinrichtungen größtenteils außer Kraft gesetzt, man erreicht also „legal“ fast dasselbe Ziel wie bei einer Manipulation der Schutzeinrichtungen. Hierbei wird jedoch oft vergessen, dass die Verwendung dieser Betriebsart nur dann zulässig ist, wenn ihre Unvermeidbarkeit nachgewiesen wurde. Beispiele hierfür sind Hinterschnitte an Werkstücken oder auch die Unzumutbarkeit einer länger andauernden Betätigung von Zustimmungsschaltern. Details zu diesem Thema finden sich im Merkblatt Nr. 2 des Fachausschuss Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau (<http://www.bgmetallsued.de/downloads/002-MFS-UMB-PRE-02-03.pdf>), das im Anhang D (siehe Seite 199) zu finden ist. Die Betriebsart 4 erfordert ein verantwortungsvolles Handeln auf Seiten der Maschinenhersteller und Betreiber. So ist entsprechend der Tätigkeit eine Auswahl der zutreffenden Betriebsart vorzunehmen. Dies kann i. d. R. nur durch organisatorische Maßnahmen im Betrieb erfolgen und bedingt eine eingehende Schulung der Beteiligten und ein hohes Maß an Disziplin. Ist dies beim Maschinenbediener und seinen Vorgesetzten nicht gegeben, wird die Prozessbeobachtung schnell zur alleinig genutzten Betriebsart. Die Folge ist eine unnötige Erhöhung der Gefährdung bei Tätigkeiten, für die es geeignete Schutzeinrichtungen und -maßnahmen gibt, die aber nicht mehr genutzt werden.



7 Verantwortlichkeit und Haftung bei manipulierten Maschinen

7.1 Verantwortung des Herstellers

7.1.1 Öffentlich-rechtliche Verantwortung

Den Hersteller trifft eine öffentlich-rechtliche Verantwortung aus dem Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG), nur sichere Maschinen auf den Markt zu bringen. Die Marktkontrolle führen die staatlichen Gewerbeaufsichtsämter der Länder durch. Soweit die Maschinen beim Inverkehrbringen nicht den Vorschriften entsprechen, steht der Gewerbeaufsicht das Recht zu Beanstandungen zu. Dies kann bei ausgelieferten Maschinen in Abhängigkeit von der Gefährdung zu einer Rückrufaktion führen, die für den Hersteller mit hohen Kosten und – bei einer Veröffentlichung der Maßnahme – mit hohem Imageschaden verbunden sein dürfte.

In Ausfüllung des Gesetzes dürfen nach § 2 der 9. Verordnung zum GPSG Maschinen oder Sicherheitsbauteile nur in Verkehr gebracht werden, wenn sie u. a. den grundlegenden Sicherheitsanforderungen des Anhangs I der Richtlinie 89/392/EWG entsprechen. Demzufolge dürfen Schutzeinrichtungen gemäß Abschnitt 1.4.1. des Anhangs I nicht auf einfache Weise umgangen oder unwirksam gemacht werden können, d. h. sie müssen über verlässliche Sicherheitssysteme verfügen, die nur schwer außer Betrieb zu setzen sind. Werden diese Anforderungen nicht erfüllt, kann die Marktaufsicht im Rahmen ihrer Möglichkeiten unter Beachtung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes einschreiten.

7.1.2 Zivilrechtliche Produktverantwortung

Durch das Produkthaftungsgesetz ist das Problem der zivilrechtlichen Produktverantwortung stärker in das Bewusstsein der Öffentlichkeit und damit auch der Hersteller und Betreiber gerückt. Die Produkthaftung verteilt sich auf mehrere an der Herstellung und dem Betrieb von Maschinen und Schutzeinrichtung beteiligten Personen, wie Produzenten, Importeure und Händler.



Produkthaftung nach § 823 Abs. 1 und Abs. 2 BGB

Der Schwerpunkt der Produkthaftung liegt zweifellos beim Hersteller, denn nach § 823 Abs. 1 Bürgerliches Gesetzbuch (BGB) haftet er für Konstruktions-, Fabrikations- und Instruktionsfehler sowie für eine Verletzung der Produktbeobachtungspflicht. Der deliktsrechtliche Sorgfaltsmaßstab wird vom Bundesgerichtshof (BGH) an strengen Beurteilungskriterien ausgerichtet, und zwar an den jeweils neuesten sicherheitstechnischen Erkenntnissen. Dabei genügt es nicht, dass die allgemein anerkannten Regeln der Technik – wie z. B. DIN-Normen, VDE-Bestimmungen – eingehalten sind. Liegen erreichbare Erkenntnisse vor, die über diesen Standard hinausgehen, sind diese neueren Erkenntnisse einzuhalten. Neben den erwähnten Konstruktions-, Fabrikations- (Produktions-) oder Instruktionsfehlern kann die Verletzung von Organisationspflichten ebenfalls zu einer Haftung führen. Voraussetzung hierfür ist, dass der Hersteller seinen Betrieb nicht so organisiert hat, dass Fehler der genannten Art nicht auftreten bzw. bei Kontrollen entdeckt werden (BGH, NJW 1995, 2162).

Darüber hinaus trifft den Hersteller eine Produktbeobachtungspflicht, in dem er auch nach dem Inverkehrbringen des Produktes dieses auf unentdeckt gebliebene schädliche Mängel sowie Gefahren verursachende Verwendungsfolgen hin beobachtet und erforderlichenfalls vom Markt zurückruft.

Ferner hat der Hersteller im Rahmen seiner Instruktionspflichten die Benutzer auf mögliche Gefahren und die korrekte Handhabung seiner Produkte ausdrücklich hinzuweisen (OLG Frankfurt, NJW-RR 1997, 1519).

Die Rechtsprechung nimmt in Fragen im Zusammenhang mit der Produkthaftung eine so genannte Beweislastumkehr vor, indem sie von dem Grundsatz, dass der Anspruchsteller alle anspruchsbegründenden Tatsachen zu beweisen hat, zugunsten des Anspruchstellers abweicht. Dem Anspruchsteller würde es regelmäßig nicht gelingen, dem Hersteller eines fehlerhaften Produktes ein Verschulden nachzuweisen. Üblicherweise verfügt er nicht über Kenntnisse und Einblicke in das Unternehmen des Herstellers sowie in dessen Organisationsstruktur. Eine Haftung des Herstellers würde somit mangels nachweisbaren Verschuldens regelmäßig entfallen.



Nach der Rechtsprechung reicht es daher aus, wenn der Geschädigte das Vorliegen eines Fehlers und seine Ursächlichkeit für den eingetretenen Schaden nachweist. Der Hersteller kann sich nur von einem Verschuldensvorwurf befreien, wenn er nachweist, dass er seinen Pflichten ordnungsgemäß nachgekommen ist.

Verfügt eine Maschine über eine nicht sicherheitsgerechte Lösung und kommt es bei einem Verwender aufgrund eines fehlerhaften Produktes zu einem Personenschaden und es liegt ein Verschulden des Herstellers vor, indem er bei seiner Konstruktion den Stand der Technik nicht beachtet hat, kann sich eine Haftung des Herstellers aus dem Gesichtspunkt der Produktverantwortung ergeben. Weitere Haftungsgrundlagen für die Produzentenhaftung ergeben sich aus § 823 Abs. 2 BGB in Verbindung mit einem Schutzgesetz wie dem GPSG. Ein Verstoß des Herstellers gegen ein Schutzgesetz kann ebenfalls einen Haftungsanspruch auslösen.

Ersatzpflicht nach dem Produkthaftungsgesetz

Das Produkthaftungsgesetz sieht eine verschuldensunabhängige Haftung (Gefährdungshaftung) für fehlerhafte Produkte vor. So hat ein Produkt nach § 3 des Produkthaftungsgesetzes einen Fehler, wenn es nicht die Sicherheit bietet, die unter Berücksichtigung aller Umstände erwartet werden kann. Darunter versteht man, dass das Produkt zum Zeitpunkt des Inverkehrbringens hinsichtlich Konstruktion, Fabrikation und Instruktion dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik, soweit erkennbar und ermittelbar, und den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen muss (BGHZ 80, 186). Auch hier gilt, dass die technischen Normen den üblichen, jedenfalls den Mindeststandard an Sicherheit darstellen, dessen Einhaltung die Allgemeinheit berechtigterweise erwartet. Ihre Nichteinhaltung ist ein Konstruktionsfehler. Im Grundsatz spricht ihre Einhaltung dafür, dass das Produkt den sicherheitstechnischen Erwartungen entspricht, schließt aber nicht in jedem Fall eine abweichende Beurteilung aus. Vielmehr sind die genannten Regeln im Einzelfall ergänzungsbedürftig nach dem objektiv erkennbaren oder ermittelbaren Stand von Wissenschaft und Technik.



7.1.3 Strafrechtliche Verantwortung

Kommt durch eine fehlerhaft konstruierte Maschine ein Mensch zu Schaden (fahrlässige Körperverletzung oder gar fahrlässige Tötung), kommt für den Hersteller eine strafrechtliche Verantwortlichkeit in Betracht. Eine fehlerhaft konstruierte Maschine könnte zum Beispiel dann vorliegen, wenn

- keine angemessenen Schutzeinrichtungen vorgesehen sind,
- Schutzeinrichtungen auf einfache Weise umgangen oder unwirksam gemacht werden können,
- für den Betrieb der Maschine notwendige Sonderbetriebsarten, z. B. für das Einrichten, nicht vorgesehen sind,
- keine angemessenen Maßnahmen gegen einen vorhersehbaren Missbrauch getroffen sind.

Nach der Rechtsprechung des Bundesgerichtshofes (BGH) folgt aus vorangegangenem pflichtwidrigem Gefährdungsverhalten eine Garantenstellung des Herstellers. Danach ist derjenige, der durch pflichtwidriges Vorverhalten eine Gefahrenlage für Dritte geschaffen hat, verpflichtet, den dadurch drohenden Schaden abzuwenden. Dies wird der Fall sein, wenn die mit Fehlern behaftete Maschine allein für den Körperschaden ursächlich geworden ist. Allerdings wird man dies bei manipulierten Maschinen kaum unterstellen können.

7.2 Verantwortung des Unternehmers

Der Schwerpunkt der Verantwortung und Haftung im Arbeitsschutz liegt beim Unternehmer. Da die Verantwortung des Unternehmers für Sicherheit und Gesundheitsschutz Bestandteil seiner unternehmerischen Gesamtverantwortung ist, richten sich die meisten Arbeitsschutzvorschriften auch an ihn. Unternehmer kann sein der Inhaber als Einzelunternehmer, der Geschäftsführer bei einer GmbH, der vertretungsberechtigte Gesellschafter bei einer OHG oder KG, der Geschäftsführer der GmbH bei einer GmbH & Co. KG, der Vorstand bei einer Aktiengesellschaft oder Genossenschaft.



Gemäß der allgemeinen Fürsorgepflicht aus einem bestehenden Arbeitsverhältnis hat der Unternehmer die Verpflichtung, für Leben und Gesundheit der Arbeitnehmer zu sorgen. Nach den §§ 617, 618 BGB und § 62 HGB ist er verpflichtet, Räume, Vorrichtungen und Gerätschaften, die er zur Verrichtung der Dienste zu beschaffen hat, so einzurichten und zu unterhalten, dass der Arbeitnehmer gegen Gefahren für Leben und Gesundheit soweit geschützt ist, wie die Natur des Betriebes und der Arbeit es gestatten.

Diese arbeitsvertragliche Fürsorgepflicht des Unternehmers erfasst alle Dienst- und Arbeitsverhältnisse und ist gemäß § 619 BGB unabdingbar. Damit will der Gesetzgeber abweichende Parteivereinbarung grundsätzlich verhindern.

Diese insbesondere im Arbeitsschutz ausgeprägte gesetzliche Fürsorgepflicht wird in zahlreichen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften und Unfallverhütungsvorschriften (UVVen) näher beschrieben. So geben das Arbeitsschutzgesetz (§ 3), die Betriebs-sicherheitsverordnung (§§ 3, 4), § 15 Abs. 5 SGB VII, § 130 Gesetz über Ordnungswidrigkeiten (OWiG) Inhalt und Umfang der arbeitsvertraglichen Fürsorgepflicht wieder. Bei den staatlichen Arbeitsschutzvorschriften sowie den Unfallverhütungsvorschriften handelt es sich um öffentlich-rechtliche Vorschriften, die dem Unternehmer eine hoheitsrechtliche Verpflichtung auferlegen. Unterlegt werden diese Vorschriften vielfach von Erkenntnissen, die in ihrem Rechtscharakter unterhalb von Rechtsnormen angesiedelt sind, wie z. B. bei allgemein anerkannten Regeln der Technik, Regeln des Standes von Sicherheit und Technik sowie arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse. Diese Regeln und Empfehlungen sind ebenfalls zur Konkretisierung der Fürsorgepflicht des Unternehmers mit heranzuziehen.

Die Maßnahmen, die der Unternehmer zum Schutz der Versicherten zu treffen hat, lassen sich wie folgt beschreiben bzw. zusammenfassen:

- sachliche Maßnahmen, wie sicherheitsgerechte Einrichtungen und Unterhaltung der Arbeits- und Sozialräume, betriebliche Regelungen, Maschinen und Geräte,



- ❑ organisatorische Maßnahmen, wie Einrichtung und Unterhaltung einer betrieblichen Sicherheitsorganisation, die sich an der Größe und den Gefahren des Betriebes orientiert,
- ❑ personenbezogene Maßnahmen, wie Auswahl und Bestellung fachlich geeigneter Mitarbeiter und deren Beaufsichtigung.

7.3 Delegation von Unternehmerpflichten

Neben dem Unternehmer tragen die betrieblichen Führungskräfte vor Ort ein hohes Maß an Verantwortung für den Arbeitsschutz in den Betrieben, ohne dass sie in den Arbeitsschutzbestimmungen ausdrücklich Erwähnung finden. Das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) sieht in § 13 Abs. 2 lediglich vor, dass Führungskräfte mit der Wahrnehmung von Unternehmerpflichten im Arbeitsschutz schriftlich zu beauftragen sind. Für den nach § 13 Abs. 1 Nr. 1 bis 4 ArbSchG genannten Personenkreis, die ein Unternehmen oder einen Betrieb selbst leiten, ist eine schriftliche Beauftragung entbehrlich.

Ein weiteres Indiz für die Übernahme von Unternehmerpflichten ist die meist arbeitsvertraglich nicht nur vorübergehende Weisungsbefugnis einschließlich der Verfügungsbefugnis über einen Geldetat, um unmittelbar Einfluss auf die Durchführung und Gestaltung von Arbeitsschutzmaßnahmen nehmen zu können. Dabei hat sich der Unternehmer seiner eigenen Pflichten nicht entledigt, sondern er muss eine sorgfältige und fachkundegemäße Auswahl treffen und hat darüber hinaus zu kontrollieren, ob die übertragenen Pflichten auch wahrgenommen werden (vgl. § 13 Abs. 2 ArbSchG, § 130 Abs. 1 Satz 2 OWiG). Bei einer wirksamen Übertragung von Unternehmerpflichten treffen den Verpflichteten alle Anforderungen aus den Arbeitsschutzbestimmungen, deren Erfüllung er in eigener Verantwortung sicherzustellen hat. Insoweit gelten für diesen Personenkreis die Grundpflichten des Unternehmers nach § 3 Abs. 1 ArbSchG sowie § 2 UVV „Grundsätze der Prävention“ (BGV A1) gleichermaßen. Im Rahmen der übertragenen Pflichten haftet er gemäß § 13 BGV A1, § 9 Abs. 2 OWiG wie ein Unternehmer.



7.4 Verantwortung der Versicherten

Die Beschäftigten eines Unternehmers trifft die arbeitsschutzrechtliche Verpflichtung, die dem Arbeitsschutz dienenden Maßnahmen des Unternehmers zu unterstützen. Diese Verpflichtung ergibt sich u. a. aus seiner arbeitsvertraglichen Nebenpflicht der Arbeitsverhältnisse, den §§ 15 und 16 ArbSchG, § 21 Abs. 3 SGB VII, §§ 15 bis 18 BGV A1.

Im Rahmen dieser Verpflichtung haben die Versicherten Einrichtungen, Arbeitsmittel und Arbeitsstoffe sowie Schutzvorrichtungen bestimmungsgemäß und entsprechend den ihnen übertragenen Arbeitsaufgaben zu benutzen. Eine besondere Unterstützungspflicht gegenüber dem Unternehmer oder dem zuständigen Vorgesetzten besteht bei jeder festgestellten unmittelbar erheblichen Gefahr für die Sicherheit und Gesundheit sowie bei jedem an den Schutzvorrichtungen und Sicherheitssystemen festgestellten Defekt. Derartige Gefahren und Sicherheitsdefizite sind den Verantwortlichen unverzüglich, d. h. ohne schuldhaftes Zögern, zu melden.

Bei der Feststellung von Mängeln an Arbeitsmitteln, Einrichtungen oder Arbeitsverfahren hat ein Versicherter den Mangel unverzüglich zu beseitigen, soweit dies zu seinen Arbeitsaufgaben gehört und er über die notwendige Befähigung verfügt. Ist dies nicht der Fall, hat er den Mangel dem Vorgesetzten unverzüglich zu melden.

7.5 Haftungsfolgen

Für die vorgenannte Verantwortung des Unternehmers und der Versicherten können Pflichtverletzungen im Bereich des Arbeitsschutzes rechtliche Folgerungen entfalten. So können sich Haftungsfolgen aus folgenden Bereichen ergeben:

- Strafrecht,
- Ordnungswidrigkeitenrecht,
- Zivilrecht,
- Arbeitsrecht.



7.5.1 Strafrechtliche Folgen

Mit dem Strafrecht wird insbesondere Rechtsschutz für die Güter betrieben, die für das Zusammenleben in der staatlichen Gemeinschaft unabdingbar sind. Bei diesen wichtigen Rechtsgütern handelt es sich um die Unversehrtheit der Gesundheit, des Lebens und von Freiheit und Eigentum.

Die wichtigsten Straftatbestände finden sich im Strafgesetzbuch (StGB), wie z. B. (fahrlässige) Körperverletzung (§§ 223, 229 StGB) oder gar fahrlässige Tötung (§§ 212, 222 StGB). Die Aufgabe der Ermittlung und Strafverfolgung obliegt allein der Staatsanwaltschaft bzw. den Strafgerichten. Im Strafmaß können Geld- und Freiheitsstrafen verhängt werden.

Strafrechtliche Folgen bei Körperverletzung und Tötung

Im Zusammenhang mit Arbeitsunfällen sind meist die Tatbestände für Körperverletzung und Tötung von praktischer Bedeutung. Für eine strafrechtliche Verfolgung müssen folgende Voraussetzungen bei einem Unfall vorliegen:

- der Unfall führt zu einer Verletzung oder zum Tod eines Menschen und
- der Unfall wurde durch eine rechtswidrige Handlung (Tun oder Unterlassen) eines anderen verursacht,
- die rechtswidrige Handlung erfolgte schuldhaft (fahrlässig oder vorsätzlich).

Der Schwerpunkt der Betrachtung dürfte im rechtswidrigen Handeln liegen, das durch ein Tun oder Unterlassen gegeben sein kann. Bezogen auf den Sachverhalt der Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen wird in der Person des Unternehmers in den wenigsten Fällen eigenes Tun vorliegen. Die Untersuchungen zeigen, dass eigenhändige Manipulationen durch den Unternehmer so gut wie nicht vorkommen.

Anders stellt es sich dar, wenn der Unternehmer Kenntnis von der Manipulation hat, diese aber duldet bzw. nicht einschreitet. Hier liegt der Schwerpunkt des Handelns in einem Unterlassen. Dieses kann rechtswidrig sein, wenn es eine gebotene Handlung



darstellt, d. h. dem Verantwortlichen obliegt aufgrund einer so genannten Garantenstellung eine fest umrissene Rechtsverpflichtung zur Unfallverhütung, mithin eine Pflicht zum Tätigwerden (§ 13 StGB). Eine allgemeine oder moralische Verpflichtung zum Tätigwerden wird hierbei nicht als ausreichend angesehen.

Die Garantenstellung kann sich ergeben aus:

Einer Rechtsvorschrift

Die Pflicht des Unternehmers, für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz zu sorgen, ergibt sich bereits aus den gesetzlichen Vorschriften (ArbSchG, SGB VII), in denen eine umfassende Zuständigkeit für die Prävention, insbesondere für die Umsetzung der zu treffenden Maßnahmen, festgelegt ist.

Einer vertraglich oder auf andere Weise übernommenen Aufgabe

Hieraus lässt sich eine Verantwortung für den in der betrieblichen Hierarchie stehenden Linienvorgesetzten sowie für den besonders Beauftragten ableiten.

Anmerkung: Sicherheitsfachkräfte und Betriebsärzte haben aufgrund ihrer gegenüber dem Unternehmer lediglich unterstützenden Funktion keine Garantenstellung, da sie mangels Vorgesetzteneigenschaft keine Abwendungsbefugnis bzw. Beseitigungsmöglichkeit von Mängeln haben. Diese Pflicht, Unfälle zu vermeiden, obliegt den Unternehmern sowie den betrieblichen Vorgesetzten.

Etwas anderes kann sich ergeben, wenn Sicherheitsfachkräfte und Betriebsärzte neben dieser Funktion weitere Aufgaben im Unternehmen mit Vorgesetzteneigenschaft und damit Weisungsbefugnis haben. Aus dieser Verantwortlichkeit kann sich wiederum eine Garantenstellung ergeben.

Vorausgegangenem gefährlichen Tun

Diese Fallkonstellation kann auf den Unternehmer, aber auch auf jeden Mitarbeiter zutreffen.



Beispiel für das Unterlassen einer gebotenen Handlung:

Der Meister sieht, dass an einer Maschine eine Schutzvorrichtung fehlt. Er unterlässt es, die dort Beschäftigten darauf hinzuweisen und die entsprechenden Anweisungen zu geben. Ein Beschäftigter, der an dieser Maschine arbeitet, verletzt sich an der frei zugänglichen Gefahrenstelle.

Ergebnis: Fahrlässige Körperverletzung durch Unterlassen.

Die gleiche Bewertung ergibt sich, wenn ein Maschinenführer die Sicherheitseinrichtung an einer Maschine manipuliert, sie damit außer Funktion setzt und diese bei Schichtende nicht wieder rückgängig macht. In der Folge wird der nächste an der Maschine Beschäftigte verletzt. Auch hier liegt ein Fall der fahrlässigen Körperverletzung durch Unterlassen vor.

Schuldhaftes Handeln

Als weitere Strafbarkeitsvoraussetzung muss ein Schuldvorwurf gegeben sein, d. h. es muss ein fahrlässiges oder vorsätzliches Handeln vorliegen. Ein fahrlässiges Handeln im Sinne des Strafrechts liegt bei demjenigen vor, der die Sorgfalt, zu der er nach seinen persönlichen Kenntnissen und Fähigkeiten im Stande gewesen wäre, außer Acht lässt.

Bei der Beurteilung der Fahrlässigkeit legt das Gericht die Ausbildung, die Erfahrung und den Intellekt des Beschuldigten zugrunde.

Vorsätzlich handelt, wer die Folgen seiner Handlung kennt und diese Folgen bewusst, d. h. mit Wissen und Wollen, herbeiführt oder billigend in Kauf nimmt. Dabei bestimmen Art und Schwere des Verschuldens neben anderen (auch persönlichen) Faktoren die Höhe der Strafe.

In den geschilderten Beispielen wird man nicht unterstellen können, dass Körperverletzungen wissentlich und willentlich herbeigeführt oder billigend in Kauf genommen wurden. Deshalb scheidet hier Vorsatz aus, es bleibt beim Fahrlässigkeitsvorwurf.



7.6 Ordnungswidrigkeiten

Mit dem Ordnungswidrigkeitenrecht hat der Staat ein Instrumentarium geschaffen, mit dem die Einhaltung von festgelegten Gemeinschaftsregeln sichergestellt bzw. Verstöße dagegen geahndet werden können. Bereits die Nichtbeachtung einer bußgeldbewehrten Vorschrift kann geahndet werden. Hierbei muss es nicht zwangsläufig zu einem Unfall oder zur Verletzung eines Beschäftigten gekommen sein. Ordnungswidrigkeitentatbestände finden sich in den verschiedensten Bereichen, wie z. B. im Straßenverkehrsrecht, Umwelt- und Arbeitsschutzrecht, in der Gewerbeordnung sowie im Recht der gesetzlichen Unfallversicherung.

7.6.1 Verhängung von Geldbußen

Die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung können auf der Grundlage des Ordnungswidrigkeitengesetzes Geldbußen verhängen, wenn der Tatbestand einer Rechtsvorschrift durch eine rechtswidrige und vorwerfbare Handlung, die die Ahndung mit einer Geldbuße zulässt, verwirklicht worden ist. Ordnungswidrigkeiten können als Verstöße gegen Regelungen betrachtet werden, bei denen der Gesetzgeber noch nicht die Notwendigkeit sieht, diese als Straftat zu bewerten und mit dem entsprechenden Strafmaß zu versehen. Für die gesetzliche Unfallversicherung sind die maßgeblichen Ordnungswidrigkeitenbestimmungen nebst dem möglichen Bußgeldrahmen im SGB VII näher beschrieben. Die bußgeldrelevanten Tatbestände, die für den Präventionsbereich der Berufsgenossenschaften maßgebend sind, finden sich in § 209 SGB VII.

7.6.2 Präventionsauftrag/Anordnungsbefugnis

Gemäß § 14 SGB VII haben die Berufsgenossenschaften (BGen) mit allen geeigneten Mitteln für die Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren sowie für eine wirksame Erste Hilfe zu sorgen. Bei der Durchführung ihrer Aufgaben sind die technischen Aufsichtsdienste der BGen auf die Mitwirkung einer Vielzahl von Institutionen und Personen, insbesondere auf Unternehmer und Versicherte, angewiesen. Im Rahmen dieser Tätigkeit streben Aufsichtspersonen



an, durch eine umfassende Beratung und Hilfestellung in den Betrieben präventiv zu wirken.

Soweit hierbei Schwierigkeiten auftreten, besteht im Einzelfall die Möglichkeit, zur Erfüllung der Pflichten aufgrund von UVVen oder zur Abwendung besonderer Unfall- oder Gesundheitsgefahren, Anordnungen nach § 17 Abs. 1 Satz 2 SGB VII zu erlassen. Darüber hinaus ist die Aufsichtsperson berechtigt, bei Gefahr im Verzuge sofort vollziehbare Anordnungen zur Abwendung von arbeitsbedingten Gefahren für Leben oder Gesundheit nach § 19 Abs. 2 SGB VII zu treffen.

Rechtsverstöße gegen eine bußgeldbewehrte UVV können darüber hinaus auch als Ordnungswidrigkeit mit einem Bußgeld geahndet werden.

7.6.3 Bußgeldbewehrte Tatbestände

Für die hier vorliegende Thematik sind folgende bußgeldbewehrte Tatbestände von praktischer Bedeutung:

Nach § 209 SGB VII handelt ordnungswidrig, wer vorsätzlich oder fahrlässig als Unternehmer (oder gleichgestellter Vertreter) oder Versicherter

- gegen eine bußgeldbewehrte UVV verstößt (§ 209 Abs. 1 Nr. 1),
- gegen Einzelanordnungen einer Aufsichtsperson verstößt (§ 209 Abs. 1 Nr. 2),
- eine Betriebsbesichtigung durch den technischen Aufsichtsdienst nicht duldet oder behindert (§ 209 Abs. 1 Nr. 3).

Weitere bußgeldbewehrte Tatbestände im Gesetzestext, die hier jedoch nicht von Bedeutung sind, folgen.

Soweit eine UVV eine sicherheitstechnische Einrichtung an einer Maschine fordert, bzw. im Betrieb den Einsatz einer solchen vorsieht, stellt jeder Verstoß hiergegen eine Ordnungswidrigkeit dar, vorausgesetzt die entsprechende Vorschrift ist mit einer Bußgeldbewehrung versehen.



Ebenso stellt ein Verstoß gegen eine Einzelanordnung einer Aufsichtsperson eine Ordnungswidrigkeit dar, die wiederum mit einem Bußgeld geahndet werden kann. Der Bußgeldrahmen für die im Präventionsbereich relevanten Verstöße ist ebenfalls im § 209 SGB VII geregelt und kann bis zu 10 000,00 € betragen.

7.7 Zivilrechtliche Folgen

7.7.1 Allgemeine Schadensersatzansprüche

Das allgemeine Schadensersatzprinzip des Zivilrechts verlangt von jedem, der einen anderen schuldhaft (vorsätzlich oder fahrlässig) schädigt, die finanziellen Folgen zu tragen. Die hier einschlägigen Vorschriften der §§ 823 ff. BGB regeln die Wiedergutmachung von Schäden, die der Geschädigte durch eine so genannte unerlaubte Handlung eines Schädigers erlitten hat. Unter einer „unerlaubten Handlung“ wird der widerrechtliche Eingriff in gesetzlich geschützte Rechtsgüter einer Person, wie Leben, Körper, Gesundheit, Freiheit und Eigentum, durch ein Tun oder Unterlassen verstanden. Gemäß § 823 Abs. 1 BGB hat der Schädiger dem Geschädigten Ersatz zu leisten für entstandene Körper-, Vermögens- und Sachschäden. Unter Personenschaden fallen Behandlungskosten, Einkommensverluste, andere unmittelbar mit dem Körperschaden verbundene Vermögensnachteile sowie Schmerzensgeld für die erlittene Körperschädigung.

7.7.2 Regulierung des Schadens im Unfallversicherungsrecht

Hat ein Unternehmer einem seiner Beschäftigten einen Schaden zugefügt, indem er z. B. eine Schutzeinrichtung an einer Maschine entfernt hat oder deren Entfernung duldet, so treten demnach die vorgenannten zivilrechtlichen Regelungen nicht ein. Vielmehr entfällt die zivilrechtliche Haftung (§ 104 SGB VII) zugunsten einer so genannte Ablösung der Unternehmerhaftpflicht, d. h. der entstandene Schaden wird durch die gesetzliche Unfallversicherung ausgeglichen. Dies gilt jedoch nur für Personenschäden. Bei Sachschäden verbleibt es bei der zivilrechtlichen Haftung.



Dieses Haftungsprivileg greift auch für den Arbeitskollegen des Geschädigten, d. h. auch dieser haftet nicht, selbst wenn er den Schaden durch betriebliche Tätigkeiten verursacht hat (§ 105 SGB VII). Das vorgenannte Haftungsprivileg bewirkt, dass bei Eintritt eines Arbeitsunfalls weder der Verletzte selbst noch seine Hinterbliebenen Schadensersatzansprüche gegen den Unternehmer oder gegen den in seinem Betrieb beschäftigten Verursacher des Unfalles durchsetzen können. Dadurch werden auch Schmerzensgeldansprüche ausgeschlossen.

Das Haftungsprivileg greift auch dann, wenn Beschäftigte verschiedener Unternehmen vorübergehend Tätigkeiten auf einer gemeinsamen Betriebsstätte ausüben (vgl. § 106 Abs. 2 SGB VII).

7.7.3 Zweck der Haftungsbeschränkung

Mit dieser Regelung sollen gerichtliche Auseinandersetzungen zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer sowie auch von Arbeitnehmern untereinander im Interesse des Betriebsfriedens vermieden werden. Allerdings sollen die Haftungsbeschränkungen keinen Freibrief für eine leichtfertige Betriebsweise sowie die Außerachtlassung von Arbeitssicherheitsvorschriften sein. Dafür sorgt die Vorschrift des § 110 SGB VII. Danach ist die Anwendung des Haftungsprivilegs ausgeschlossen, wenn der Unfall vom Schädiger vorsätzlich oder grob fahrlässig herbeigeführt worden ist. Die Haftung des Schädigers für eingetretene Schäden wird nicht von der Berufsgenossenschaft getragen und richtet sich nach dem allgemeinen Schadensersatzrecht (§§ 823 ff. BGB).

7.7.4 Regressmöglichkeit der Berufsgenossenschaft

Grundsätzlich haftet jeder, der einen Versicherten schädigt, gegenüber der Berufsgenossenschaft für alles, was diese infolge des Arbeitsunfalls aufzuwenden hat, jedoch nur bis zur Höhe des zivilrechtlichen Schadensersatzanspruches. Soweit die Haftung durch das Haftungsprivileg eingeschränkt ist, haftet er nur, wenn er den Unfall vorsätzlich oder grob fahrlässig herbeigeführt hat. Hierbei handelt vorsätzlich, wer einen Unfall bewusst oder gewollt herbeigeführt hat. Grob fahrlässig handelt, wer schon einfachste, ganz nahe liegende Überlegungen nicht anstellt und leichtfertig handelt.



Den Verletzten selbst kann die Berufsgenossenschaft auch bei Eigenverschulden nicht in Regress nehmen.

Daher stellt sich bei manipulierten Maschinen die Frage, ob ein Abbau von Sicherheitseinrichtungen an einer Maschine oder deren Umgehung als grob fahrlässig zu werten ist im Hinblick auf die Verletzung eines an dieser Maschine nach einem Schichtwechsel Beschäftigten. Der Verletzte geht regelmäßig davon aus und darf dies auch, dass alle sicherheitstechnischen Einrichtungen an der Maschine vorhanden sind und funktionieren. Hier handelt der Schädiger leichtfertig, wenn er die abgebaute Sicherheitseinrichtung nicht wieder anbringt bzw. die Umgehung nicht wieder aufhebt. Die Berufsgenossenschaft kann beim Schädiger Regress nehmen. Das Gleiche gilt gegenüber einem Unternehmer, der diesen Vorgang aktiv begleitet, in dem er entsprechende Werkzeuge zur Verfügung stellt oder sich sogar aktiv am Abbau der sicherheitstechnischen Einrichtungen beteiligt. Der Unternehmer handelt grob fahrlässig, wenn er es unterlässt, sicherheitswidrige Zustände in seinem Betrieb zu beseitigen.

Allerdings steht eine Regressforderung nach § 110 Abs. 2 SGB VII im Ermessen der Berufsgenossenschaft. Sie kann auf die Forderung verzichten, wobei bei der Entscheidung vor allem die wirtschaftliche Lage des Schädigers zu berücksichtigen ist.

7.7.5 Forderungsübergang nach § 116 SGB X

Für den Fall, dass ein Versicherter bei seiner betrieblichen Tätigkeit einen Schaden an seiner Gesundheit erleidet, den ein anderer verursacht hat, der nicht haftungsprivilegiert ist, wird der Verletzte zunächst von der zuständigen Berufsgenossenschaft entschädigt. Soweit Leistungen erbracht werden, gehen die Forderungen des Geschädigten gegen den (betriebsfremden) Schädiger nach § 116 SGB X auf die Berufsgenossenschaft über.

7.8 Arbeitsrechtliche Folgen

Aufgrund der Rechtsprechung des Bundesarbeitsgerichts (BAG) ist die Arbeitnehmerhaftung gegenüber dem Unternehmer nicht nur bei gefahrgeneigten, sondern bei



allen betrieblichen Tätigkeiten, die durch den Betrieb veranlasst sind und aufgrund des Arbeitsverhältnisses erbracht werden, grundsätzlich eingeschränkt.

Danach haftet ein Arbeitnehmer im Falle einer Schlecht- oder Fehlleistung abhängig vom Verschuldensgrad regelmäßig nur bei Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit. Bei Fahrlässigkeit des Arbeitnehmers kommt demgemäß allenfalls eine Teilhaftung des Arbeitnehmers unter Berücksichtigung der Umstände des Einzelfalles in Betracht.

Dabei kommt es auf verschiedene Faktoren an, wie Grad des Mitverschuldens, Ausbildung, Berufserfahrung, Stellung im Unternehmen, Dauer der Betriebszugehörigkeit und Höhe des Verdienstes.

Die Rechtsprechung lässt eine Haftungshöhe von bis zu zehn Monatsgehältern zu.

7.8.1 Arbeitsvertragliche Pflichten/Folgen

Zu den arbeitsvertraglichen Pflichten gehört für jeden Arbeitnehmer die Einhaltung der Arbeitsschutzvorschriften. So besteht die Verpflichtung, mit den Einrichtungen, den Arbeitsmitteln sowie den Arbeitsstoffen im Betrieb mit der im Verkehr erforderlichen Sorgfalt umzugehen. Dem Arbeitgeber sind Störungen und erkennbar drohende Schäden für Sicherheit und Gesundheit anzuzeigen sowie betriebliche Schäden abzuwenden, soweit dies dem Arbeitnehmer möglich und zumutbar ist (siehe §§ 15, 16 ArbSchG).

Geht die Schädigung von einem anderen Arbeitnehmer aus, z. B. bei Verletzung von Unfallverhütungsvorschriften oder staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, haben Arbeitnehmer, denen die Beaufsichtigung des übrigen Personals obliegt, eine Anzeigepflicht gegenüber dem Arbeitgeber. Diese Verpflichtung träge z. B. einen Meister gegenüber dem Betriebsleiter bzw. diesen gegenüber der Unternehmensleitung.

Bei Verstößen gegen die vorgenannten Pflichten, z. B. Weigerung, persönliche Schutzausrüstung zu benutzen oder sicherheitstechnische Einrichtungen zurückzubauen, setzt sich der Arbeitnehmer arbeitsvertraglichen Konsequenzen aus, wie Ermahnung, Abmahnung oder Kündigung des Arbeitsverhältnisses.



Das BAG hat eine ordentliche Kündigung als gerechtfertigt angesehen, wenn der Arbeitnehmer wiederholt gegen Arbeitsschutzvorschriften verstoßen und dadurch mehrere Arbeitsunfälle erlitten hat. Ausdrücklich wies das Gericht darauf hin, dass der Arbeitgeber auch ohne einen Unfall zur Kündigung berechtigt gewesen wäre.

7.9 Vergabe von Aufträgen

Vor dem Hintergrund der Verantwortlichkeit des Unternehmers für die Durchführung der Prävention in seinem Unternehmen, insbesondere dafür, sichere bzw. nicht leicht manipulierbare Maschinen zur Verfügung zu stellen, bietet es sich an, hierfür bereits bei der Auftragsvergabe entsprechende Vorsorge zu treffen. So wird nach § 5 Abs. 2 BGV A1 der Unternehmer verpflichtet, bei der Erteilung eines Auftrages, Arbeitsmittel, Ausrüstungen oder Arbeitsstoffe zu liefern, dem Auftragnehmer schriftlich aufzugeben, im Rahmen des Auftrages die für Sicherheit und Gesundheitsschutz einschlägigen Anforderungen einzuhalten. Mit dieser Vorschrift soll bereits bei der Bestellung sichergestellt werden, dass Maschinen den einschlägigen Arbeitsschutzvorschriften entsprechen. In den Vertrag sollte daher aufgenommen werden, dass die zu liefernden Produkte z. B. dem GPSG und hier insbesondere den einschlägigen Bestimmungen des Anhangs 1 der Richtlinie 89/392/EWG entsprechen müssen. Damit dürfen Schutz- einrichtungen nicht auf einfache Weise umgangen werden können.

Bei Nichteinhaltung dieser Forderung könnte die Kaufsache mit einem Mangel behaftet sein, die den Unternehmer (Käufer) zur Mängelbeseitigung berechtigen würde.



8 Anmerkungen zu den Ergebnissen der Studie aus Sicht der Industrie

Im Folgenden kommentieren Vertreter aus der Industrie die für alle am Arbeitsprozess beteiligten Akteure kritischen Ergebnisse. Dazu stellen ein Hersteller von Maschinen, drei Hersteller von Schutzeinrichtungen sowie zwei Maschinenbetreiber den Umgang mit der Manipulationsproblematik aus ihrer spezifischen Perspektive dar. Für die Inhalte der Beiträge sind die jeweils genannten Verfasser verantwortlich.

8.1 Hersteller von Maschinen

8.1.1 DECKEL MAHO Pfronten GmbH

Dipl.-Ing. (FH) Armin Bornemann,
Stellvertretender Leiter Entwicklung, Leitung Elektrik,
DECKEL MAHO Pfronten GMBH

Die Diskussionen zu dem Thema haben begonnen, als die ersten Schutzeinrichtungen an Maschinen zum Einsatz gekommen sind. Dieser Beitrag zeigt die Problematik des bestimmungsgemäßen Betriebes der Maschinen und der damit verbundenen Abstimmung des Sicherheitskonzeptes der Maschinen mit den bestehenden Normen und europäischen Richtlinien aus Sicht des Maschinenherstellers am Beispiel von Bearbeitungszentren für die Zerspannung von Metallen auf.

Des Weiteren wird betrachtet, welchen Einfluss der Markt auf die Maschinenkonstruktion hat, wie sich technische Innovationen auf die Manipulation von Schutzeinrichtungen auswirken und in welchem Zusammenhang die Ausbildung der Maschinenbetreiber und die Manipulation der Schutzeinrichtungen zueinander stehen.

Welchen Einfluss hat die Normung und Gesetzeslage auf die Manipulation von Schutzeinrichtungen?



Als Hersteller von Werkzeugmaschinen müssen wir den Maschinenbetreibern Produkte anbieten, mit denen sie in der Lage sind, Werkstücke in hoher Präzision unter Berücksichtigung des technologisch Machbaren und unter optimalen wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu produzieren, um somit im internationalen Wettbewerb konkurrieren zu können. Andererseits sind die Vorgaben der Arbeitssicherheit und des Unfallschutzes zu berücksichtigen, die durch die Maschinenrichtlinie 98/37/EG, die EMV-Richtlinie 89/336/EG und andere Richtlinien sowie die allgemeinen Sicherheitsnormen, z. B. EN 12100. und die produktspezifischen europäischen Normen, z. B. EN 12417, gegeben sind.

Diese beiden an den Maschinenbauer gestellten Aufgaben sind an einer Maschine nicht immer zur vollsten Zufriedenheit für beide Seiten, Maschinenanwender und Sicherheitstechnik, lösbar. Bereits mit dem Beginn der Konstruktionstätigkeiten muss dies mit entsprechend hoher Priorität berücksichtigt werden.

Die Maschinenrichtlinie gibt vor, dass die Erfüllung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen für die Sicherheit von Maschinen zwingend notwendig ist und technische und wirtschaftliche Erfordernisse zu berücksichtigen sind. Des Weiteren muss durch die Bauart der Maschinen gewährleistet sein, dass Betrieb, Rüsten und Wartung bei bestimmungsgemäßer Verwendung ohne Gefährdung von Personen erfolgen können. Bei der Entwicklung und dem Bau der Maschine sowie bei der Ausarbeitung der Betriebsanleitung muss der Hersteller nicht nur den normalen Gebrauch der Maschine in Betracht ziehen, sondern auch die nach vernünftigem Ermessen zu erwartende Benutzung der Maschine. Bei bestimmungsgemäßer Verwendung müssen Belästigung, Ermüdung und psychische Belastung (Stress) des Bedienpersonals unter Berücksichtigung der ergonomischen Prinzipien auf das mögliche Mindestmaß reduziert werden. Der Hersteller muss bei der Konzipierung und dem Bau der Maschine den Belastungen Rechnung tragen, die dem Bedienungspersonal durch die notwendige oder voraussichtliche Benutzung von Persönlichen Schutzausrüstungen, zum Beispiel Schuhe oder Handschuhe, auferlegt werden.



Die Vorgaben der Maschinenrichtlinie sind sehr eindeutig. An der Maschine muss jegliche bestimmungsgemäße Nutzung möglich sein, ohne den Maschinenbediener oder andere Personen zu gefährden. Dies gleicht nach dem heutigen Stand der Technik der „Quadratur des Kreises“.

In der Norm DIN EN 12100-1 wird zur Sicherheit auf der einen Seite und dem uneingeschränkten bestimmungsgemäßen Nutzen auf der anderen Seite eingehend Stellung genommen. Die inhärent sichere Konstruktion ist der erste und wichtigste Schritt im Prozess der Risikominderung. Unter einer inhärent sicheren Konstruktion ist eine Schutzmaßnahme zu verstehen, die entweder Gefährdungen beseitigt oder die mit den Gefährdungen verbundenen Risiken vermindert, indem ohne Anwendung von trennenden oder nicht trennenden Schutzeinrichtungen die Konstruktions- oder Betriebseigenschaften der Maschine verändert werden. Hierunter fallen z. B. auch die verschiedenen Betriebsarten der Maschine. Es ist bewiesen, dass die inhärenten Schutzmaßnahmen für die spezielle Maschine wirksam bleiben, während die Erfahrung zeigt, dass selbst gut konzipierte technische Schutzmaßnahmen versagen oder umgangen werden und dass die Benutzerinformation eventuell nicht befolgt wird.

Die in den europäischen Normen aufgezeigten Betriebsarten und die damit verbundenen Sicherheitsmaßnahmen (siehe DIN EN 12417 für Bearbeitungszentren) sind zweifelsohne geeignet, den bestimmungsgemäßen Betrieb der Maschine für viele Bearbeitungsfälle zu gewährleisten. Es gibt jedoch Tätigkeiten, die der Maschinenbetreiber mit diesen Betriebsarten nicht oder nicht zufrieden stellend durchführen kann.

Ohne eine über die Norm hinausgehende zusätzliche Betriebsart ist der Maschinenbetreiber gezwungen, für die Durchführung der anstehenden Arbeiten (bestimmungsgemäßer Betrieb) ggf. die Sicherheitskreise zu manipulieren oder andere Maßnahmen zu ergreifen, die den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen sowie den wirtschaftlichen Erfordernissen lt. Vorgabe der Maschinenrichtlinie nicht gerecht werden.



Nun stehen wir als Maschinenhersteller im Entscheidungskonflikt: Halten wir uns streng an die Maschinenrichtlinie und die Ausführungen der in den produktspezifischen Norm DIN EN 12417 aufgeführten Betriebsarten und entscheiden wir uns für die strikte Umsetzung der Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen, wohl wissend, dass die Maschinenbetreiber die Sicherheitskreise für die bestimmungsgemäße Nutzung überbrücken müssen, oder treffen wir die Entscheidung, dass auch die nach vernünftigem Ermessen zu erwartende Benutzung der Maschine, d. h. die bestimmungsgemäße Verwendung, in jedem Fall gegeben sein muss?

Wir haben uns nach langjährigen Beobachtungen (Produktbeobachtungspflicht) und nach intensiven Gesprächen und Besuchen bei unseren Kunden und Mitarbeitern der Berufsgenossenschaften dafür entschieden, dass für die verbleibenden Arbeiten, die mit den bisher in der produktspezifischen Norm definierten Betriebsarten nicht möglich sind, eine weitere Betriebsart – genannt „Prozessbeobachtung in der Fertigung“ – als Option anzubieten.

Durch dieses Vorgehen erreichen wir folgende Vorteile:

- Die Maschinen werden sicherheitstechnisch nicht mehr überbrückt.
- Der bestimmungsgemäße Betrieb wird in jedem Fall ermöglicht.
- Automatisch ablaufende Funktionen, wie z. B. automatischer Werkzeugwechsel oder automatischer Palettenwechsel, sind sicher abgeschaltet, somit besteht keine Gefährdung für den Maschinenbediener bei geöffnetem Arbeitsraum durch diese Funktionen.
- Sicher überwachte reduzierte Geschwindigkeiten in den Achsen und beim Hauptantrieb.
- Anwahl der Betriebsart über einen eigenen Schlüsselschalter.
- Eingeschränkte Zugangsberechtigung für gezielt unterwiesenes Fachpersonal.

Allerdings gibt es auch Nachteile, die wir als Hersteller nicht beseitigen können:



- Es obliegt dem Maschinenbetreiber, die Betriebsart „Prozessbeobachtung in der Fertigung“ nur dann einzusetzen, wenn diese erforderlich ist. Wir können den Missbrauch der nicht bestimmungsgemäßen Verwendung der Betriebsart nicht unterbinden.
- Bewegungen müssen für den bestimmungsgemäßen Betrieb selbstständig ablaufen. Hierdurch ist eine höhere Gefährdung gegeben als bei den in DIN EN 12417 definierten drei Betriebsarten.

Welchen Einfluss hat der Markt auf die Maschinenkonstruktion?

Bevor wir mit der Konstruktion einer neuen Maschine beginnen, muss über die Marktbeobachtung geklärt sein, welche Anforderungen die künftigen Maschinenbetreiber an das neue Produkt stellen. Hier sind neben den üblichen Ansätzen „schneller“, „genauer“ und „kostengünstiger“ vor allem die Punkte Bedienbarkeit, Ergonomie und Servicebarkeit in den letzten Jahren zunehmend in das Interesse der Maschinenbetreiber gerückt. Die Forderungen nach Betriebsarten, mit denen der bestimmungsgemäße Betrieb ermöglicht wird, stehen klar im Vordergrund und die erforderlichen Aufwendungen für zusätzliche Sicherheitseinrichtungen werden akzeptiert.

Leider ist auch zu beobachten, dass die Anwender nicht gerne bereit sind, Verantwortung für den bestimmungsgemäßen Einsatz der zur Verfügung gestellten Betriebsarten zu übernehmen. Dies erleben wir mit dem Inverkehrbringen der optional verfügbaren Betriebsart „Prozessbeobachtung in der Fertigung“ immer wieder.

Als Maschinenhersteller bietet sich uns die Gefahrenanalyse als Hilfsmittel an, um die Interessen der Kunden und die Anforderungen der Richtlinien und Normen abzuwägen und dann die entsprechenden Schritte festzulegen.

Die Anforderungen des Marktes bringen wir als Maschinenhersteller in enger Zusammenarbeit mit den Berufsgenossenschaften, Fachausschüssen und Verbänden in die entsprechenden europäischen Normungsgremien ein und versuchen, sie dort durchzusetzen. Diese anspruchsvolle Aufgabe nehmen wir gerne wahr und es zeigt sich z. B.



an der Betriebsart „Prozessbeobachtung in der Fertigung“, dass wir in den Normungsprozess Einfluss nehmen können.

Wie wirken sich technische Innovationen auf die Manipulation von Schutzeinrichtungen aus?

Als Hersteller streben wir danach, möglichst innovative Produkte herzustellen. Dies bedingt zwangsläufig einen sehr intensiven Kontakt mit der Zulieferindustrie, den Hochschulen und Universitäten, die selbst bemüht sind, neue innovative Produkte und Ideen auf dem Markt vorzustellen. Durch dieses Vorgehen gelingt es uns, die Anforderungen und Wünsche der Maschinenbetreiber nach entsprechender Entwicklungszeit an den Maschinen zu realisieren.

Die Anforderungen an zukünftige Sicherheitssysteme sind berührungslos arbeitende Sensoren, z. B. Systeme, die in der Lage sind, den Maschinenbediener und die Maschine im offenen Maschinenbetrieb sicher zu überwachen. Ziel ist, dass der Maschinenbediener unbehindert im Arbeitsraum der Maschine die erforderlichen Arbeiten bei laufender Maschine mit reduzierten Geschwindigkeiten ausführen kann, ohne dass ihn z. B. Maschinenbewegungen gefährden. Solche Systeme können dann in den Einrichtbetriebsarten z. B. die Zustimmungstaste überflüssig machen. Ziel ist, dass sich die Maschine zurückzieht oder abschaltet oder die Bewegungen und Drehzahlen verlangsamt, wenn der Maschinenbediener z. B. einer Gefahr bringenden Bewegung zu nahe kommt. Der Maschinenbediener wird durch solch innovative Sicherheitstechnik wesentlich entlastet und seine Arbeiten stressfreier ausführen können. Erste Ansätze sind in der Forschung und bei einzelnen Unternehmen erkennbar, die praktische Umsetzung wird noch einige Zeit dauern und neben der technischen Realisierung muss das Produkt auch bezahlbar werden.

Betrieb und Manipulation von Schutzeinrichtungen, wie stehen diese beiden Punkte zueinander?



Die Produktbeobachtung zeigt, dass die Schutzeinrichtungen bei Maschinen, die keine dem bestimmungsgemäßen Betrieb angepassten Betriebsarten haben, überbrückt sind.

Die Maschinenbetreiber befinden sich in der Situation, dass sie selbstverständlich die Mitarbeiter vor Gefahren bei der Arbeit schützen müssen, aber sie müssen auch wirtschaftlich fertigen und die Werkstücke müssen nach der Bearbeitung die geforderten Vorgaben erfüllen. Ist dies mit den an der Maschine vorhandenen Betriebsarten nicht möglich, dann wird gehandelt, d. h. die Schutzeinrichtungen werden überbrückt.

Wie stehen die Ausbildung der Maschinenbetreiber und die Manipulation der Schutzeinrichtungen zueinander?

Die Bearbeitung von Werkstücken auf Bearbeitungszentren mit fünf NC-Achsen und Spindel (Fünfseitenbearbeitung) erfordert hoch qualifiziertes Personal mit mehrjähriger Erfahrung. Die Erfahrung und das hohe Wissen verleiten leider auch zu leichtsinnigem Handeln und zur Selbstüberschätzung.

Die Maschinenbediener wissen einerseits um die Gefahrenpotenziale, die manipulierte Schutzeinrichtungen mit sich bringen, andererseits stehen sie im Erfolgszwang. Sind an den Maschinen keine Betriebsarten vorhanden, die den bestimmungsgemäßen Betrieb erlauben, dann wird selbst versucht, die Maschine so zu verändern, dass die anstehenden Arbeiten durchgeführt werden können: Die Schutzeinrichtungen werden manipuliert. Allerdings wird übersehen, welchen Gefährdungen sie sich dadurch aussetzen.

Um diesen Missstand zu beseitigen, helfen folgende Maßnahmen:

- Betriebsarten an den Maschinen vorsehen, mit denen bestimmungsgemäß gearbeitet werden kann.
- Konsequente Schulung der Maschinenbediener im Umgang mit den Betriebsarten, d. h. wann ist welche Betriebsart einzusetzen und warum. Welche Betriebsart bietet welche Möglichkeiten an der Maschine und birgt welche Restgefahren? Aufzeigen von Unfallgeschehen und deren Folgen.



- Kontinuierliche Überwachung der Maschinenbediener und der eingesetzten Betriebsarten durch den Vorgesetzten.

Unser Ziel, den Maschinenbedienern möglichst sichere Maschinen zur Verfügung zu stellen, die Anforderungen der europäischen Richtlinien und Normen zu erfüllen und den bestimmungsgemäßen Betrieb zu gewährleisten sowie die Manipulation von Schutzeinrichtungen deutlich zu reduzieren, konnten wir durch die optional zur Verfügung gestellte Betriebsart „Prozessbeobachtung in der Fertigung“ erreichen. Allerdings verbleiben für den Maschinenbediener Restrisiken und es besteht die Gefahr, dass die Betriebsart missbräuchlich bzw. nicht bestimmungsgemäß eingesetzt wird. Die Risikobetrachtung ergibt, dass der Betrieb für den Maschinenbediener durch die vorhandenen Betriebsarten sicherer ist als die Manipulation von Schutzeinrichtungen an den Maschinen. Die Produktbeobachtung zeigt, dass Manipulationen an Maschinen mit der zusätzlichen Betriebsart „Prozessbeobachtung in der Fertigung“ kaum noch anzutreffen sind. Neue innovative Produkte der Sicherheitstechnik werden künftig das Zusammenwirken von Mensch und Maschine wesentlich beeinflussen und wir tragen die Hoffnung, dass die Manipulation von Schutzeinrichtungen hierdurch weiter reduziert wird.

8.2 Hersteller von Schutzeinrichtungen

8.2.1 SICK AG, Waldkirch

Gerhard Dieterle, Manfred Koch,
Division Safety Systems,
SICK AG, Waldkirch

Nach geltendem Regelwerk, z. B. der Maschinenrichtlinie, müssen Maschinen und Anlagen so konstruiert und auch gebaut werden, dass für Personen keine Gefährdungen auftreten und ein sicheres Arbeiten in allen Lebensphasen der Maschine und Betriebsarten möglich ist. Zur Unterstützung dieser Richtlinie gibt es ein umfangreiches Werk an Sicherheitsnormen für die Konstruktion bzw. dafür, mit welchen Schutzeinrichtungen Maschinen abgesichert werden können. Aufgrund der Gesetzeslage könnte man



vermuten, dass alle Maschinen und Anlagen, die richtlinien- und normenkonform konstruiert und gebaut und in den Handel kommen, benutzerfreundlich und sicher sind.

Die umfangreiche Studie des BGIA zeigt jedoch deutlich, wie vielfältig die Hintergründe bzw. die Ursachen sein können, wenn Schutzeinrichtungen manipuliert werden. Mit dem Inkrafttreten der Maschinenrichtlinie wurden die Hersteller und Konstrukteure dazu verpflichtet, für jede Maschine und Anlage eine Risikoanalyse zu erstellen, auf dieser Grundlage Schutzmaßnahmen auszuwählen und auch anzubauen. Um diesen Anforderungen zu entsprechen, wurden vielfach Schutzeinrichtungen und Überwachungssysteme ausgewählt, die für das Bedienungspersonal ergonomisch und ökonomisch nicht unbedingt optimal waren. Dies führte natürlich zu entsprechenden Manipulationen in bestimmten Betriebsarten, was immer wieder bei Firmenbesuchen bzw. bei Inspektionstätigkeiten und bei Ereignisuntersuchungen festgestellt wurde. Das heißt, das Ergebnis aus der BG-Studie deckt sich mit unseren Erfahrungen. Doch wo liegt denn die Ursache hierfür?

Unseres Erachtens sind die Hauptgründe für die Manipulation, dass die vorhandenen Schutzeinrichtungen für bestimmte Tätigkeiten einfach nicht geeignet sind. Was soll denn der Werker tun, wenn bestimmte Tätigkeiten notwendig sind und der Prozess online korrigiert werden muss oder ein schnelles Eingreifen in den Fertigungsprozess notwendig ist?

In vielen Fällen ist eine trennende Schutzeinrichtung hinderlich. Die Positionsschalter werden deshalb manipuliert, sodass bei geöffneten Türen ohne Schutz gearbeitet werden kann (immer „Tag der offenen Tür“). Diese meist nachträglich an die Maschine konstruierten Maßnahmen sind zwar „sicher“, führen aber im praktischen Alltag beim Werker zu Manipulationen.

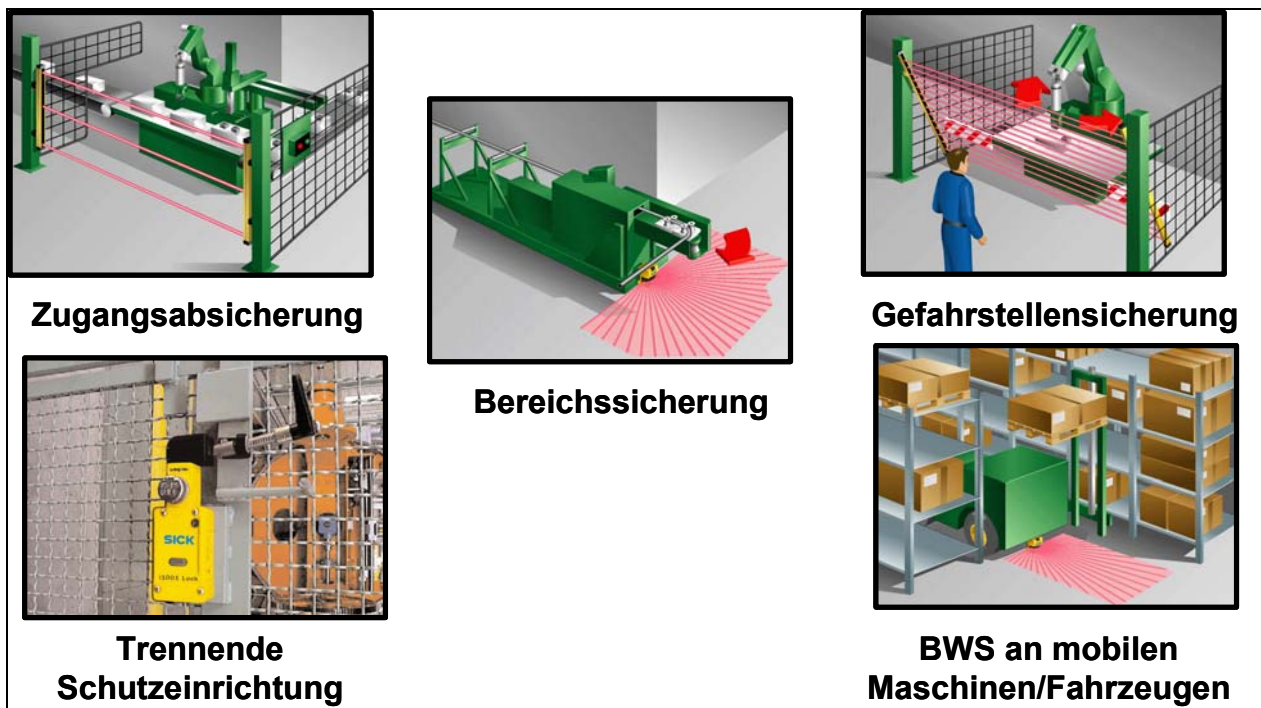
Natürlich werden immer neue Techniken angewendet, um die Manipulationen zu erschweren, beispielsweise durch berührungslos wirkende Positionsschalter, die sich nicht auf einfache Weise manipulieren lassen. Doch das Grundproblem ist damit nicht gelöst, wenn nicht bereits in der Entwurfsphase die Kriterien und Betriebsarten für den aufgabengerechten effektiven Umgang für den Werker mit der Maschine gegeben



sind. Denn sonst verlagert sich die Manipulation in eine andere Ebene, z. B. in den Schaltschrank, wo Schaltelemente oder Auswertegeräte manipuliert oder „gebrückt“ werden.

Es stellt sich dann die Frage, welche Manipulation gefährlicher ist: die vor Ort oder jene im Schaltschrank, wo visuell nicht wahrgenommen werden kann, dass die Schutz-einrichtung unwirksam ist? Die Studie belegt auch eindeutig, dass hauptsächlich trennende Schutzeinrichtungen und deren Überwachungsmechanismen manipuliert werden. Bei berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen, die freien Zugang ermöglichen, wird kaum manipuliert, denn diese führen in der Regel nicht zu Produktivitätsverlusten und sind nicht hinderlich für die Bedienung der Maschine. In vielen Fällen können bewährte berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen (BWS) (Abbildung 11) eingesetzt werden.

Abbildung 11:
Häufig verwendete Schutzeinrichtungen
(BWS = Berührungslos wirkende Schutzeinrichtung)



Um Manipulationen entgegenzuwirken, sind die Hersteller von Maschinen bzw. Schutzeinrichtungen gefordert, innovative Konzepte bereitzustellen. Dies mit dem Ziel,



effiziente und zugleich sichere, weil vom Bediener im Arbeitsprozess als nicht störend empfundene Schutzeinrichtungen anzuwenden. Hierzu gehören beispielsweise manipulationssichere Schalter mit digitaler Codierung oder Entry/Exit-Systeme (Abbildungen 12 und 13).

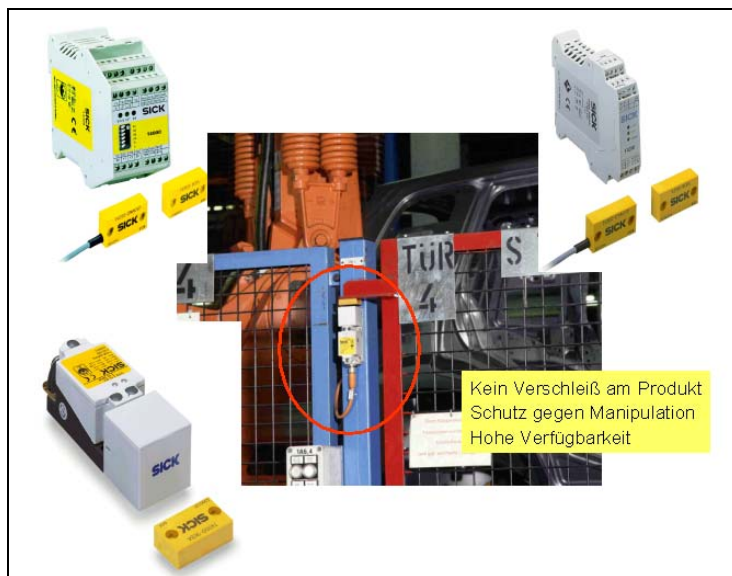
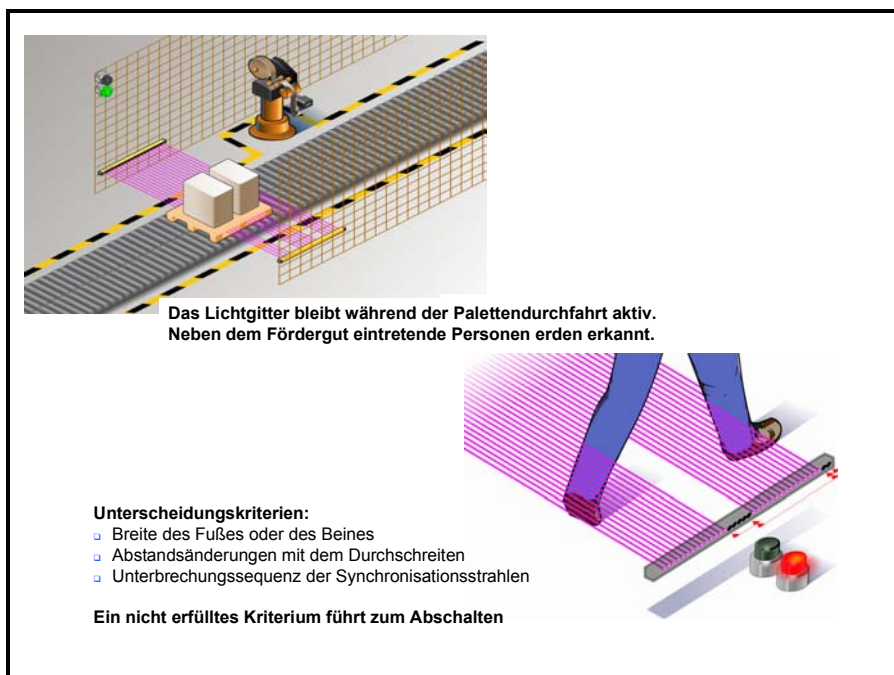


Abbildung 12:
Manipulationssichere
Schalter mit digitaler
Codierung

Abbildung 13:
Entry/Exit-Systeme

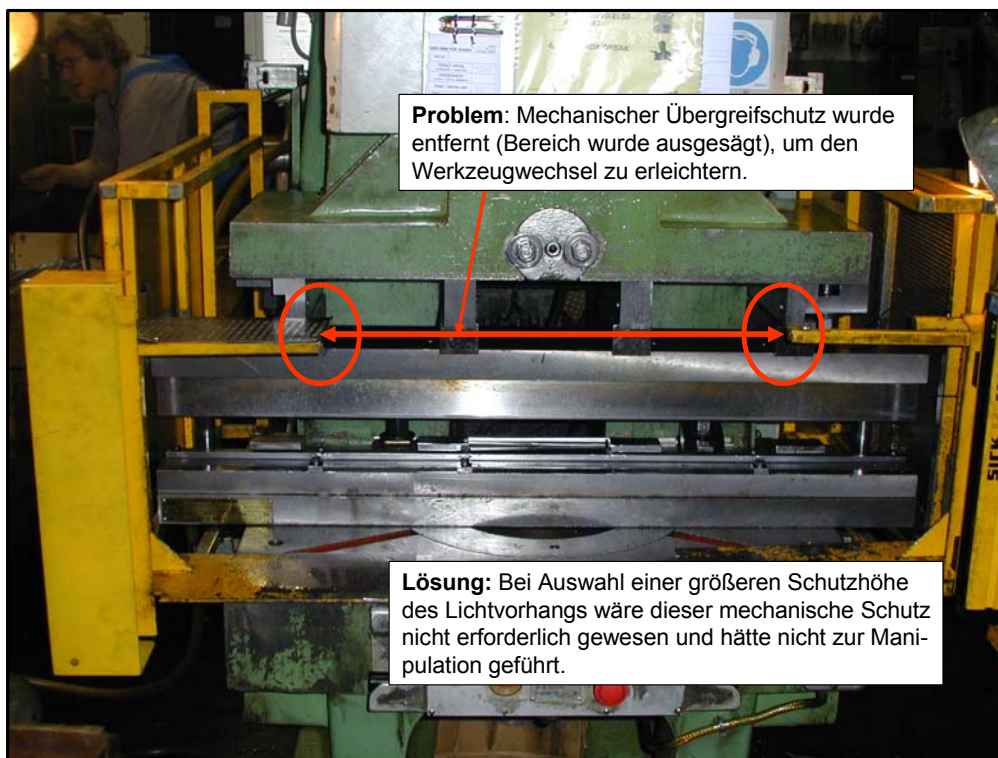




Wie können Manipulationen im Feld an Applikationen aufgedeckt werden?

Bei Inspektionen stellen wir immer wieder fest, dass mechanische Übergreif- und Untergreifschutzmaßnahmen manipuliert werden, weil sie beim Werkzeugwechsel eventuell hinderlich sind. Sie werden deshalb nach dem Wechsel nicht mehr angebaut – sei es bewusst oder auch unbewusst. Oft werden mechanische Schutzmaßnahmen gegen Über- und Untergreifen so angebaut, dass die Sicht ins Werkzeug nicht möglich ist und ein optimales Arbeiten verhindert wird. Auch deshalb werden die Schutzeinrichtungen entfernt oder manipuliert. Zum Beispiel, wenn für eine Applikation nicht die geeignete Schutzeinrichtung ausgewählt wurde – sei es aus Unwissenheit oder aus Kostengründen. Abbildung 14 zeigt einen manipulierten Übergreifschutz.

Abbildung 14:
Manipulierter Übergreifschutz



Angesichts solcher Beispiele ist es notwendig, dass die in den Regelwerken geforderten Prüfungen von Arbeitsmitteln durchgeführt werden, um mögliche Unfälle zu verhindern. Auf europäischer Ebene ist diese Prüfpflicht in der Richtlinie 89/655/EEC (Artikel



4a – Prüfung von Arbeitsmitteln) gefordert und national in Deutschland mit der Betriebssicherheitsverordnung umgesetzt. Klar beschrieben ist darin die Prüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme und eine in regelmäßigen Abständen erneut durchgeführte Prüfung (vgl. §§ 10 und 11).

§ 10 Prüfung der Arbeitsmittel

(1) Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass die Arbeitsmittel, deren Sicherheit von den Montagebedingungen abhängt, nach der Montage und vor der ersten Inbetriebnahme sowie nach jeder Montage auf einer neuen Baustelle oder an einem neuen Standort geprüft werden. Die Prüfung hat den Zweck, sich von der ordnungsgemäßen Montage und der sicheren Funktion dieser Arbeitsmittel zu überzeugen. Die Prüfung darf nur von hierzu befähigten Personen durchgeführt werden.

(2) Unterliegen Arbeitsmittel Schäden verursachenden Einflüssen, die zu gefährlichen Situationen führen können, hat der Arbeitgeber die Arbeitsmittel entsprechend den nach § 3 Abs. 3 ermittelten Fristen durch hierzu befähigte Personen überprüfen und erforderlichenfalls erproben zu lassen. Der Arbeitgeber hat Arbeitsmittel einer außerordentlichen Überprüfung durch hierzu befähigte Personen unverzüglich zu unterziehen, wenn außergewöhnliche Ereignisse stattgefunden haben, die schädigende Auswirkungen auf die Sicherheit des Arbeitsmittels haben können. Außergewöhnliche Ereignisse im Sinne des Satzes 2 können insbesondere Unfälle, Veränderungen an den Arbeitsmitteln, längere Zeiträume der Nichtbenutzung der Arbeitsmittel oder Naturereignisse sein. Die Maßnahmen nach den Sätzen 1 und 2 sind mit dem Ziel durchzuführen, Schäden rechtzeitig zu entdecken und zu beheben sowie die Einhaltung des sicheren Betriebs zu gewährleisten.

(3) Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass Arbeitsmittel nach Instandsetzungsarbeiten, welche die Sicherheit der Arbeitsmittel beeinträchtigen können, durch befähigte Personen auf ihren sicheren Betrieb geprüft werden.

(4) Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass die Prüfungen auch den Ergebnissen der Gefährdungsbeurteilung nach § 3 genügen.

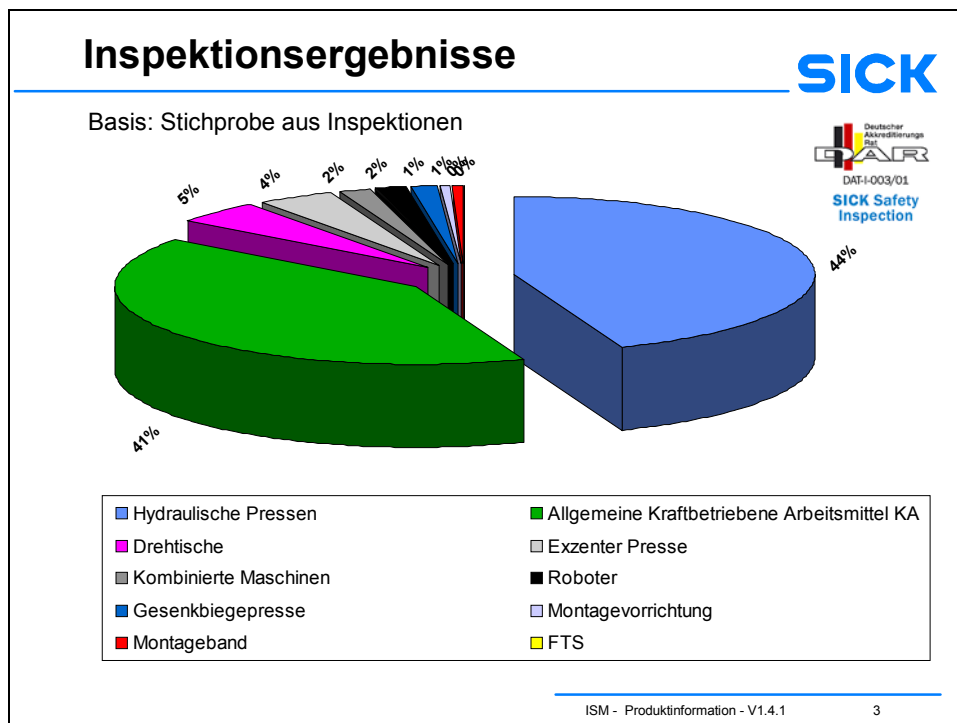


§ 11 Aufzeichnungen

Der Arbeitgeber hat die Ergebnisse der Prüfungen nach § 10 aufzuzeichnen. Die zuständige Behörde kann verlangen, dass ihr diese Aufzeichnungen auch am Betriebsort zur Verfügung gestellt werden. Die Aufzeichnungen sind über einen angemessenen Zeitraum aufzubewahren, mindestens bis zur nächsten Prüfung. Werden Arbeitsmittel, die § 10 Abs. 1 und 2 unterliegen, außerhalb des Unternehmens verwendet, ist ihnen ein Nachweis über die Durchführung der letzten Prüfung beizufügen.

Nachfolgend sind aus einer firmeninternen Statistik bei Inspektionen, durchgeführt durch die SICK AG, folgende Situationen festgestellt worden: In der Hauptzahl wurden die Inspektionen an hydraulischen Pressen und kraftbetriebenen Arbeitsmitteln durchgeführt. Weitere Einzelmaschinen können Abbildung 15 entnommen werden.

Abbildung 15:
Inspektionsergebnisse

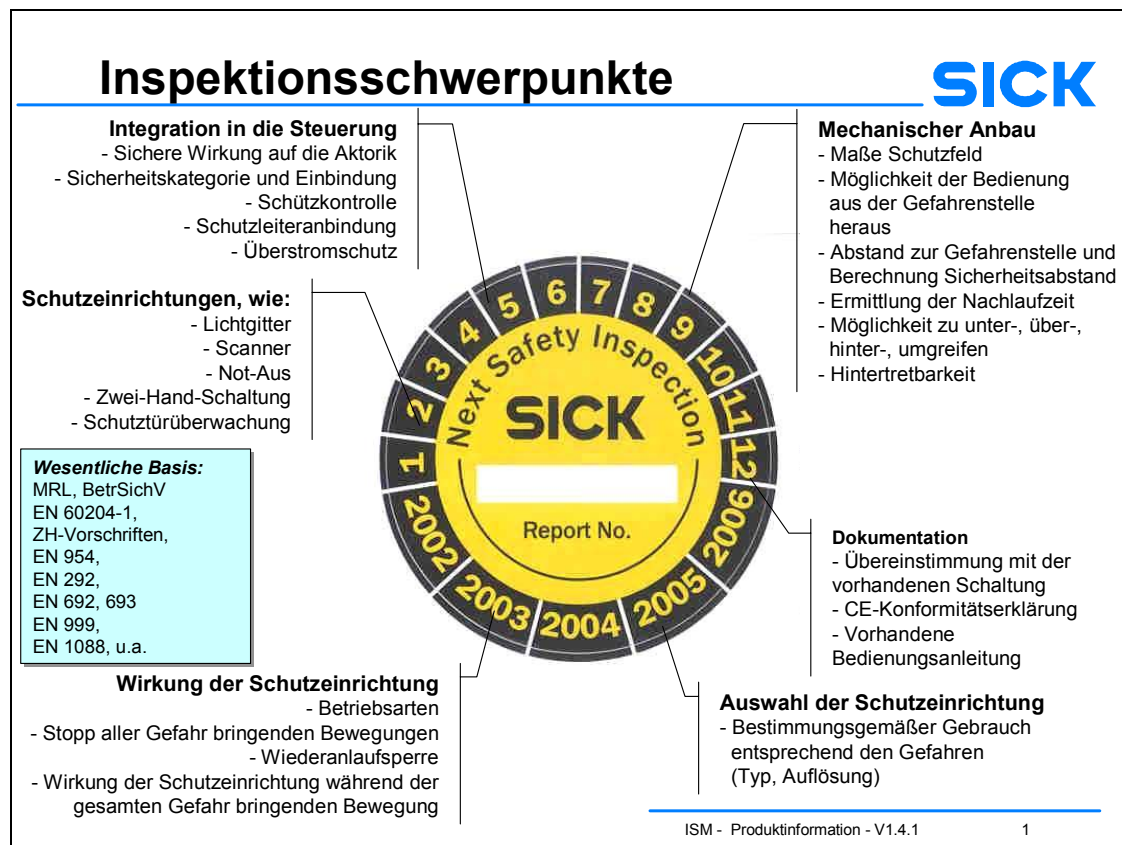


Prinzipiell werden Schutzeinrichtungen, wie Lichtgitter, Scanner, Schutzürüberwachungen und damit verbundene Not-Aus-Schalter und an Pressen auch Zwei-



Hand-Schaltungen, auf der Basis der bestehenden europäischen Regelwerke überprüft. Der Prüfumfang ist in Abbildung 16 dargestellt.

Abbildung 16:
Prüfumfang



Die korrekte Auswahl für den bestimmungsgemäßen Gebrauch, die Sichtung der zugehörigen Dokumentation ist ein Teil. Zur Feststellung der ordnungsgemäßen Funktion mit Wirkung auf die Gefahr bringende Bewegung wird die Integration in die Steuerung nachvollzogen.

Oft vorfindbare Fehlerquellen sind

- fehlende abgebaute Hintertretschutzmaßnahmen,
- nachträglich manipulierte Maßnahmen gegen Über- und Untergreifen,

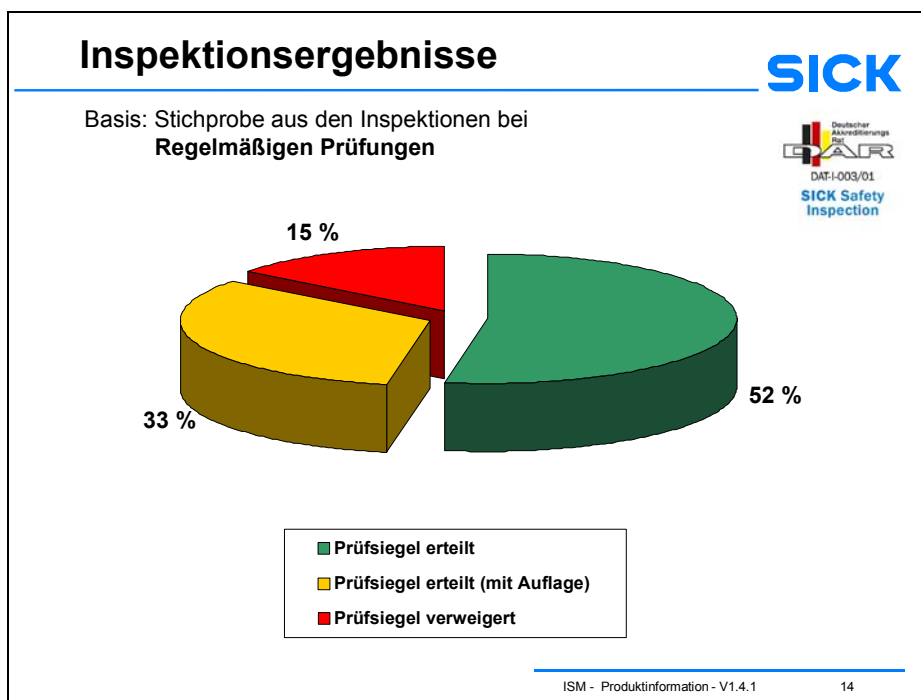


- Nichtnutzung der beiden sicheren Ausgänge der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung, nur einkanalige Signalauswertung, obwohl zweikanalige erforderlich wäre,
- oder Weiterführung beider sicheren Ausgänge der berührungslos wirkenden Schutzeinrichtung auf die Eingänge einer nicht sicheren SPS.

Nach einer Prüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme müssten die Probleme eigentlich behoben sein und die Frage stellt sich, ob dann regelmäßige Prüfungen noch notwendig sind.

Zieht man die Aussagen aus diesem Report und den SICK-internen Ergebnissen für die regelmäßigen Prüfungen (Abbildung 17) heran, so stellt man fest, dass immerhin noch in 48 % der Fälle eine korrektive Maßnahme notwendig ist. Damit wird sehr deutlich, dass der „sichere Zustand“ nicht von Dauer ist.

Abbildung 17:
Anteil erteilter Prüfsiegel bei regelmäßigen Prüfungen





Resümee/was sind unsere Empfehlungen?

- Es ist mit Sicherheit sinnvoll, den Anwender bereits bei der Konstruktion der Maschinen und Anlagen einzubeziehen, damit wertvolle Erfahrungen aus der Praxis einfließen bzw. die richtigen Schutzeinrichtungen dem Arbeitsplatz entsprechend ausgesucht werden können (Ergonomie, leichte Bedienbarkeit der Maschine).
- Schutzeinrichtungen entsprechend den Empfehlungen aus den Normen auswählen. Hier verweisen wir explizit auf die IEC/TS 62046 „Sicherheit von Maschinen/Anwendung von Schutzeinrichtungen zur Anwesenheitserkennung von Personen“.
- Vor der Inbetriebnahme einer Maschine eine sicherheitstechnische Überprüfung durchführen, um die Wirksamkeit für alle Betriebsarten zu überprüfen.
- Einweisung, Schulung und Sensibilisierung des Bedienpersonals.
- Regelmäßige Prüfungen, um rechtzeitig – also bevor ein Unfall geschieht – Manipulationen aufzudecken. Regelmäßige Prüfungen müssen deshalb in gewissen Zeitabständen, abhängig von der Applikation und deren Umfeld durchgeführt werden. So wie es auch gefordert ist nach Umbauten, nach Wartungsarbeiten und etwaigen Ereignissen.
- Aus diesem Blickwinkel und nach unseren Erkenntnissen sind die Forderungen, wie sie in der Betriebssicherheitsverordnung vorgegeben sind, durchaus sinnvoll und gerechtfertigt.



8.2.2 Elan Schaltelemente GmbH & Co. KG, Wettenberg;

K. A. Schmersal GmbH, Wuppertal

Friedrich Adams,
Geschäftsführer der Elan Schaltelemente GmbH & Co. KG, Wettenberg,
Frank Schmidt,
Fachbereichsingenieur Sicherheitstechnik der K.A. Schmersal GmbH, Wuppertal

Vermeiden von Manipulationen durch optimale Integration von Schutzeinrichtungen

Wenn man von „Manipulation von Schutzeinrichtungen“ spricht, dann ist es nahe liegend, dass man „Manipulation von Sicherheitsschaltgeräten“ meint, denn diese sind häufig der „Angriffspunkt“ für Manipulationen. Die Hersteller von Sicherheitsschaltgeräten müssen sich also fragen lassen, welche Maßnahmen sie ergreifen, um Schutzeinrichtungen manipulationssicher zu gestalten – und ob diese Maßnahmen auch wirksam sind.

Dass Schutzeinrichtungen manipuliert wurden und werden, ist bekannt. Allerdings wurde dieses Phänomen, das die Arbeitssicherheit deutlich beeinträchtigt, bislang nicht systematisch untersucht. Man wusste nicht genau, wo manipuliert wird und warum. Mit der Untersuchung „Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen“, gibt es nun umfassende Erkenntnisse zu diesem Thema und es steht erstmals eine Grundlage für die systematische Optimierung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf die Manipulationssicherheit zur Verfügung.

Sicherheitsrisiken in der Produktion

Die Resultate der Untersuchung geben Anlass zur Besorgnis. Deutlicher ausgedrückt: Sie sind erschreckend. Dass mehr als ein Drittel der Schutzeinrichtungen ständig oder vorübergehend manipuliert werden und dass etwa ein Drittel aller befragten Betriebe solche Manipulationen duldet, offenbart eklatante Sicherheitsrisiken in der Produktion.

Die Untersuchung legt bei oberflächlicher Lektüre den Schluss nahe, dass das Thema „Manipulationssicherheit“ bisher offenbar nicht in ausreichendem Maße berücksichtigt



wurde. Anders scheint es nicht erklärbar zu sein, dass in so vielen Fällen manipuliert wurde und wird.

Die Frage ist also: Was ist bisher geschehen, um Manipulation zu unterbinden? Zu-nächst muss man feststellen, dass die europäischen Normen klare Vorgaben zu diesem Thema machen. Zum Beispiel fordert DIN EN 1088 „Sicherheit von Maschinen – Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen – Leitsätze für Gestaltung und Auswahl“, dass die Produkte so konstruiert sein müssen, dass ein „Umgehen (der Schutzeinrichtung) mit einfachen Mitteln“ nicht möglich ist. Unter „einfachen Mitteln“ versteht man leicht zugängliche Hilfs- und Arbeitsmittel wie Schraubendreher, Messer, Kugelschreiber etc. Die Manipulation geht jedoch per Definition noch über das Umgehen aus: Sie ist ein technischer Eingriff mit dem Ziel, die Schutzeinrichtung unwirksam zu machen – etwa durch Überbrücken, Entfernen von Komponenten etc.

Vorhersehbarer Missbrauch wird erheblich erschwert

Solchen Manipulationen kann man ebenfalls konstruktiv vorbeugen – zum Beispiel durch Sicherheitsschrauben, die sich nicht lösen lassen, oder durch individuell codierte Betätiger von Sicherheitsschaltern. Das Normengremium, das für die EN 1088 zuständig ist, beschäftigt sich zurzeit ebenfalls mit diesem Thema und erstellt einen Abschnitt 5.7 „Gestaltung zur Verringerung von Umgebungsmöglichkeiten“ mit informativen Anhängen, die Vor- und Nachteile einzelner Lösungen und Produkte beschreiben und konkrete Empfehlungen aussprechen – zum Beispiel der verdeckte Einbau von Sicherheitsschaltern mit getrenntem Betätiger (der Normentwurf kann beim Beuth-Verlag bestellt werden). Auch die BG-Informationen 575 und 670 geben wertvolle Hinweise und Hilfestellungen.

Des Weiteren gibt es Bauarten wie z. B. Scharniersicherheitsschalter (siehe Abbildung 18, Seite 120), die nur mit hohem Aufwand zu manipulieren sind, weil der Wirkmechanismus – eine Kurvenscheibe, deren Stellung abgefragt wird – unzugänglich im



Inneren des Schaltergehäuses untergebracht ist. Und für die berührungslose Stellungsüberwachung von Schutztüren stehen codierte Sicherheitssensoren zur Verfügung, die mit herkömmlichen Magneten nicht betätigt werden können (siehe Abbildung 19).



Abbildung 18:
Scharniersicherheitsschalter

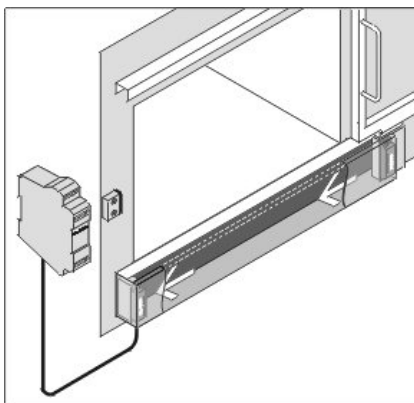


Abbildung 19:
Codierter Sicherheitssensor,
verdeckt montiert

Somit steht dem Konstrukteur im Maschinen- und Anlagenbau ein breites Spektrum an Sicherheitsschaltgeräten zur Verfügung und es ist ohne weiteres möglich, Lösungen auszuwählen, die ein hohes Maß an Manipulationssicherheit bieten. Allerdings muss man hinzufügen, dass gerade diejenigen Lösungen, die als besonders manipulationsicher gelten – zum Beispiel Sicherheitsschalter mit individuell codierten Betätigern – vom Markt kaum nachgefragt werden. Und dies geschieht nicht unter dem Kostenaspekt, denn viele dieser Lösungen sind kostenneutral, sondern aus logistischen Gründen.



Warum wird manipuliert?

Hinzu kommt ein zweiter Aspekt: Die Praxiserfahrungen der Hersteller zeigen ebenso wie die Ergebnisse der Untersuchung, dass die Phantasie der Bediener nahezu grenzenlos ist, wenn es darum geht, Schutzeinrichtungen zu manipulieren. Deshalb wird es kaum möglich sein, eine Schutzeinrichtung zu konstruieren, die absolut und unter allen Umständen manipulationssicher ist. Solche Versuche führen in die falsche Richtung – man muss einen anderen Ansatz wählen, um die Manipulationsgefahr zu minimieren. Dazu muss man zunächst sehr genau die Antworten auf die Frage „Welche Erklärung haben Sie dafür, dass Schutzeinrichtungen manipuliert werden?“ studieren.

Die meisten Antworten entfallen auf „Zeitgewinn/schnelleres Arbeiten“. Hier stehen die Schutzeinrichtungen offenbar der Produktivität im Wege. An zweiter Stelle steht die „Bequemlichkeit“. Das lässt den Rückschluss zu, dass das Bedienkonzept der Maschine nicht optimal ist. An dritter Stelle folgt die Antwort „Zeit-/Leistungsdruck“, die gleichzusetzen ist mit der häufigsten Antwort „Zeitgewinn/schnelleres Arbeiten.“ Als viert-häufigste Antwort wird die schlechte Ergonomie der Maschine angeführt. Zählt man diese vier Faktoren zusammen, so wird deutlich, dass sich knapp 1 000 von 1 600 Antworten – aus der Sicht des Bediener – auf Mängel in Bezug auf Produktivität und Ergonomie beziehen.

Diese Antworten offenbaren ein Dilemma, in dem viele Bediener stecken, ohne dass sie dafür die Verantwortung tragen: Sie stehen unter Zeitdruck, haben Mengenvorgaben zu erfüllen, arbeiten vielleicht im Akkord – und dann müssen sie, um nur ein Beispiel zu nennen, nach dem Abschluss eines Bearbeitungsvorgangs noch wertvolle Sekunden warten, bis ein sicheres Zeitglied die Verriegelung der Schutztür freigibt. Aus der Sicht des Bediener ist das ein Ärgernis, und es ist – wiederum aus seiner Sicht – verständlich, dass er Wege sucht, diese nicht sinnvollen Arbeitsverzögerung zu beseitigen. In diesem Beispiel würde ein Stillstandswächter, der die tatsächliche Gefahr bringende Bewegung detektiert und die Schutztür früher freigibt als ein fest eingestelltes Zeitglied, zu höherer Akzeptanz der Schutzeinrichtung und zu geringerem Manipulationsrisiko führen.



Produktivität und Sicherheit dürfen kein Widerspruch sein

So führen die Untersuchungsergebnisse auf eine Erkenntnis zurück, die schon immer ein wichtiges Entwicklungsziel für die Hersteller von Sicherheitsschaltgeräten ist: Sicherheit und Produktivität dürfen kein Widerspruch sein – die Sicherheit darf die Produktivität nicht bzw. nur so wenig wie möglich beeinträchtigen. Dieser Grundsatz kann aber von den Komponentenherstellern allein nicht in die Tat umgesetzt werden. Vielmehr ist es Aufgabe des Maschinenbauers, die Schutzeinrichtung so auszuwählen und in die Maschine zu integrieren, dass sie sich bestmöglich in die Arbeitsabläufe einfügt.

Wenn dies nicht der Fall ist, können auf der Ebene der Sicherheitsschaltgeräte noch so viele „Anti-Manipulations-Maßnahmen“ getroffen werden: Der Bediener wird einen Weg finden, die Schutzeinrichtung zu umgehen – und wenn dieser Weg über den Schaltschrank führt. Auch dies belegen die Untersuchungsergebnisse eindrucksvoll.

Die beste Schutzeinrichtung ist die, die man nicht bemerkt

Die Konsequenz der Untersuchung aus der Sicht eines Herstellers von Sicherheitsschaltgeräten lautet: Die Schutzeinrichtung soll stets optimal in die Maschinenkonstruktion und in die Arbeitsabläufe integriert sein. Anders ausgedrückt: Die beste Schutzeinrichtung ist die, von deren Existenz der Bediener nichts oder kaum etwas bemerkt. Denn dann wird er nicht in Versuchung geraten, die Schutzeinrichtung zu manipulieren. Das gilt auch für andere Hemmnisse, die in der Umfrage zum Ausdruck kommen – zum Beispiel die Sicht auf das Werkstück. Ist das Sichtfenster in der Schutztür so angebracht, dass der Bediener das Werkstück bzw. den Bearbeitungsvorgang nicht sehen kann, dann liegt es nahe, wenn er auf Möglichkeiten sinnt, den Vorgang bei geöffneter Schutztür zu beobachten – mit allen Risiken, die das birgt. Auch in diesem Hinblick sollte die Schutzeinrichtung den Bediener nicht behindern bzw. seine Arbeit erschweren (siehe Abbildung 20, Seite 123).



Abbildung 20:
Sicherheitszuhaltung mit integrierter
Stellungsabfrage und ergonomischer Handhabung

Ein weiterer Faktor ist die Lebensdauer der Schutzeinrichtung. Bei einer Schutztür, die absackt, wird der Betätiger des Sicherheitsschalters nicht mehr in den Schalter einfahren können und die Maschine steht still. Wenn dies häufiger vorkommt, wird das Manipulationsrisiko erhöht, weil die Schutzeinrichtung die Produktivität beeinträchtigt. Hier sollte man – als Beispiel – auf eine möglichst verzugsfreie Konstruktion der Schutztür achten und/oder Sicherheitsschaltgeräte einsetzen, die einen gewissen Versatz tolerieren. Noch besser sind natürlich solche Sicherheitsschaltgeräte, die den Versatz erkennen und frühzeitig eine Meldung ausgeben – auch solche Geräte stehen zur Verfügung.

Das Ziel: Bestmögliche Integration der Schutzeinrichtung

Diese „Lesart“ der Untersuchungsergebnisse soll keineswegs den Maschinenbauern den „Schwarzen Peter“ zuschieben. Die Aufgabe der bestmöglichen Integration von Schutzeinrichtungen in die Arbeitsabläufe geht alle an:

- die Hersteller von Sicherheitsschaltgeräten, die bei der Entwicklung ihrer Geräte größten Wert auf Ergonomie und Integrationsfähigkeit legen sollten,
- die Maschinen- und Anlagenbauer, die das Sicherheitskonzept sorgfältig im Hinblick auf die Produktivität der Maschine planen und die Schutzeinrichtung frühzeitig in der Entwicklung planen und auswählen sollten,



- ❑ die Betreiber, die ihre Wünsche in punkto Sicherheit und Produktivität einbringen sollten – z. B. durch klare Vorstellungen, die in einer Checkliste zur Maschinensicherheit festgelegt sind und in die Investitionsentscheidung beim Kauf einer neuen Maschine einfließen.

Am besten im Dialog

Bei dieser Vorgehensweise ist ein Dialog sowohl zwischen dem Hersteller von Sicherheitsschaltgeräten und dem Maschinenbauer als auch zwischen dem Maschinenbauer und dem Anwender der Maschine sinnvoll. Gemeinsam kann man Wege finden, um die Schutzeinrichtung so zu konstruieren, dass der Bediener möglichst wenig von ihr bemerkt. Dies gilt nicht nur für die „Hardware“ der Sicherheitsschaltgeräte, Schutztüren etc., sondern auch für die Einbindung in die Steuerungstechnik: Auch hier bieten sich viele Möglichkeiten der Optimierung und die beste Lösung wird immer dann erzielt, wenn das Sicherheitssystem tatsächlich als System betrachtet wird, das optimal mit dem Gesamtsystem Maschine harmonisieren soll.

Sonderbetriebsarten berücksichtigen

Ein wichtiges Thema beim Dialog zwischen Maschinenbauer und -betreiber sollten die Sonderbetriebsarten sein. Hier tut der Anwender gut daran, genau zu überlegen: Welche Betriebsarten benötigt man – zum Einrichten, zur Störungsbeseitigung, zur Prozessbeobachtung ...? Wer seine Sicherheitsbetrachtung nur auf den Automatikbetrieb abstellt, der greift zu kurz und leistet damit unter Umständen der Manipulation beim Service oder beim Einrichten Vorschub. Für diese Sonderbetriebsarten gibt es normenkonforme Lösungen und auch hier muss die Devise gelten: Die Schutzeinrichtung darf den Bediener nicht bei seiner Arbeit behindern. Gegebenfalls kann man bei geschulten und mit den Gefahren der Maschine vertrauten Bedienern sogar höhere technische Restrisiken zulassen, wie es zum Beispiel bei der neuen Betriebsart „Prozessbeobachtung“ schon geschieht.

Bei der Konfiguration der Schutzeinrichtung sollten aber auch Zusatzfunktionalitäten berücksichtigt werden, die nicht nur die Sicherheit der Maschine verbessern, sondern



auch die Bedienung erleichtern. Dies gilt wiederum sowohl für die Hardware (Beispiele sind Notentriegelung, Fluchtentriegelung und Montagehilfsmittel) als auch für die Softwarefunktionen wie z. B. verbesserte Diagnosemöglichkeiten, die die Fehlersuche erleichtern und dem Anwender Hinweise auf Fehlbedienungen geben können.

Produktive und sichere Maschinen als Wettbewerbsvorteil

Werden diese Grundsätze berücksichtigt, ergeben sich Vorteile im Hinblick auf die Sicherheit, weil die Maschinen weniger Anlass zur Manipulation geben. Aber die bestmögliche Integration von Schutzeinrichtungen in die Arbeitsabläufe hat noch weitere Vorteile, denn die Folge sind besonders leistungsfähige, produktive und sichere Maschinen. Das ist ein Wettbewerbsvorteil für den Maschinenbauer, der wiederum seinen Kunden – den Betreibern der Maschine – eine hohe Produktivität und somit einen sicheren „Return on Investment“ gewährleisten kann. Und es ist ein Pluspunkt für den oft gescholtenen Industriestandort Deutschland: Hohe Kosten für Lohn und Abgaben müssen durch hohe Produktivität kompensiert werden. Deshalb ist es wichtig, dass in Deutschland Maschinen und Anlagen mit hoher Leistung gebaut werden und zum Einsatz kommen. Die optimale Integration der Schutzeinrichtungen in die Maschinen und Anlagen leistet dazu einen wichtigen Beitrag – und verringert die Gefahr der Manipulation.

8.2.3 EUCHNER GmbH & Co. KG

Jens Rothenburg,
Thomas Rupp,
EUCHNER GmbH & Co. KG, Leinfelden-Echterdingen

Die im Report „Manipulationen von Schutzeinrichtungen an Maschinen“ vorgelegten Zahlen zeigen deutlich, dass die Manipulation der Sicherheitstechnik, die an Schutztüren angebracht ist, immer noch ein sehr wesentliches Thema darstellt. Das gilt vor allem im Hinblick auf die Unfallzahlen. Denn gerade bei manipulierten Schutzeinrichtungen kommt es teilweise zu sehr schweren Unfällen. Die Umfrageergebnisse zeigen



auch, dass zwar die Bequemlichkeit der Maschinenbediener ein nicht zu vernachlässigender Faktor ist, dass aber vor allem auch der Zeitgewinn beim Arbeiten und der Leistungsdruck ein häufig angegebener Grund für die Manipulation ist.

Es zeigt sich, dass vor allem an Betreiber (im organisatorischen Bereich) und an Maschinenhersteller (in konstruktiver Hinsicht) Anforderungen entstehen, im Arbeitsbereich für Verbesserungen zu sorgen. Das Streben eines jeden Bedieners nach mehr Bequemlichkeit – oder besser – Ergonomie deutet darauf hin, dass die Anordnung von Schutzeinrichtungen in Hinsicht auf den Arbeitsprozess nicht optimal gelöst wurde.

Eine Erklärung, warum dies so ist, liegt natürlich darin, dass der Hersteller einer Maschine kein Risiko bei der Absicherung eingehen will und somit eher dazu neigt, eine Gefahrenstelle mehr abzusichern als notwendig ist. Dies führt dann dazu, dass die Arbeit mit der Maschine beeinträchtigt wird.

Die gerade erst überarbeitete Norm DIN EN ISO 12100-1 verlangt ja in Abschnitt 5.4.1, dass die höchste Priorität der Absicherung einer Maschine zukommt, und die Funktion einer Maschine erst an zweiter Stelle zu stehen hat. Dies kann aus der Sicht eines Maschinenherstellers und Maschinenbetreibers nur kontraproduktiv erscheinen. Eine solche Forderung in einer harmonisierten Norm ist sicherlich keine Hilfestellung für einen Maschinenhersteller. Gar erst an dritter Stelle steht die Forderung nach Benutzerfreundlichkeit. Dies alles führt in vielen Fällen dazu, dass ein Maschinenbediener die Sicherheitseinrichtung manipuliert, um die Reihenfolge wieder zurechtzurücken.

Auch die Norm DIN EN 1088, die sich im Wesentlichen mit Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen befasst, gibt keine wesentlich bessere Hilfestellung. Es wird zwar gerade versucht, ein Amendment zu erstellen, das sich mit der Manipulation beschäftigt, aber dies kann nur sehr wenig zur Klarstellung beitragen, da der Rest der Norm nicht mehr den Stand der Technik repräsentiert. Insbesondere fehlt es in dieser Norm schon an der grundlegenden Beschreibung von Techniken zur Absicherung von Türen. Das Rahmenwerk ist also für den Maschinenhersteller nicht gerade optimal.



Besser sieht es auf Seiten der Hersteller von Sicherheitsschaltern aus. Die zugehörigen Produktnormen wurden erst kürzlich aktualisiert und auch die notwendigen übergeordneten Normen geben ein gutes Stück Hilfe, sodass der Hersteller von Sicherheitsschaltern es etwas einfacher hat als der Maschinenhersteller.

Sehr schwierig ist es natürlich für die Betreiber. Hier können eigentlich nur organisatorische und aufklärende Maßnahmen helfen. Und diese sind natürlich nicht einfach vorzuschreiben, hier kann nur eine Hilfestellung – vielleicht seitens der zuständigen Berufsgenossenschaften – gegeben werden. Es gibt inzwischen einige Firmen, die beispielsweise das Benutzen von Ersatzbetätigern sehr streng bestrafen. Vor allem in großen Betrieben mit ausgeprägten Organisationsstrukturen gibt es klare Regeln und Maßnahmen bei einem Missbrauch. In kleinen und mittleren Betrieben sieht dies mit Sicherheit anders aus. Für diese Betriebe müssten einfache Mittel gefunden werden, die mit geringerem Aufwand umsetzbar sind.

Handlungsmaßnahmen

Auf das Problem der Manipulation gibt es drei unterschiedliche Sichten, je nachdem, ob es aus Sicht eines Herstellers von Sicherheitsschaltern, eines Herstellers von Maschinen oder aus Sicht eines Maschinenbetreibers betrachtet wird.

Hersteller von Sicherheitsschaltern bieten manipulationssichere Schalter an, die auf elektronischem Wege codiert sind. Diese Schalter zu umgehen, ist nahezu unmöglich. Leider bleibt der Weg, den Betätiger abzuschrauben und direkt am Sicherheitsschalter zu befestigen, in vielen Fällen offen. Dies zu verhindern, kann jedoch nicht Aufgabe eines Schalterherstellers sein. Hier steht nach wie vor der Maschinenhersteller in der Pflicht. Manipulationssichere Schalter sind bisher nur ohne Zuhaltung lieferbar, eine Lösung mit Zuhaltung wird demnächst auf den Markt gebracht. Somit stünde eine Technik zur Verfügung, die alle anderen Schalter ersetzen könnte. Leider ist diese Technik nicht sehr preisgünstig, denn der Aufwand, der hierzu in der Elektronik betrieben werden muss, ist groß. Zudem sind diese Lösungen alle für die Kategorie 4 geprüft, was zusätzlichen Aufwand bedeutet, vor allem, wenn sich aus der Risikoanalyse eine niedrigere Kategorie als ausreichend erweist.



In dem Amendment zur DIN EN 1088, das eine Hilfestellung zur Manipulationssicherheit geben soll, wird beispielsweise vorgeschlagen, dass der Einsatz von so genannten Bauart-1-Schaltern ein Mittel gegen Manipulationen sein soll. Dies sind Sicherheitsschalter mit fest eingebautem Betätiger, wie z. B. Rollenschwenkhebel. Dazu müsste jedoch eine weitere Maßnahme kommen, denn nur wenn diese Schalter verdeckt angebracht werden, kann – je nach Schaltertyp – ein Umgehen durch einfaches Abschrauben des Schalters oder durch das Fixieren des Betätigungsorgans verhindert werden.

Die Maßnahme des verdeckten Einbaus wiederum würde aber genügen, um einen Bauart-2-Schalter, vielfach auch Zungenschalter genannt, gegen Manipulation zu sichern (Abbildung 21).

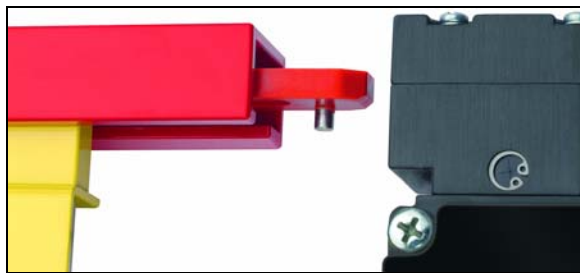


Abbildung 21:
Verdeckte Anbringung des
Betätigers mit C-Schiene

Ein Bauart-2-Schalter ist immer dann notwendig, wenn eine Zuhaltung eingesetzt werden muss. Mitte bis Ende der 1980er-Jahre wurden zwei Bauart-1-Schalter und ein separater überwachter Verriegelungsmagnet eingesetzt, was jedoch eine sehr aufwändige und teure Lösung ist.

Bei jeder Anwendung einen zweiten Schalter nur gegen Manipulation einzusetzen, erscheint ebenfalls etwas zu aufwändig, vor allem, wenn man bedenkt, dass es Anwendungen gibt, bei denen keine Gefahrenstelle mit großem Gefährdungspotenzial abgesichert werden soll, sondern nur eine mit geringer Gefährdung, also in Kategorie 1. Auf all diese Dinge kann in dem Amendment nicht eingegangen werden, da die Norm bisher keinen Bezug hierauf nimmt. Die Forderung sollte also sein, die Norm grundsätzlich zu überarbeiten, damit auch ein Maschinenhersteller eine effektive Hilfestellung erhält.



Der Betreiber einer Maschine oder Anlage wird im Wesentlichen darauf achten, dass seine Maschine optimal produziert. Wird das erreicht, sind sowohl der Maschinenbediener als auch sein Chef zufrieden und es gibt somit erst gar keinen Grund zur Manipulation. Dies würde einer Manipulation sozusagen vorbeugen. Das ist jedoch nicht so einfach, denn der Hersteller der Maschine muss ein CE-Zeichen anbringen, was am einfachsten durch die Beachtung der harmonisierten Normen erreicht wird. Die C-Normen, die speziell für bestimmte Maschinen zuständig sind, geben zu diesem Thema nicht sehr viel her, sodass nur der Einsatz der bereits beschriebenen B-Normen (DIN EN 1088, DIN EN 954-1) bzw. A-Normen (DIN EN ISO 12100-1) helfen könnte. Und dies mit den bereits genannten Mängeln.

Der Betreiber hat es am schwersten: Er bekommt eine fertige Maschine, die laut Hersteller den gültigen Bestimmungen entspricht, und ist nun aufgrund der Betriebssicherheitsverordnung verpflichtet, für die Sicherheit des Personals zu sorgen. Hierzu gehört selbstverständlich, dass er Sicherheitseinrichtungen an Maschinen nicht verändert. Eine Manipulation ist aber eine Veränderung, denn sie setzt Teilfunktionen außer Betrieb. Das Bewusstsein hierzu ist nicht sehr ausgeprägt, wie die Umfrage zeigt, denn im Vordergrund steht für den Betreiber natürlich vor allem, dass die Maschine produziert.

Technische Ansätze gegen Manipulation

Es gibt inzwischen einige Ansätze, Sicherheitsschalter zu bauen, die manipulationssicher sind. Bereits seit einigen Jahren sind berührungslos wirkende Sicherheitsschalter auf der Basis von Transpondertechnologie mit sehr gutem Erfolg im Einsatz. Neben der Sicherheit gegen Manipulationen bieten sie weitere Vorteile, z. B. eine sehr große Toleranz. Das ist vor allem dann von Vorteil, wenn sich im Laufe eines Maschinenlebens eine Sicherheitstür langsam senkt und so der Betätiger nach und nach aus dem Ansprechbereich wandert.

Ein weiteres Produkt, das sich bewährt hat, ist ein Transponderschalter mit einem zusätzlich integrierten Elektrohaftmagnet, mit dem die Tür zugehalten werden kann (Abbildung 22, Seite 130). Dieser Haftmagnet kann nicht in den Sicherheitskreis einbezogen werden, dient also nicht zur Absicherung von nachlaufenden Maschinen. In



allen anderen Fällen ist er ausgezeichnet geeignet, Manipulationen in den Griff zu bekommen.

Abbildung 22:
Berührungslos wirkender Sicherheitsschalter mit Elektrohaltemagnet



Abgerundet wird die Baureihe durch einen berührungslos wirkenden Sicherheitsschalter mit einer Zuhaltung, die auch zur Absicherung bei nachlaufenden Bewegungen geeignet ist (Abbildung 23). Das Produkt wird in Kürze auf den Markt kommen. Mit diesem Schalter können alle Einsatzfälle an Schutztüren abgesichert werden.



Abbildung 23:
Berührungslos wirkender Sicherheitsschalter mit Zuhaltung



Natürlich ist auch das seit langem bekannte Programm der Hersteller von Sicherheitschaltern geeignet, um Schutztüren manipulationssicher zu schützen. Es erfordert nur ein wenig mehr Aufwand vom Maschinenhersteller als die neueren Lösungen. Diese bekannte Sicherheitstechnik hat sich in vielen Fällen bewährt, denn wie die Studie zeigt, ist es nicht der Schalter, der eine Manipulation herausfordert, sondern es sind eher die Gegebenheiten an der Maschine oder auch die äußeren Umstände am Arbeitsplatz, wie hoher Leistungsdruck.

Wie aus der Studie im allgemeinen Teil ersichtlich ist, sind die Hauptargumente für eine Manipulation

- Zeitgewinn,
- Bequemlichkeit,
- Leistungsdruck,
- schlechte Ergonomie.

Die Betriebsarten, bei denen manipuliert wird, sind auf den ersten Plätzen durch Sonderbetriebsarten, wie beispielsweise Störungsbeseitigung, Einrichten, Umbauen, Reinigung, Wartung etc., belegt. Um hier ein verändertes Bewusstsein der Maschinenbediener zu erreichen, ist die Thematik, welche Sicherheitstechnik (Bauart-1- oder Bauart-2-Schalter) eingesetzt wird, völlig irrelevant. Hier wird offensichtlich manipuliert, weil der Bediener die speziellen Tätigkeiten entweder gar nicht oder nur unzureichend ausführen kann.

Eine deutliche Veränderung kann hier nur erreicht werden, wenn schon in der konstruktiven Phase der Maschinenentwicklung auf die Bedürfnisse der Bediener eingegangen wird, d. h. die Bedürfnisse integraler Bestandteil der Konstruktion werden. Nur wenn der Bediener alle ihm auferlegten Tätigkeiten, also auch alle „Sonderbetriebsarten“, aus seiner Sicht sinnvoll erledigen kann, wird der „Drang“ zu manipulieren sinken.



Interessanterweise steht im speziellen Teil der Studie die Manipulation im Automatikbetrieb an zweiter Stelle. Die Hauptgründe hierfür sind, dass die Schutzeinrichtung

- die Sicht auf den Arbeitsprozess einschränkt,
- die Nutzungsmöglichkeit der Maschine einschränkt,
- das Arbeitstempo der Maschine verlangsamt.

Auch hier wird verdeutlicht, dass letztendlich Tätigkeiten aus Sicht des Bedieners nicht „sinnvoll“ ausgeführt werden können.

Dass Bauart-2-Schalter mit abmontierten und gesteckten Schaltungen die „Hitliste“ der Manipulationsarten anführt, ist nicht verwunderlich. An den meisten Schutztüren, Klappen, Verdeckungen etc. wurden innerhalb der letzten 20 Jahre immer mehr Schalter dieser Bauart verwendet, weil sie wirtschaftlicher zu applizieren sind.

Umgekehrt könnte daraus abgeleitet werden, dass Manipulation verhindert werden kann, indem eine andere und manipulationssichere Technik verwendet wird. Dies ist nur bedingt richtig. Hierbei wird lediglich die Hürde der Manipulation etwas weiter nach oben verschoben. Ist jedoch der „Leidensdruck“ des Bedieners groß genug, werden auch diese „Hürden“ genommen. Es muss also immer das gesamte System betrachtet werden.

Hersteller von Sicherheitsschaltgeräten werden die Entwicklung der Schalter mehr und mehr unter dem Aspekt der „optimalen Lösung für die Applikation“ forcieren.

Eine Entwicklung in Richtung absolute Manipulationssicherheit bedeutet lediglich einen Wettlauf mit der „Kreativität“ der Bediener und dies ist ein hoffnungsloses Unterfangen. Nur die gemeinsame Weiterentwicklung aller Mosaiksteine, wie die normative Seite, das Einbinden der Bedürfnisse der Bediener in den Entwicklungsprozess der Maschinen für alle Tätigkeiten, vor allem die Sonderbetriebsarten, sowie das Verschärfen von organisatorischen Maßnahmen auf der Betreiberseite, kann zu einer Verminderung von Manipulationen führen.



Weitere Maßnahmen

Wie bereits erwähnt, sollten die normativen Gegebenheiten deutlich verbessert werden. Das Haus EUCHNER ist hierzu in diversen Gremien und Normenausschüssen tätig, um die Situation aktiv zu verbessern. Auch Maschinenhersteller sollten sich berufen fühlen, in diesen Gremien teilzunehmen, und mit Sicherheit können auch Betreiber von Maschinen mit gutem Erfolg dazu beitragen, die derzeitige Situation zu verbessern.

8.3 Maschinenbetreiber

8.3.1 AUDI AG

Wie sich der Umgang mit der Manipulationsproblematik direkt vor Ort bei einem großen Maschinenbetreiber darstellt, sollen die folgenden Ausführungen zeigen. Freundlicherweise hat sich Herr Dipl.-Ing. *Winfried Kumm*, zuständig für die Arbeitssicherheit im Werk Neckarsulm der Firma AUDI AG, bereit erklärt, ein Interview zu diesem Thema mit der Projektgruppe zu führen. Das Interview wurde per E-Mail im September 2005 gehalten:

Projektteam: Wie gehen Sie – ganz allgemein gefragt – in Ihrem Hause mit der Manipulationsproblematik um?

Winfried Kumm (AUDI AG): Es ist anzunehmen, dass auch in unserem Hause Schutz- einrichtungen manipuliert wurden bzw. werden. Im Gegensatz zu Ihrer Untersuchung können wir aus unserer Erfahrung diese enormen Häufigkeiten allerdings nicht bestätigen. Die wenigen Fälle, die uns bekannt geworden sind, hatten ähnliche Ursachen wie Ihre Untersuchung ergeben hat.

Auf alle bekannt gewordenen Fälle wurde in geeigneter Weise reagiert. Zum einen wurden natürlich die technischen Mängel sofort beseitigt. Im Anschluss daran wird der Fall dann thematisiert: In betreffenden Abteilungen wird über den Fall berichtet sowie nach ähnlichen Fällen gesucht. Dabei ist es wichtig, dass dem Mitarbeiter deutlich gemacht wird, dass ihm kein Nachteil entsteht, wenn er konkrete Manipulations-



vorgänge schildert. Sind diese bekannt, wird von der Sicherheitsfachkraft und dem Betreiber sowie der Planung gemeinsam nach einer Abhilfe gesucht.

Projektteam: Wird das Thema Manipulation in Ihren Inhouse-Schulungen thematisiert?

Winfried Kumm (AUDI AG): Jeder neu ernannte Vorgesetzte nimmt möglichst zeitnah an den von der Berufsgenossenschaft angebotenen Seminaren für Führungskräfte teil. Darüber hinaus gibt es interne Seminare, in denen dieses Thema behandelt wird. Und schließlich wird er in der regelmäßigen Sicherheitsarbeit, z. B. auf den so genannten Sicherheitsbesprechungen, über dieses Thema informiert. Ziel ist, dass jedem Vorgesetzten klar ist, dass er die Verantwortung dafür trägt, dass in seinem Zuständigkeitsbereich keine Manipulationen auftreten.

Projektteam: Können Sie ein Beispiel nennen, an welcher Maschine oder in welchem Produktionsbereich es häufig zu Manipulationswünschen kommt?

Winfried Kumm (AUDI AG): Hier müssen wir wegen der fehlenden Häufigkeit in die Vergangenheit zurückschauen: Presswerk, Produktion an Einzelpressen mit Handbedienung. Bei früheren Sicherheitsbegehungen war gelegentlich die nicht korrekte räumliche Absicherung der Pressenrückseite aufgefallen. Bei einseitiger Bedienung der Presse von vorne mussten mobile Schutzgitter mit entsprechenden Haken in Positionsschalter an der Presse eingesetzt werden. Dies war sehr einfach mit einem Blindstecker zu umgehen. Begründet wurde dies mit der leichteren Zugänglichkeit in den hinteren Pressenraum, um dort z. B. aufgestauten Stanzabfall zu beseitigen, ohne die Fertigung unterbrechen zu müssen. Bei den heutigen automatisierten Pressen kann diese Manipulation nicht mehr vorkommen, bzw. sie erübrigt sich, da der Fertigungsablauf prozesssicherer ist.

Projektteam: Können Sie ein konkretes Beispiel nennen, bei dem die Manipulation der Schutzeinrichtung zu einer Erhöhung der Produktivität führt? Wäre es bei diesem Beispiel durch ein alternatives Bedien- bzw. Schutzkonzept möglich, die Produktivität der Maschine nicht zu limitieren?



Winfried Kumm (AUDI AG): Vor einigen Jahren wurde an einer stationären Punktschweißanlage von einem Bediener die Lage des Auslösetasters so verändert, dass er bequemer arbeiten konnte und eventuell auch etwas schneller. Durch diese Lageänderung wurde allerdings die notwendige Ortsbindung für die freie Hand im Moment der Gefährdung unwirksam und es kam zu einer Verletzung. Da der Verursacher nicht ausfindig zu machen war, ist nicht nachvollziehbar, ob hier Unwissen über die sicherheitstechnisch notwendige Ortsbindung oder reine Bequemlichkeit (Heben der Hand) für diese Manipulation verantwortlich war.

Durch eine verbesserte Positionierung des Tasters konnte die ergonomische Beanspruchung des Bedieners verringert werden, ohne seine Sicherheit zu verringern.

Projektteam: Wie sehen innerbetriebliche Sanktionen aus, wenn Manipulationen entdeckt werden?

Winfried Kumm (AUDI AG): Es gibt keine Sanktionen, es werden die Ursachen der Manipulation ermittelt und Abstellmaßnahmen gesucht.

Projektteam: Wird in Ihrem Hause der Maschinenbediener in die Planung eines Maschinenkaufs miteinbezogen?

Winfried Kumm (AUDI AG): Bei Planung und Aufbau von neuen Anlagen werden so genannte SE-Teams gebildet (SE = simultaneous engineering). In diesen Arbeitsgruppen ist auch die Produktionsabteilung vertreten, meist mit einem Vorgesetzten und einem weiteren qualifizierten Mitarbeiter. Durch die Teilnahme dieser Mitarbeiter sollen die Erfahrungen (gute und schlechte) in die Beschaffung einfließen.

Projektteam: Wie wird üblicherweise in Ihrem Hause ein Maschinenkauf getätigt?

Winfried Kumm (AUDI AG): Ab einem gewissen Umfang wird ein Lastenheft erstellt. In diesem werden die Anforderungen aller beteiligten Abteilungen gesammelt. Teil dieser Lastenhefte sind auch so genannte „mitgeltende Unterlagen“. Dies sind interne Standards wie z. B. Elektrik oder Mechanik. In diesen Standards sind natürlich auch Erfahrungen früherer Manipulationen eingeflossen.



Projektteam: Falls eine in Ihrem Betrieb vorhandene Maschine keine manipulationsfreie Durchführung der Sonderbetriebsarten (Einrichten, Störungsbeseitigung, ...) zulässt, wie gewährleisten Sie in diesen Fällen die Sicherheit Ihrer Mitarbeiter?

Winfried Kumm (AUDI AG): Der erste Schritt in einem solchen Fall: Wir, die Arbeitssicherheit, müssen davon in Kenntnis gesetzt werden. Deshalb ist uns Offenheit in solchen Dingen ganz wichtig. Ist das Problem erkannt, wird gemeinsam mit allen notwendigen Stellen nach einer Lösung gesucht. Das Ergebnis muss eine Verfahrensweise mit vertretbarem Restrisiko sein, die von allen Beteiligten gemeinsam getragen wird.

Projektteam: Wie sind Ihre Fachkräfte für Arbeitssicherheit in die Manipulationsprävention einbezogen?

Winfried Kumm (AUDI AG): Die Aufgabe der Fachkräfte für Arbeitssicherheit besteht darin, Lösungen für Problemfälle mit zu erarbeiten. Dazu gehört auch eine Gefährdungsbeurteilung. Außerdem sind sie Multiplikatoren bei allen bekannt gewordenen Fällen von Manipulationen und deren Vermeidung.

Projektteam: Welche Forderungen stellen Sie an die Hersteller von Maschinen, welche an die Hersteller von Sicherheitstechnik?

Winfried Kumm (AUDI AG): Maschinen und Anlagen sollten primär so gestaltet werden, dass möglichst wenig zusätzliche Sicherheitstechnik notwendig ist. Sicherheitseinrichtungen dürfen Mitarbeiter nicht behindern, nicht zusätzlich beanspruchen und nicht in ihrer Wahrnehmung behindern. Wenn Sicherheitstechnik dann zum Einsatz kommt, soll diese natürlich sehr schwer zu manipulieren sein.

Jeder Konstrukteur muss sich immer einer natürlichen Eigenschaft von Menschen bewusst sein, die man mit dem elektrischen Strom vergleichen kann: Der Mensch nimmt immer den kürzesten Weg mit dem geringsten Widerstand.

Projektteam: Welche Erwartungen haben Sie an neue Technologien, die das Bedienkonzept verbessern, damit Manipulationen gar nicht erst entstehen?



Winfried Kumm (AUDI AG): Ganz wichtig ist hier die Prozesssicherheit. Ist diese erfüllt, erübrigen sich alle Manipulationen zur Störungsbeseitigung im Automatikbetrieb. Außerdem muss natürlich auch auf eine gute Wartungsfreundlichkeit geachtet werden. Rückblickend kann gesagt werden, dass wir auf einem guten Weg sind.

Projektteam: Herr Kumm, wir danken Ihnen für dieses offene Interview!

8.3.2 MEISSNER AG

Die folgenden Ausführungen zeigen, wie sich der Umgang mit der Manipulationsproblematik direkt vor Ort bei einem großen Gießereiwerkzeug-Hersteller darstellt. Herr *Frank Schuhmann*, zuständig für die Arbeitssicherheit bei der Meissner AG, Biedenkopf-Wallau, hat sich bereit erklärt, ein Interview zu diesem Thema mit der Projektgruppe zu führen. Das Interview wurde per E-Mail im Oktober 2005 gehalten.

Projektteam: Wie gehen Sie – ganz allgemein gefragt – in Ihrem Hause mit der Manipulationsproblematik um?

Frank Schuhmann (Meissner AG): Sie wird bei den jährlichen Unterweisungen zum Thema. Bei den Rundgängen der Sicherheitsfachkraft finden direkte Gespräche mit den Mitarbeitern zum Thema Manipulation statt.

Projektteam: Wird das Thema Manipulation in Ihren Inhouse-Schulungen thematisiert?

Frank Schuhmann (Meissner AG): Ja, bei den internen Meissner-Mitarbeiterschulungen wird immer auf das Thema Manipulation eingegangen.

Projektteam: Können Sie ein Beispiel nennen, an welcher Maschine oder in welchem Produktionsbereich es häufig zu Manipulationswünschen kommt?

Frank Schuhmann (Meissner AG): An allen geschlossenen CNC-Fräsmaschinen, die keine Betriebsart 3 und 4 haben, gibt es hin und wieder Manipulationen im Einrichtbetrieb.



Projektteam: Können Sie ein konkretes Beispiel nennen, bei dem die Manipulation der Schutzeinrichtung zu einer Erhöhung der Produktivität führt? Wäre es bei diesem Beispiel durch ein alternatives Bedien- bzw. Schutzkonzept möglich, die Produktivität der Maschine nicht zu limitieren?

Frank Schuhmann (Meissner AG): Im Einrichtbetrieb wird durch die Manipulation enorm Zeit eingespart und es erleichtert das Prüfen (Überwachung). Bei Maschinen mit der Betriebsart 3 und 4 ist dies auch ohne Manipulation möglich.

Projektteam: Wie sehen innerbetriebliche Sanktionen aus, wenn Manipulationen entdeckt werden?

Frank Schuhmann (Meissner AG): Die Mitarbeiter werden unterwiesen, dass diese Manipulation nicht zulässig ist, und das zur Manipulation eingesetzte Werkzeug, meist ein selbst hergestellter Türkontakt, wird eingezogen. Im Wiederholungsfall drohen arbeitsrechtliche Konsequenzen, auf die auch ausdrücklich hingewiesen wird.

Projektteam: Wird in Ihrem Hause der Maschinenbediener in die Planung eines Maschinenkaufs miteinbezogen?

Frank Schuhmann (Meissner AG): Nur bedingt, denn beim Maschinenkauf und der Auswahl geht es vornehmlich um die frästechnischen Eigenschaften. Allerdings sind die direkten Vorgesetzten, in der Regel ehemalige „Bediener“, am Auswahlprozess beteiligt.

Projektteam: Wie wird üblicherweise in Ihrem Hause ein Maschinenkauf getätigt?

Frank Schuhmann (Meissner AG): Die Vorgesetzten der mechanischen Fertigung setzen sich mit den Anforderungen hinsichtlich der Technik und der Kosten auseinander und holen darauf hin Angebote bei den Herstellern ein.

Projektteam: Falls eine in Ihrem Betrieb vorhandene Maschine keine manipulationsfreie Durchführung der Sonderbetriebsarten (Einrichten, Störungsbeseitigung, ...) zulässt, wie gewährleisten Sie in diesen Fällen die Sicherheit Ihrer Mitarbeiter?



Frank Schuhmann (Meissner AG): Die Mitarbeiter sind alle in der Verwendung der Betriebsart 3 und 4 unterwiesen. Sie werden aufgefordert, diese Arbeitsweise nur anzuwenden, wenn es die Arbeit nicht anders zulässt. In diesem Fall haben sie unbedingt minimale Vorschübe und minimale Drehzahlen zu verwenden.

Projektteam: Wie sind Ihre Fachkräfte für Arbeitssicherheit in die Manipulationsprävention einbezogen?

Frank Schuhmann (Meissner AG): Die Sicherheitsfachkraft achtet bei regelmäßigen Begehungen auf Manipulationen, macht die Mitarbeiter auf Gefahren aufmerksam und fordert eine sichere Arbeitsweise.

Projektteam: Welche Forderungen stellen Sie an die Hersteller von Maschinen, welche an die Hersteller von Sicherheitstechnik?

Frank Schuhmann (Meissner AG): An die Hersteller von Maschinen stellen wir die Forderung, dass alle geschlossenen CNC-Fräsmaschinen mit einem der Betriebsart 3 und 4 ähnlichen System ausgestattet sind. An die Hersteller von Sicherheitstechnik stellen wir keine weiteren Anforderungen, da jede noch so aufwändige Sicherheitstechnik von einem hierzu entschlossenen Mitarbeiter manipuliert werden kann.

Projektteam: Welche Erwartungen haben Sie an neue Technologien, die das Bedienkonzept verbessern, damit Manipulationen gar nicht erst entstehen?

Frank Schuhmann (Meissner AG): Siehe oben.

Projektteam: Herr Schuhmann, wir danken Ihnen für dieses offene Interview.



9 Literaturverzeichnis

- [1] *Huelke, M.*: Sichere Gestaltung von Maschinen und Anlagen. Einsatz neuer Technologien gegen besondere Unfallschwerpunkte. Hauptverbandsinterne Auswertung des Unfallschwerpunktes Maschine 1996-2000. Unveröffentlichtes Manuskript, 2000
- [2] *Reudenbach, R.*: Sichere Maschinen in Europa Teil 2 – Herstellung und Benutzung richtlinienkonformer Maschinen. 2. überarb. Aufl. Bochum: Verlag Technik und Information, 2004
- [3] *Worch, H.*: Nutzerfreundlichkeit von Sicherheitslösungen. Eine explorierende, hypothesengenerierende Untersuchung von Unfallhergängen, die auf die Nichtverwendung vorhandener Sicherheitslösungen zurückzuführen sind. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Professur für Arbeits- und Organisationspsychologie am Institut für Arbeits-, Organisations- und Sozialpsychologie der TU Dresden, 2001
- [4] *Schütte, A. S.*: Akzeptanz von Schutzeinrichtungen. Unveröffentlichte Studienarbeit Bereich Mechatronische Systeme im Maschinenbau, TU Darmstadt, 2000
- [5] *Weißgerber, B.; Worch, H.*: Akzeptanz sicherheitstechnischer Einrichtungen. *Sicherheitsingenieur* 6 (2002), S. 24-29
- [6] *Rohmert W.*: Aufgaben und Inhalt der Arbeitswissenschaft. *Die Berufsbildende Schule* 24 (1972), S. 3-14

Verwendete Normen:

DIN EN ISO 12100-1: 2003 Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze – Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie (ISO 12100-1:2003)

DIN EN 12417:2001 Sicherheit von Werkzeugmaschinen – Bearbeitungszentren

DIN EN 13128:2001 Sicherheit von Werkzeugmaschinen – Fräs- und Bohr-Fräsmaschinen



prEN ISO 11161:2005 Sicherheit von Maschinen – Integrierte Fertigungssysteme – Grundlegende Anforderungen (ISO/DIS 11161:2005)

prEN ISO 13849-1:2004 Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO/DIS 13849-1:2004)

DIN EN 953:1997 Sicherheit von Maschinen – Trennende Schutzeinrichtungen – Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen

DIN EN 954-1:1996 Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze

DIN EN 1088:1995 Sicherheit von Maschinen – Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen – Leitsätze für Gestaltung und Auswahl

DIN EN 12415:200 + A1:2002 Sicherheit von Werkzeugmaschinen – Kleine numerisch gesteuerte Drehmaschinen und Drehzentren (enthält Änderung A1:2002)

DIN EN 12478:2000 Sicherheit von Werkzeugmaschinen – Große numerisch gesteuerte Drehmaschinen und Drehzentren

DIN EN 12840:2001 Sicherheit von Werkzeugmaschinen – Handgesteuerte Drehmaschinen mit oder ohne Automatiksteuerung

DIN EN 13788:2001 Werkzeugmaschinen – Sicherheit – Mehrspindel-Drehautomaten

**Verwendete Berufsgenossenschaftliche Informationen für
Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit:**

Berufsgenossenschaftliche Information (BGI 575) „Auswahl und Anbringung elektro-mechanischer Verriegelungseinrichtungen für Sicherheitsfunktionen“

Berufsgenossenschaftliche Information (BGI 670) „Auswahl und Anbringung von Näherungsschaltern für Sicherheitsfunktionen“



Anhang A: Instrumente

Allgemeiner Fragebogen (ohne Deckblatt)

I. Häufigkeitseinschätzungen	
1) Wie viel Prozent der Schutzeinrichtungen an Maschinen sind Ihrer Meinung nach ständig manipuliert?	_____ %
2) Wie viel Prozent der Schutzeinrichtungen an Maschinen sind Ihrer Meinung nach vorübergehend manipuliert?	_____ %
3) Bei wie viel Prozent aller beobachteten Manipulationen an Maschinen bzw. Schutzeinrichtungen kann es Ihrer Meinung nach zu Unfällen kommen?	_____ %
4) Wie viel Prozent aller Arbeitsunfälle an Maschinen sind Ihrer Meinung nach auf manipulierte Schutzeinrichtungen zurückzuführen?	_____ %
5) In wie viel Prozent der Betriebe werden manipulierte Maschinen bzw. Schutzeinrichtungen geduldet?	_____ %



II. Schutzeinrichtung

Bei welcher Art von Schutzeinrichtung an Maschinen kommt es nach Ihrer Erfahrung wie häufig zu Manipulationen?

Kreuzen Sie bitte in der entsprechenden Spalte an! Wenn Sie keine Erfahrungen mit einzelnen Schutzeinrichtungen haben, kreuzen Sie bitte „keine Aussage“ an!

	nie	selten	manchmal	oft	immer	keine Aussage
1) Verkleidung						
2) Verdeckung						
3) Umzäunung						
4) Abschirmung						
5) Umwehrung						
6) Positionsschalter, elektromechanisch						
7) Positionsschalter, berührungslos						
8) Schlüsseltransfersystem						
9) Zuhaltung						
10) Tippschaltung						
11) Zustimmschaltung						
12) Schaltmatte/Schaltplatte						
13) Zweihandschaltung						
14) Schaltleiste/Bumper						
15) Schaltstange/Schaltbügel						
16) Lichtschranke						
17) Lichtgitter/Lichtvorhang						
18) Schrittschaltung						
19) Laserscanner						
20) Ultraschallsystem						
21) Wärme-Infrarotsystem						
22) Transponder-System						
23) sonstige _____						

III. Gründe

Welche Erklärung haben Sie dafür, dass Schutzeinrichtungen manipuliert werden?



IV. Schutzeinrichtung			
Kreuzen Sie bitte die drei Betriebsarten bzw. notwendigen manuellen Eingriffe an, die Ihrer Meinung nach am häufigsten zur Manipulation von Schutzeinrichtungen führen:			
Automatikbetrieb	()	Umbauen/Rüsten/Werkzeugwechsel	()
Einrichten/Einstellen	()	Werkstückwechsel	()
Programmieren/Programmtest/Testlauf	()	Störungsbeseitigung an der Maschine	()
Inbetriebnahme	()	Störungsbeseitigung im Arbeitsablauf	()
Demontage	()	Materialzufuhr/-abfuhr	()
Inspektion	()	Reinigung/Wartung	()
Nachregeln/Justieren	()	Instandhaltung	()
Kontrollieren/Stichprobenahme	()		

V. Persönliches:	
Wie viele Jahre Berufserfahrung haben Sie als Technische Aufsichtsperson?	____ Jahre



Spezieller Fragebogen (ohne Deckblatt)

I. Beschreibung der Maschine:
1) Art und Typ der Maschine/Anlage:
2) Baujahr (evtl. geschätzt):
3) Bezeichnung der Gefahrenstelle:
4) Welche Kennzeichnung(en) trägt die Maschine (z. B. CE, GS, BG-PRÜFZERT...)?

II. Art der manipulierten Schutzeinrichtung	
1) Verkleidung ()	12) Schaltmatte/Schaltplatte ()
2) Verdeckung ()	13) Zweihandschaltung ()
3) Umzäunung ()	14) Schaltleiste/Bumper ()
4) Abschirmung ()	15) Schaltstange/Schalbügel ()
5) Umwehrung ()	16) Lichtschranke ()
6) Positionsschalter, elektromechanisch ()	17) Lichtgitter/Lichtvorhang ()
7) Positionsschalter, berührungslos ()	18) Schrittschaltung ()
8) Schlüsseltransfersystem ()	19) Laserscanner ()
9) Zuhaltung ()	20) Ultraschallsystem ()
10) Tippschaltung ()	21) Wärme-Infrarotsystem ()
11) Zustimmschaltung ()	22) Transponder-System ()
	23) sonstige _____



III. Wie wurde die o. g. Schutzeinrichtung manipuliert?			
(bei Bedarf Zeichnung auf der Rückseite des Fragebogens anfertigen)			
2) Musste für die Manipulation materieller Aufwand betrieben werden, z. B. ein Werkzeug oder ein Schlüssel hergestellt oder gekauft werden?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe

IV. Manipulationsfolgen									
1) Hat sich bereits ein Unfall ereignet?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe						
2) Hat sich bereits ein Beinahe-Unfall ereignet?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe						
3) Wie hoch schätzen Sie die durch die Manipulation hervorgerufene Gefährdung ein? (Einschätzung durch Aufsichtsperson oder SiFa!) <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="text-align:center;">sehr niedrig</td> <td style="text-align:center;">()—()—()—()—()</td> <td style="text-align:center;">sehr hoch</td> </tr> <tr> <td style="text-align:center;">(keine oder sehr leichte Verletzung, vollständige Herstellung der Arbeitskraft ohne Folgeschäden)</td> <td></td> <td style="text-align:center;">(Tod oder dauerhafte Behinderung)</td> </tr> </table>				sehr niedrig	()—()—()—()—()	sehr hoch	(keine oder sehr leichte Verletzung, vollständige Herstellung der Arbeitskraft ohne Folgeschäden)		(Tod oder dauerhafte Behinderung)
sehr niedrig	()—()—()—()—()	sehr hoch							
(keine oder sehr leichte Verletzung, vollständige Herstellung der Arbeitskraft ohne Folgeschäden)		(Tod oder dauerhafte Behinderung)							
Beantwortung der vorhergehenden Fragenkomplexe erfolgte durch ...	<input type="checkbox"/> ... Aufsichtsperson	<input type="checkbox"/> ... SiFa	<input type="checkbox"/> SiFa						
	<input type="checkbox"/> ... SiFa	(evtl.) zusammen mit	<input type="checkbox"/> Bediener						
	<input type="checkbox"/> _____		<input type="checkbox"/> _____						



V. Betriebsarten:				
1) Werden Manipulationen, die für bestimmte Betriebszustände vorgenommen wurden, für den Automatikbetrieb wieder rückgängig gemacht?		() ja	() nein	() keine Angabe
2) Für welche der unten aufgeführten Betriebsarten bzw. für welche notwendigen manuellen Eingriffe wurde die Manipulation vorgenommen? (Mehrfachnennung möglich)			3) Für welche der Betriebsarten/notwendigen manuellen Eingriffe sind sicherheitsgerechte Lösungen an der Maschine vorhanden, ohne zu manipulieren? (Mehrfachnennung möglich)	
a) Automatikbetrieb	()	→	()	
b) weitere Betriebsarten/notwendige manuelle Eingriffe	()	→	()	
	Einrichten/Einstellen	()	→	()
	Programmieren/Programmtest/Testlauf	()	→	()
	Inbetriebnahme	()	→	()
	Demontage	()	→	()
	Inspektion	()	→	()
	Nachregeln/Justieren	()	→	()
	Kontrollieren/Stichprobenahme	()	→	()
	Umbauen/Rüsten/Werkzeugwechsel	()	→	()
	Werkstückwechsel	()	→	()
	Störungsbeseitigung an der Maschine	()	→	()
	Störungsbeseitigung im Arbeitsablauf	()	→	()
	Materialzufuhr/-abfuhr	()	→	()
	Reinigung/Wartung	()	→	()
	Instandhaltung	()	→	()



4) Verliert die Maschine beim Auslösen der Schutzeinrichtung ihren Referenzpunkt?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
5) Ist eine Bereichsabschaltung bei der Maschine sinnvoll und bereits realisiert?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
6) Kann die Manipulation schnell wieder rückgängig gemacht werden?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes erfolgte durch ...	<input type="checkbox"/> ... Aufsichtsperson	<input type="checkbox"/> ... SiFa	<input type="checkbox"/> SiFa
	<input type="checkbox"/> ... SiFa	(evtl.) zusammen mit	<input type="checkbox"/> Bediener
	<input type="checkbox"/> _____		<input type="checkbox"/> _____

VI. Herstellermerkmale			
1) Hat der Wartungsdienst/Installationsdienst des Herstellers die Möglichkeiten zur Manipulation aufgezeigt?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
2) Wurde die Maschine direkt mit „Manipulationswerkzeug“ ausgeliefert (Code, Schlüssel, Klemmanschluss ...)?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes erfolgte durch ...	<input type="checkbox"/> ... Aufsichtsperson	<input type="checkbox"/> ... SiFa	<input type="checkbox"/> SiFa
	<input type="checkbox"/> ... SiFa	(evtl.) zusammen mit	<input type="checkbox"/> Bediener
	<input type="checkbox"/> _____		<input type="checkbox"/> _____



VII. Ergonomische Aspekte				
Die Schutzeinrichtung ...				
1) ... schränkt die Sicht auf den Arbeitsprozess (auch Werkzeug, Werkstück) ein.	gar nicht	()—()—()—()	sehr stark	() keine Angabe
2) ... beeinträchtigt das Hören des Arbeitsprozesses.	gar nicht	()—()—()—()	sehr stark	() keine Angabe
3) ... schränkt die Nutzungsmöglichkeit der Maschine ein.	gar nicht	()—()—()—()	sehr stark	() keine Angabe
4) ... verlangsamt das Arbeitstempo an der Maschine.	gar nicht	()—()—()—()	sehr stark	() keine Angabe
5) ... erfordert einen höheren Kraftaufwand des Bedieners.	gar nicht	()—()—()—()	sehr stark	() keine Angabe
6) ... erfordert eine gedankliche Mehrleistung des Bedieners (z. B. immer daran denken müssen, diese zu betätigen).	gar nicht	()—()—()—()	sehr stark	() keine Angabe
7) ... bedeutet, längere Wege machen zu müssen.	gar nicht	()—()—()—()	sehr stark	() keine Angabe
8) ... schränkt den Bewegungsraum ein.	gar nicht	()—()—()—()	sehr stark	() keine Angabe
9) ... stört den Bewegungsfluss.	gar nicht	()—()—()—()	sehr stark	() keine Angabe
10) ... unterbricht den eigentlichen Arbeits- bzw. den maschinellen Prozess.	gar nicht	()—()—()—()	sehr stark	() keine Angabe
11) ... ist neuartig und erfordert ein Umlernen von Gewohnheiten.		() ja	() nein	() keine Angabe
12) ... ist ohne großen Aufwand außer Kraft zu setzen.		() ja	() nein	() keine Angabe
13) ... ist nachträglich angebracht worden.		() ja	() nein	() keine Angabe
Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes erfolgte durch ...	() ... Aufsichtsperson	() SiFa	() SiFa	() Bediener
	() ... SiFa	(evtl.) zusammen mit	() Bediener	
	() _____		() _____	



VIII. Betriebliche Merkmale			
1) Sind die Bediener nachweislich unterwiesen worden?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
2) Wird die Betriebsanleitung beachtet?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
3) Sind die Vorgesetzten über mögliche Rechtsfolgen der Manipulation aufgeklärt?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
4) Wird von den Maschinenbedienern erwartet zu manipulieren?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
5) Wird das Thema Manipulation im Betrieb thematisiert?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
6) Gibt es organisatorische Maßnahmen, um Sicherheitsproblemen beim Umgehen von Schutzeinrichtungen zu begegnen?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
7) Werden Störungen im Arbeitsablauf vom Bediener selbst beseitigt?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
8) Ist der Bediener für die Beseitigung von Störungen an der Maschine ausgebildet?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
9) Können Instandhalter schnell und problemlos angefordert werden?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
10) Ist der Schlüssel/Code für die Betriebsartenwahl verfügbar?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
		<input type="checkbox"/> nur für _____	
11) Ist die Entlohnung des Bedieners an das Produktionsergebnis gekoppelt?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
12) Werden die Bediener und Instandhalter beim Einkauf einer Maschine berücksichtigt?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
13) Werden Maschinen/Anlagen aufgrund sicherheitstechnischer Konstruktionsfehler reklamiert?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe



14) Wird die Maschine bestimmungsgemäß verwendet?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
15) Ist ein starker Druck der Kollegen vorhanden, Manipulationen vorzunehmen?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
16) Waren bei erstmaliger Arbeit an der Maschine durch den Bediener bereits manipulierte Schutzeinrichtungen vorhanden?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
17) Werden Manipulationen im Betrieb geduldet?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
18) Wurde die Manipulation zusammen mit Kollegen durchgeführt?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
19) Hat der Betrieb weniger als 250 Mitarbeiter?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes erfolgte durch ...	<input type="checkbox"/> ... Aufsichtsperson <input type="checkbox"/> ... SiFa <input type="checkbox"/> _____	(evtl.) zusammen mit	<input type="checkbox"/> SiFa <input type="checkbox"/> Bediener <input type="checkbox"/> _____



IX. Bediener:			
Die folgenden Fragen richten sich direkt an den Maschinenbediener!			
[Falls eine Befragung des Maschinenbedieners nicht möglich sein sollte, geben Sie dort, wo es möglich ist, Ihre eigene Einschätzung – immer bezogen auf den Bediener – ab!]			
1) Wissen Sie, dass Sie an einer manipulierten Maschine arbeiten?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
2) Informieren Sie Ihre Kollegen, die an der gleichen Maschine arbeiten, darüber, dass Sie die Maschine manipuliert haben?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
3) Wie hoch schätzen Sie die durch die Manipulation hervorgerufene Gefährdung ein?	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> sehr niedrig ()—()—()—()—() sehr hoch </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> (keine oder sehr leichte Verletzung, vollständige Herstellung der Arbeitskraft ohne Folgeschäden) (Tod oder dauerhafte Behinderung) </div>		
4) Nehmen Sie das erhöhte Unfallrisiko gerne in Kauf, sind Sie mutig?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
5) Schätzen Sie die manipulierte Maschine als sicherer ein als eine nicht manipulierte?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
6) Fühlen Sie sich unsicher bei der Bedienung der manipulierten Maschine?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
7) Sind Sie der Meinung, dass Sie keine Schutzeinrichtung an der Maschine nötig haben?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
8) Hat die Manipulation aus Ihrer Sicht einen Nutzen für den Betrieb?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
9) Empfinden Sie die Schutzeinrichtung als Schikane?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
10) Sind Ihnen die betrieblichen und rechtlichen Konsequenzen des Manipulierens vollkommen klar?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe



11) Stehen Sie der Manipulation kritisch gegenüber?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> eine Angabe				
12) Verheimlichen Sie schon einmal eine Störung und beseitigen sie lieber selbst?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe				
13) Um wie viel Prozent würde eine Störungsbeseitigung ohne Manipulation in etwa länger dauern als eine mit Manipulation?	_____ %		<input type="checkbox"/> keine Angabe				
14) Ist eine Manipulation für Sie eine sportliche Herausforderung?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe				
15) Sind Sie zufrieden mit den Zeiten, die die betriebliche Instandhaltungsmannschaft für die Störungsbeseitigung im Regelfall benötigt?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe				
16) Wie viel Zeit haben Sie bzw. der Manipulierende für die Manipulation benötigt?							
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes erfolgte durch ... </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> () ... Bediener () ... Aufsichtsperson () ... SiFa () _____ </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> () SiFa () Bediener () Aufsichtsperson () _____ </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> (evtl.) zusammen mit </td> </tr> </table>				Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes erfolgte durch ...	() ... Bediener () ... Aufsichtsperson () ... SiFa () _____	() SiFa () Bediener () Aufsichtsperson () _____	(evtl.) zusammen mit
Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes erfolgte durch ...	() ... Bediener () ... Aufsichtsperson () ... SiFa () _____	() SiFa () Bediener () Aufsichtsperson () _____	(evtl.) zusammen mit				



X. Direkte Fragen an den Bediener:

- 1) Welchen konkreten Nutzen hat für Sie die Manipulation?
- 2) Haben Sie eine Idee, was an der Maschine geändert werden sollte, damit der Wunsch zu manipulieren gar nicht erst entsteht?
- 3) Welche betrieblichen Maßnahmen müssten ergriffen werden, um Manipulationen vorzubeugen?

	<input type="checkbox"/> ... Bediener	<input type="checkbox"/> SiFa
Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes erfolgte durch ...	<input type="checkbox"/> ... Aufsichtsperson	<input type="checkbox"/> Bediener
	<input type="checkbox"/> ... SiFa	<input type="checkbox"/> Aufsichtsperson
	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____
	(evtl.) zusammen mit	

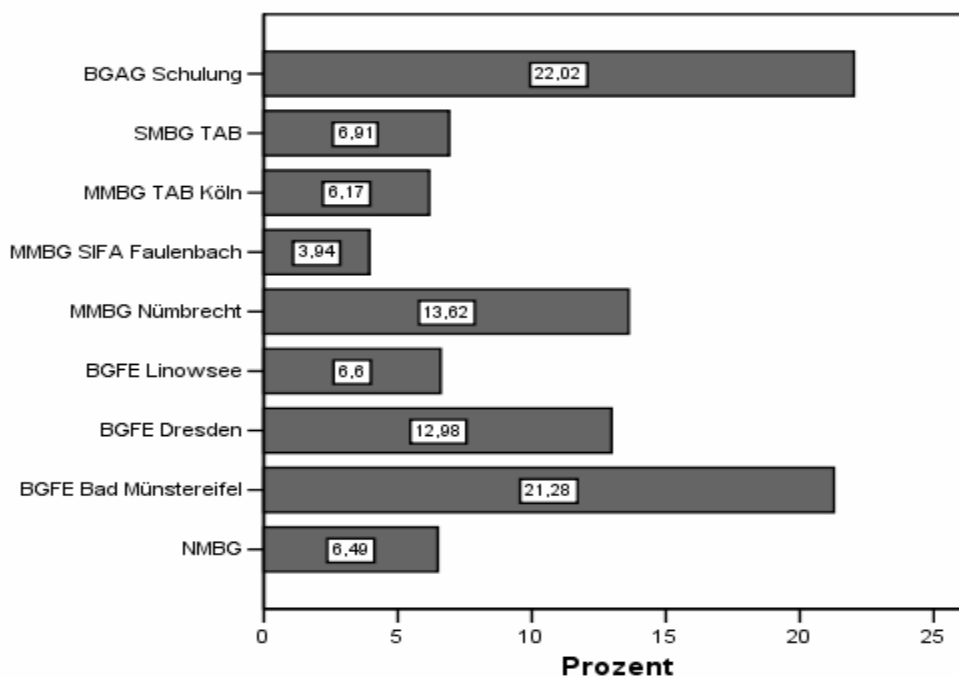
	<input type="checkbox"/> ... vor Ort im Betrieb.
Der gesamte Fragebogen wurde ausgefüllt ...	<input type="checkbox"/> ... im Nachhinein.
	<input type="checkbox"/> ... _____



Anhang B: Ergebnisse der allgemeinen Befragung

Zusammensetzung der Stichprobe:

- 940 allgemeine Fragebögen (Stand 24.08.2004)
- Verteilung der Fragebögen auf die Zuständigkeiten der ...





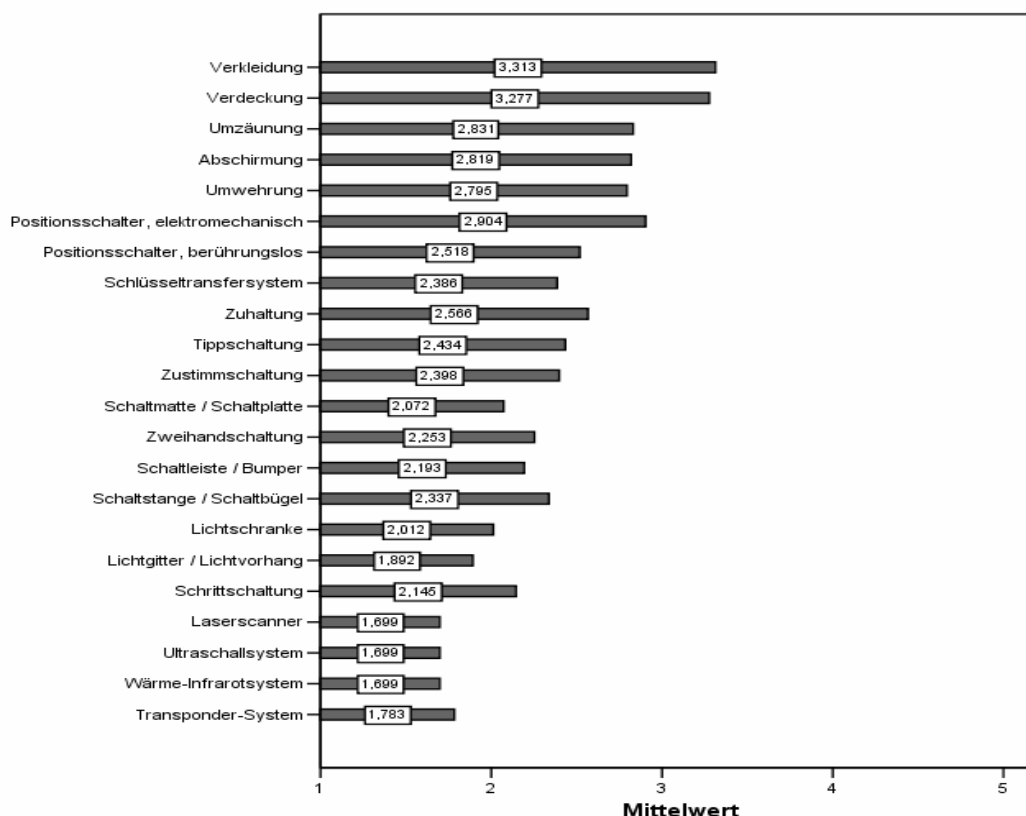
	Mittelwert Gesamt (n = 863 bis 911)	Standard- abweichung	Standardfe- hler	Mittelwert Aufsichts- personen (n = 317 bis 330)	Mittelwert Fachkräfte für Arbeits- sicherheit (n = 217 bis 231)
Wie viel Prozent der Schutz- einrichtungen an Maschi- nen sind Ihrer Meinung nach ständig manipuliert?	14,11 %	14,54	0,48	14,60 %	12,17 %
Wie viel Prozent der Schutz- einrichtungen an Maschi- nen sind Ihrer Meinung nach vorübergehend manipuliert?	22,72 %	19,97	0,66	23,46 %	19,95 %
Bei wie viel Prozent aller beobachteten Manipula- tionen an Maschinen bzw. Schutzeinrichtungen kann es Ihrer Meinung nach zu Unfällen kommen?	50,80 %	37,62	1,25	54,77 %	48,66 %
Wie viel Prozent aller Ar- beitsunfälle an Maschinen sind Ihrer Meinung nach auf manipulierte Schutzein- richtungen zurückzuführen?	24,78 %	24,58	0,83	22,86 %	22,74 %
In wie viel Prozent der Be- triebe werden manipulierte Maschinen bzw. Schutzein- richtungen geduldet?	33,96 %	29,35	1,00	37,49 %	32,93 %

Fett markiert sind statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Auskünften der Aufsichtspersonen und der Fachkräfte für Arbeitssicherheit (Mann-Whitney-U-Test, keine Normalverteilung)



Bei welcher Art von Schutzeinrichtung an Maschinen kommt es nach Ihrer Erfahrung wie häufig zu Manipulationen?

$n = 527$ bis 549 ; da Frage nicht Bestandteil der Befragungen der BGFE: dort $n = 384$



Antwortkategorien:

1 = nie, 2 = selten, 3 = manchmal, 4 = oft, 5 = immer

signifikante Unterschiede zwischen Aufsichtspersonen (AP) und Fachkräften für Arbeitssicherheit (FASi):

1. Positionsschalter elektromechanisch:

MW APen: 3,23

MW FASi: 2,54

2. Schrittschaltung:

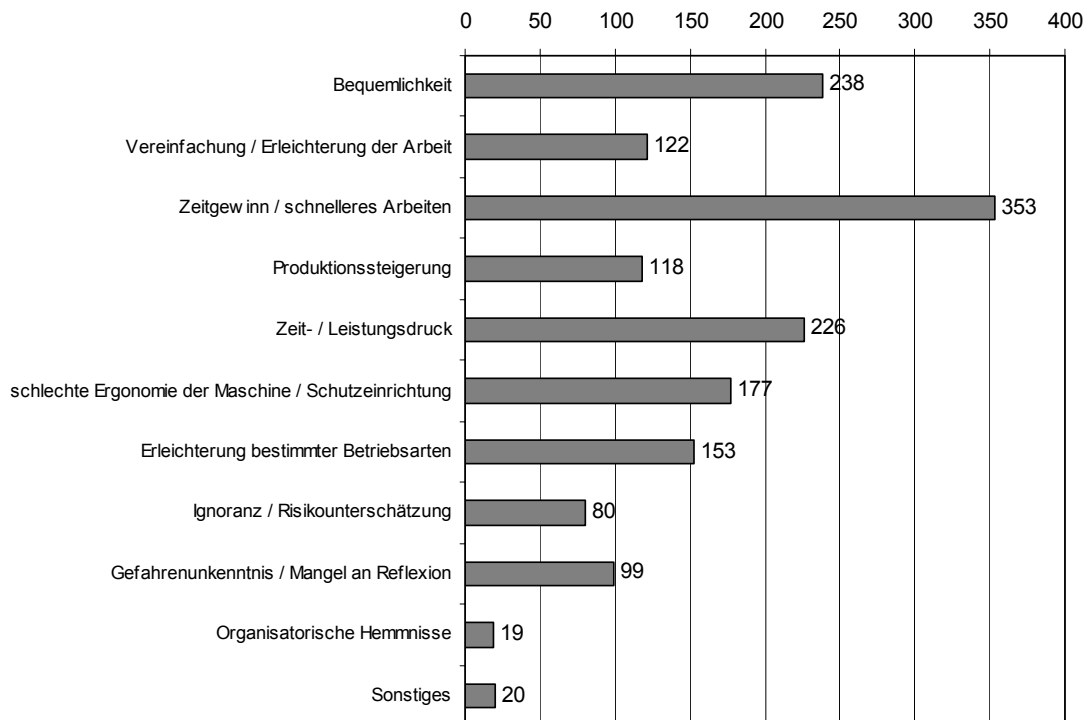
MW APen: 2,04

MW FASi: 2,25



Welche Erklärung haben Sie dafür, dass Schutzeinrichtungen manipuliert werden?

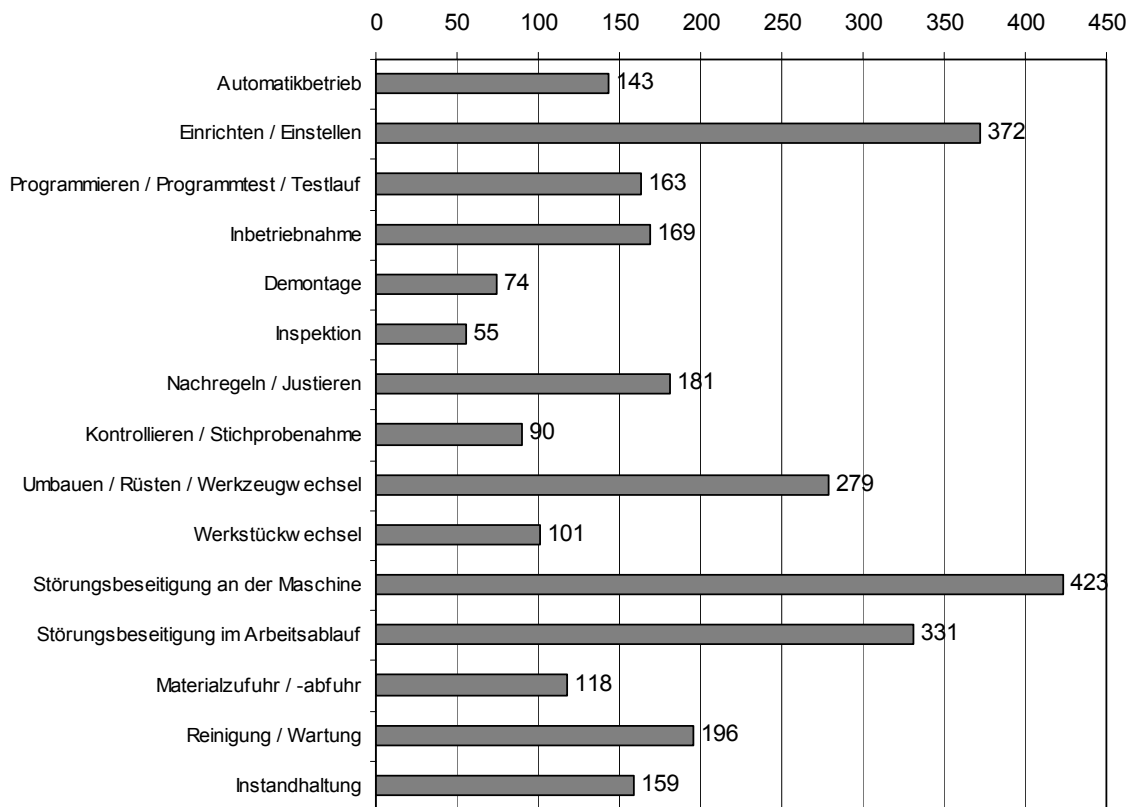
n = 1 605 genannte Aspekte, Mehrfachnennung möglich





Kreuzen Sie bitte die drei Betriebsarten bzw. notwendigen manuellen Eingriffe an, die Ihrer Meinung nach am häufigsten zur Manipulation von Schutzeinrichtungen führen.

(n = 939)





Anhang C: Ergebnisse der speziellen Befragung

Zusammensetzung der Stichprobe:

- 202 spezielle Fragebögen (Stand: 24.08.2004),
- davon wurden ca. 31 % direkt vor Ort im Betrieb beantwortet, der Rest im Nachhinein,
- Einsatz des Fragebogens in 71,1 % KMU (Kriterium der Europäischen Kommission: < 250 Mitarbeiter), in 26,4 % großen Betrieben, 2,5 % machten keine Angabe

- Verteilung der Fragebögen auf die Zuständigkeiten der ...

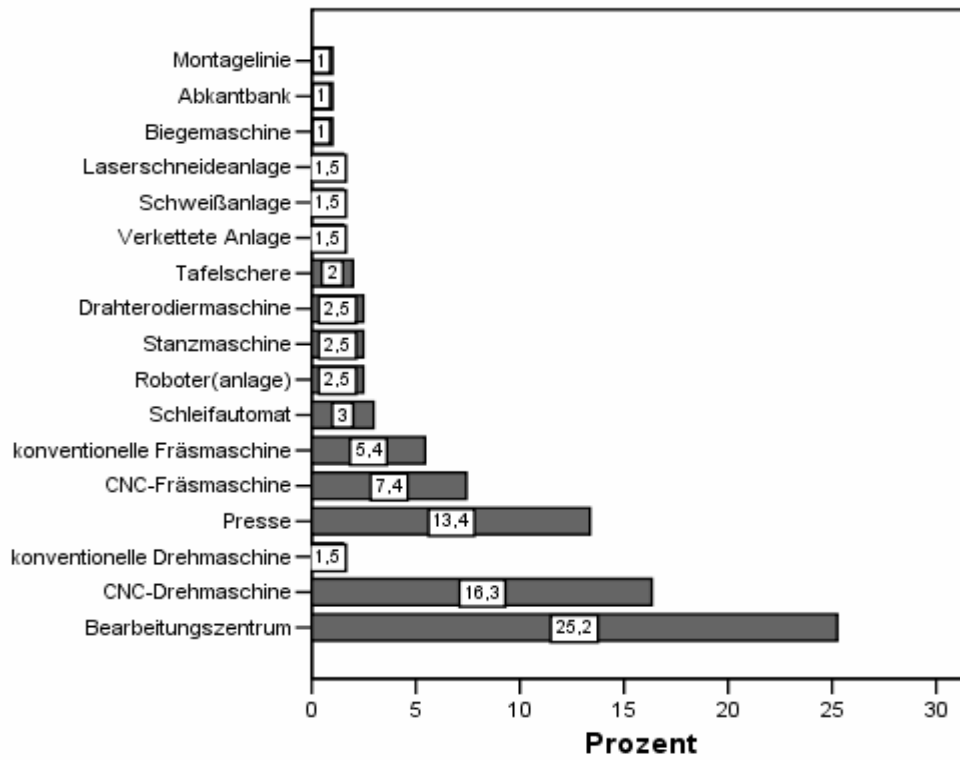
	BG Metall Süd (gesamter Präventionsdienst)	BG Metall Süd (Präventionsdienst München)	MMBG	NMBG
Anzahl	63	59	43	37
Prozent	31,2	29,2	21,3	18,3



Maschinentypen

(n = 202)

	Häufigkeit	Prozent
Bearbeitungszentrum	51	25,2
Roboter(anlage)	5	2,5
Biegemaschine	2	1,0
Spiralmaschine	1	0,5
Schweißanlage	3	1,5
CNC-Drehmaschine	33	16,3
Presse	27	13,4
CNC-Fräsmaschine	15	7,4
Tafelschere	4	2,0
konventionelle Drehmaschine	3	1,5
Stanzmaschine	5	2,5
konventionelle Fräsmaschine	11	5,4
Holzfräse	1	0,5
Abkantbank	2	1,0
Schredder	1	0,5
Schleifautomat	6	3,0
Holzbearbeitungsanlage	1	0,5
Kran	1	0,5
Gießautomat	1	0,5
Funkenerodierautomat	1	0,5
Rollschließmaschine	1	0,5
Verkettete Anlage	3	1,5
Drahterodiermaschine	5	2,5
Benzinabpumpeinrichtung	1	0,5
Laserschneideanlage	3	1,5
Montagelinie	2	1,0
Koil-Abwickelmaschine	1	0,5
sonstige	8	4,0
Bohrmaschine	1	0,5
CNC-Bohrwerk	1	0,5
Bohr-Fräs-Automat	2	1,0
Gesamt	202	100,0

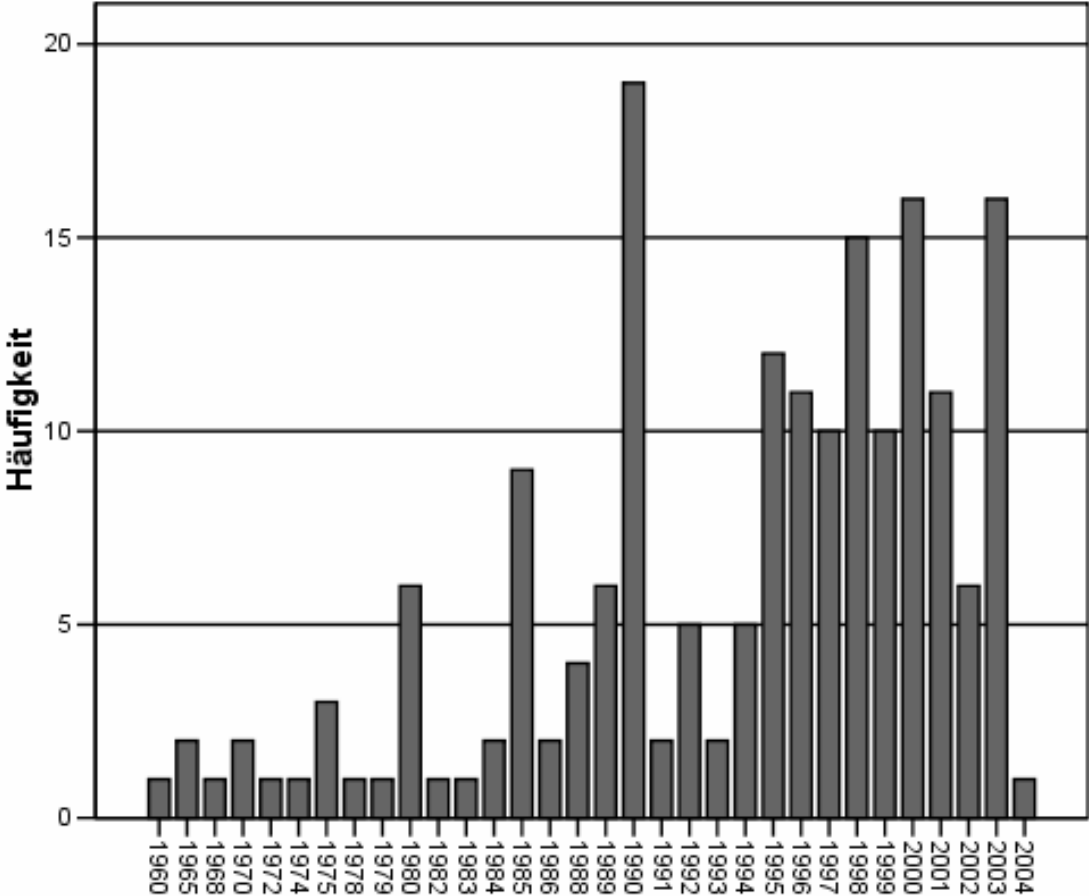




Baujahr der Maschine

($n = 185$)

	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
1960	1	0,5	0,5
1965	2	1,0	1,6
1968	1	0,5	2,2
1970	2	1,0	3,2
1972	1	0,5	3,8
1974	1	0,5	4,3
1975	3	1,5	5,9
1978	1	0,5	6,5
1979	1	0,5	7,0
1980	6	3,0	10,3
1982	1	0,5	10,8
1983	1	0,5	11,4
1984	2	1,0	12,4
1985	9	4,5	17,3
1986	2	1,0	18,4
1988	4	2,0	20,5
1989	6	3,0	23,8
1990	19	9,4	34,1
1991	2	1,0	35,1
1992	5	2,5	37,8
1993	2	1,0	38,9
1994	5	2,5	41,6
1995	12	5,9	48,1
1996	11	5,4	54,1
1997	10	5,0	59,5
1998	15	7,4	67,6
1999	10	5,0	73,0
2000	16	7,9	81,6
2001	11	5,4	87,6
2002	6	3,0	90,8
2003	16	7,9	99,5
2004	1	0,5	100,0
Gesamt	185	91,6	
k. A.	17	8,4	
Gesamt	202	100,0	

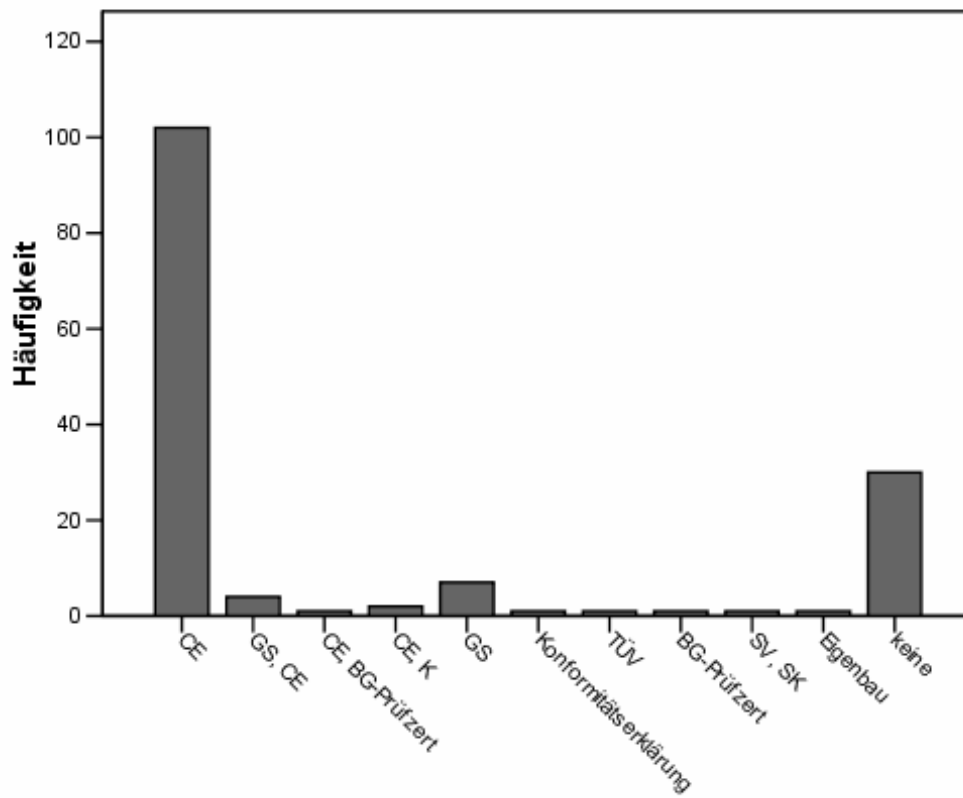




Kennzeichnung der Maschine

(n = 151)

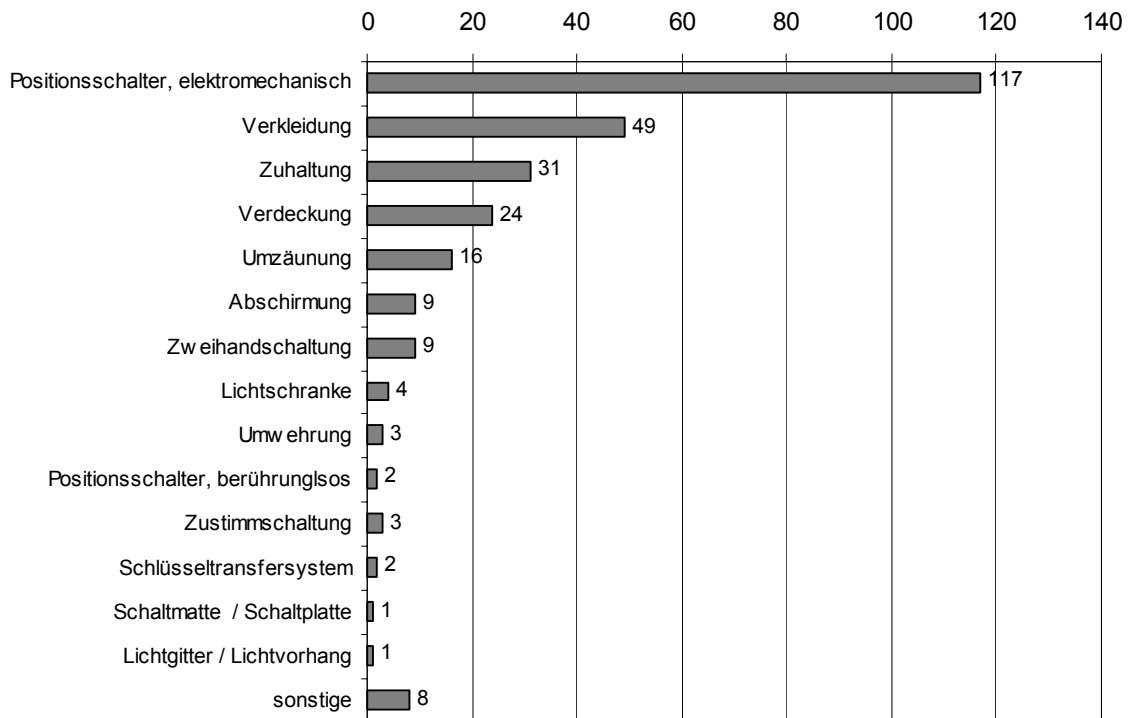
		Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Gültig	CE	102	50,5	67,5
	CE, BG-PRÜFZERT	1	0,5	68,2
	Eigenbau	1	0,5	68,9
	keine	30	14,9	88,7
	Konformitätserklärung	1	0,5	89,4
	TÜV	1	0,5	90,1
	GS, CE	4	2,0	92,7
	GS	7	3,5	97,4
	BG-PRÜFZERT	1	0,5	98,0
	SV, SK	1	0,5	98,7
	CE, K	2	1,0	100,0
	Gesamt	151	74,8	
Fehlend	keine Angabe	51	25,2	
Gesamt		202	100,0	





Anzahl manipulierter Schutzeinrichtungen

($n = 279$ Nennungen)

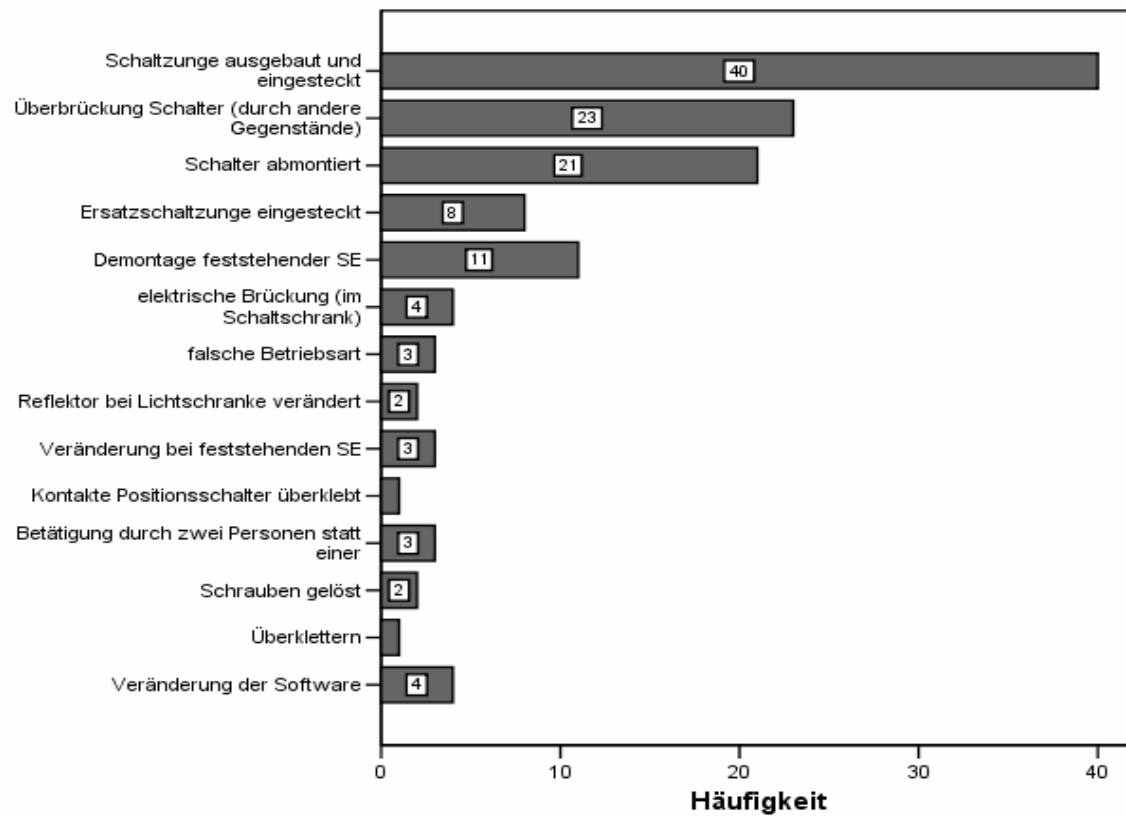


Keine Angaben fanden sich zu Tippschaltung, Schaltleiste/Bumper, Schaltstange/ Schaltbügel, Schrittschaltung, Laserscanner, Ultraschallsysteme, Wärmefrachtsysteme und Transpondersysteme

Zuhaltung: 11 Nennungen stammen aus Fragebögen, die nicht mit Betriebsangehörigen ausgefüllt wurden, 20 aus Fragebögen, die zusammen mit Betriebsangehörigen ausgefüllt wurden (Dichotomisierung der Befragten, signifikant auf 5%-Niveau, Chi-Quadrat-Test)



Wie wurde die o. g. Schutzeinrichtung manipuliert?



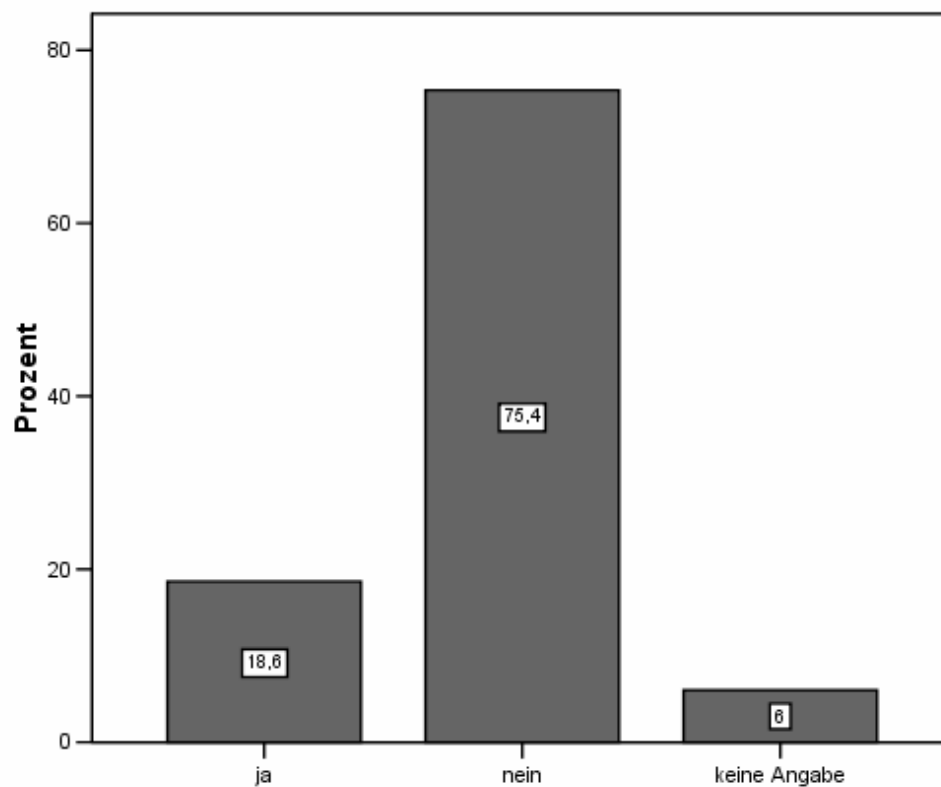
SE = Schutzeinrichtung

Gesamtzahl der Nennungen $n = 126$



**Musste für die Manipulation materieller Aufwand getrieben werden,
z. B. ein Werkzeug oder ein Schlüssel hergestellt oder gekauft werden?**

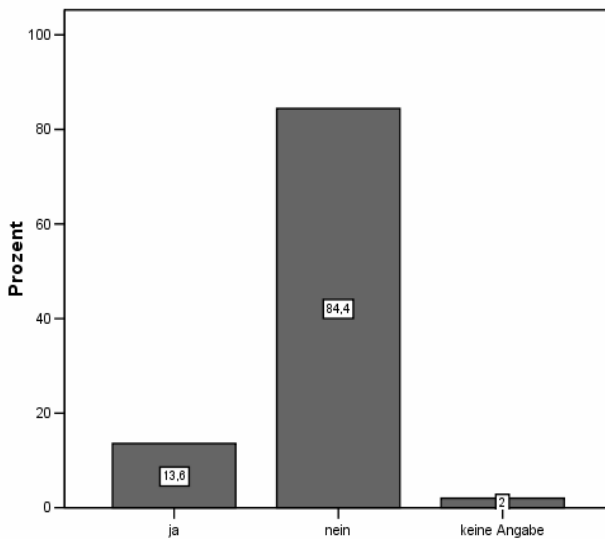
($n = 199$)





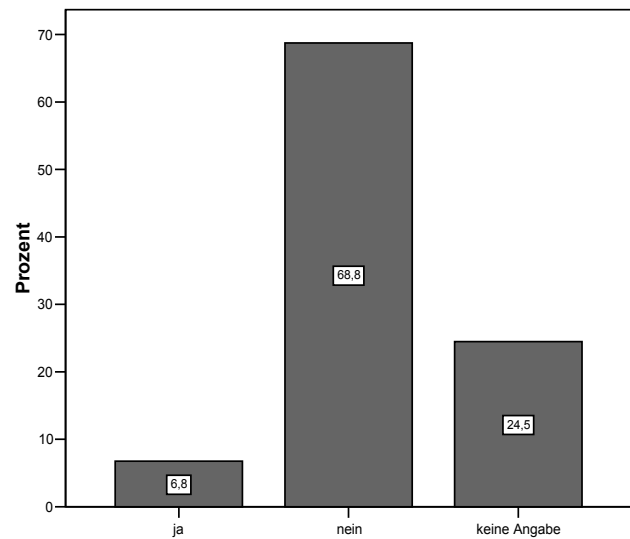
Hat sich bereits ein Unfall ereignet?

($n = 199$)



Hat sich bereits ein Beinahe-Unfall ereignet?

($n = 192$)

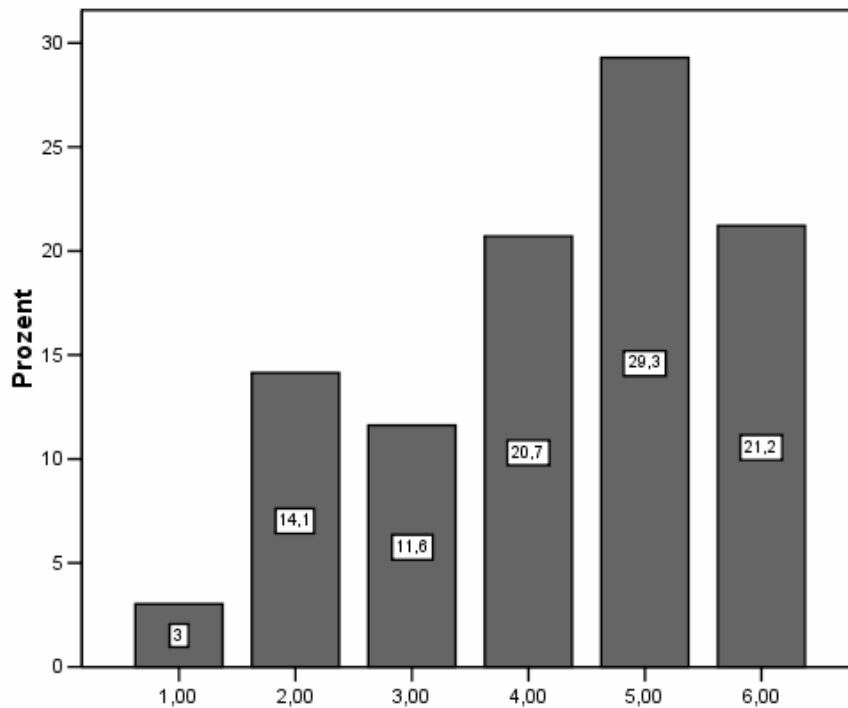


An den untersuchten Maschinen haben sich 27 Unfälle und 13 Beinahe-Unfälle ereignet, was einem Anteil von ca. 20 % entspricht.



Gefährdungseinschätzung durch Aufsichtsperson oder Fachkraft für Arbeitssicherheit:

($n = 198$)



Mittelwert 4,23 (1 = sehr niedrig, 6 = sehr hoch)



Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes durch							
Aufsichtsperson	166	FASi	15	Dritten	11	keine Angabe	10
davon		davon		davon			
mit FASi	37			mit FASi	1		
mit Bediener	41	mit Bediener	3	mit Bediener	4		
mit Drittem	20	mit Drittem	2	mit Drittem	2		

Fett markiert ist die jeweilige Anzahl an Fragebögen, bei deren Beantwortung Mitarbeiter des Betreibers involviert waren.

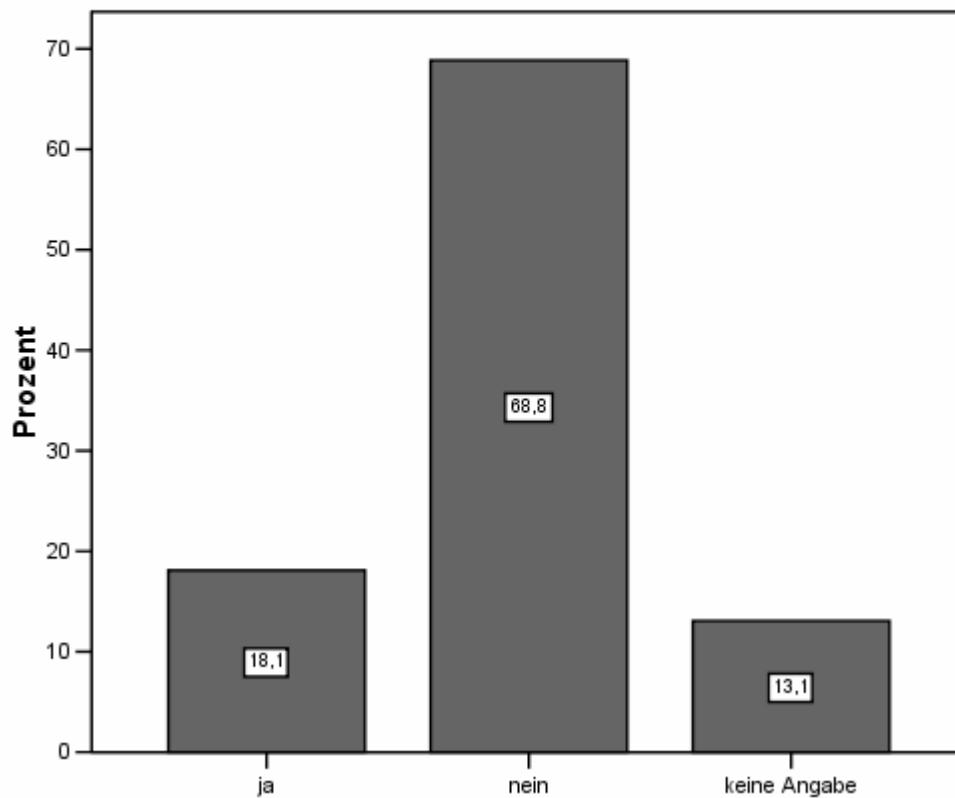
98 Fragenkomplexe sind folglich unter Mitwirkung von Betriebsmitarbeitern entstanden. Die Aussagen aus diesen 98 Fragebögen bilden die Gruppe der „Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen“ ausgefüllt wurden.

Ein signifikanter Unterschied (Mann-Whitney-U-Test, 5%-Niveau) bei der Gefährdungseinschätzung ergibt sich zwischen Daten aus Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen ausgefüllt wurden (Mittelwert: 3,94; $n = 96$) und Daten, die ohne Betriebsangehörige ausgefüllt wurden (Mittelwert: 4,5; $n = 102$)



Werden Manipulationen, die für bestimmte Betriebszustände vorgenommen wurden, für den Automatikbetrieb wieder rückgängig gemacht?

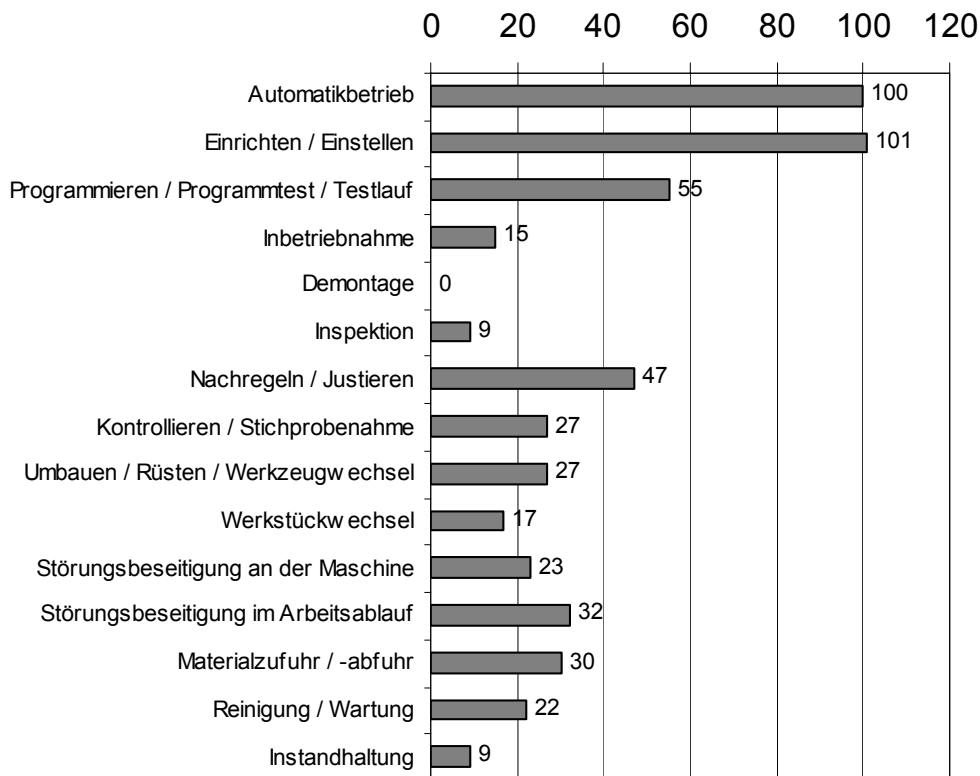
($n = 199$)





Für welche der unten aufgeführten Betriebsarten bzw. für welche notwendigen manuellen Eingriffe wurde die Manipulation vorgenommen?

(n = 514, Mehrfachnennungen möglich)



Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Daten, die auf Untersuchungen unter Zuhilfenahme von Betriebsangehörigen basieren, und denen ohne Zuhilfenahme bei folgenden Betriebsarten:

- Einrichten/Einstellen,
- Nachregeln/Justieren,
- Störungsbeseitigung im Arbeitsablauf und
- Reinigung und Wartung

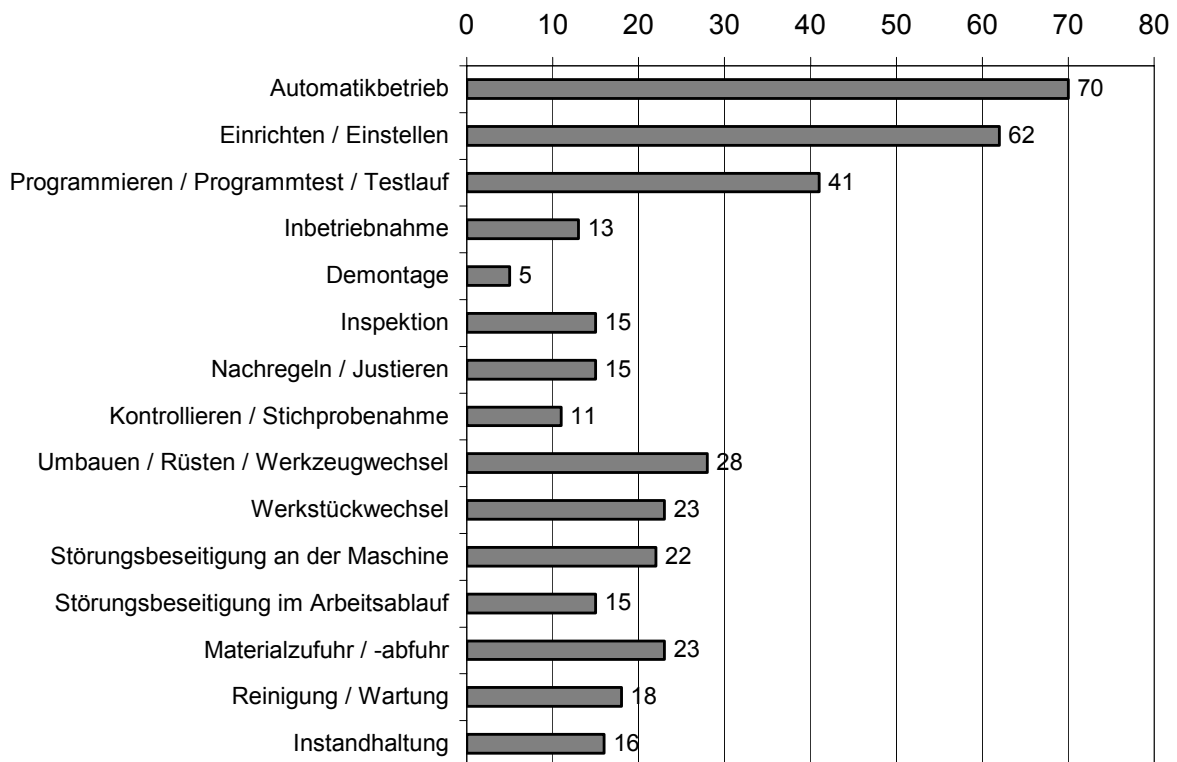
werden überproportional häufig in Fragebögen angekreuzt, die auf Daten unter Zuhilfenahme von Betriebsangehörigen basieren.

(Chi-Quadrat, 5%-Niveau)



Für welche der Betriebsarten/notwendigen manuellen Eingriffe sind sicherheitsgerechte Lösungen an der Maschine vorhanden, ohne zu manipulieren?

(n = 377, Mehrfachnennungen möglich)



Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Daten, die auf Untersuchungen unter Zuhilfenahme von Betriebsangehörigen basieren, und denen ohne Zuhilfenahme bei folgenden Betriebsarten:

- Kontrollieren/Stichprobe und
- Umbauen/Rüsten/Werkzeugwechsel

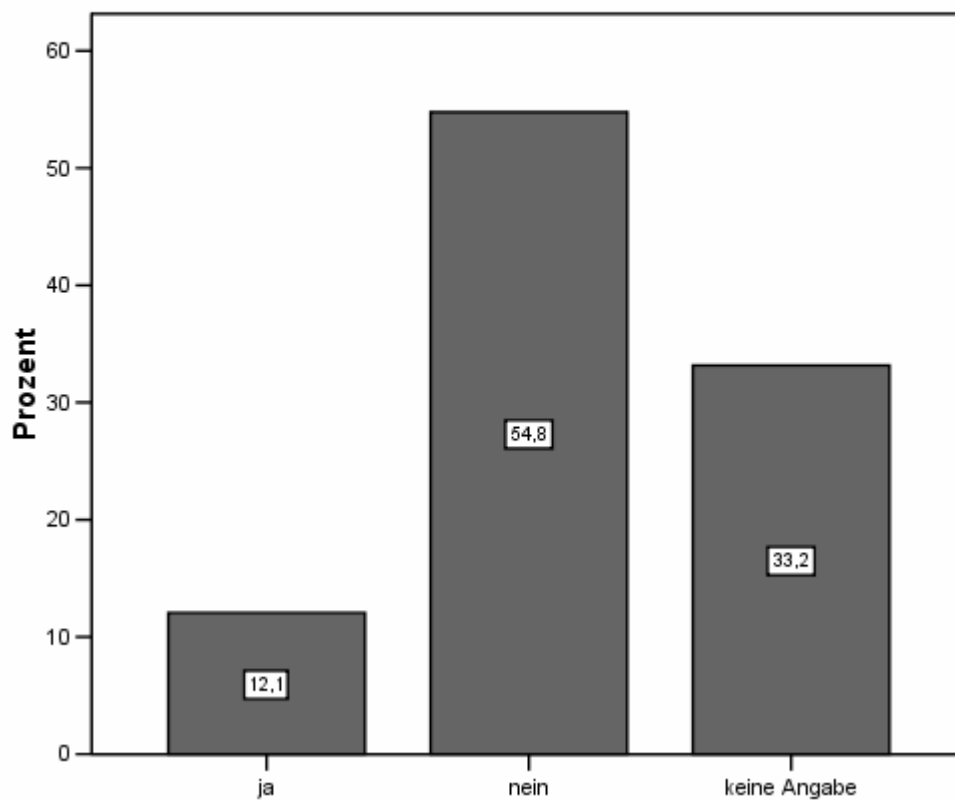
werden überproportional häufig in Fragebögen angekreuzt, die auf Daten unter Zuhilfenahme von Betriebsangehörigen basieren.

(Chi-Quadrat, 5%-Niveau)



Verliert die Maschine beim Auslösen der Schutzeinrichtung ihren Referenzpunkt?

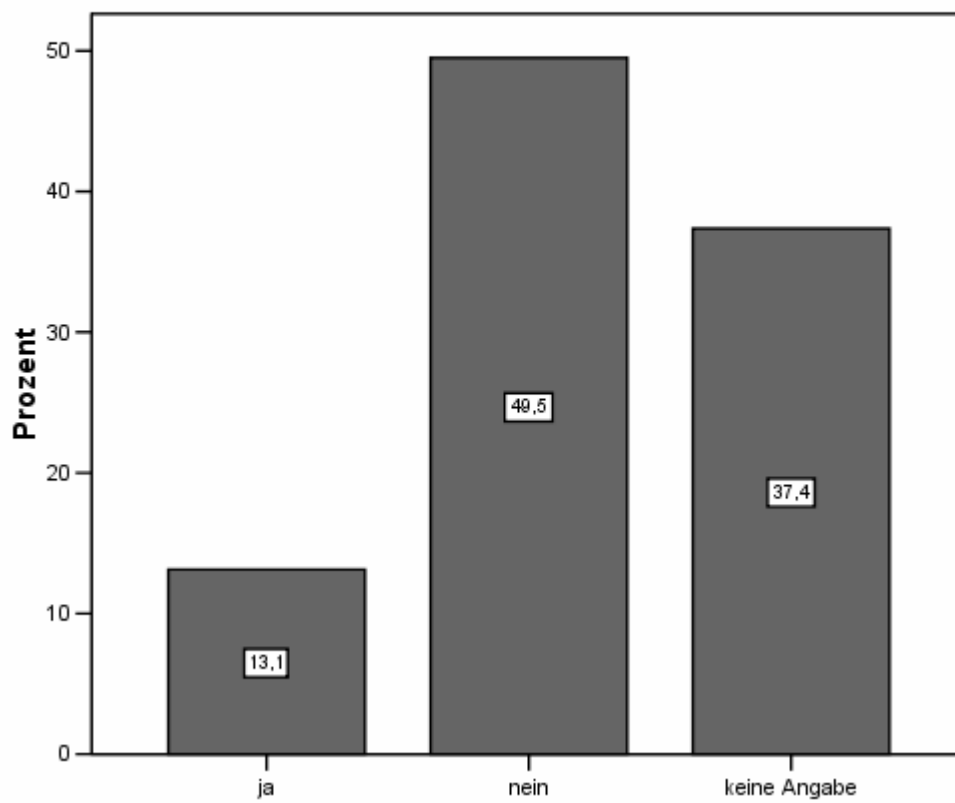
($n = 199$)





Ist eine Bereichsabschaltung bei der Maschine sinnvoll und bereits realisiert?

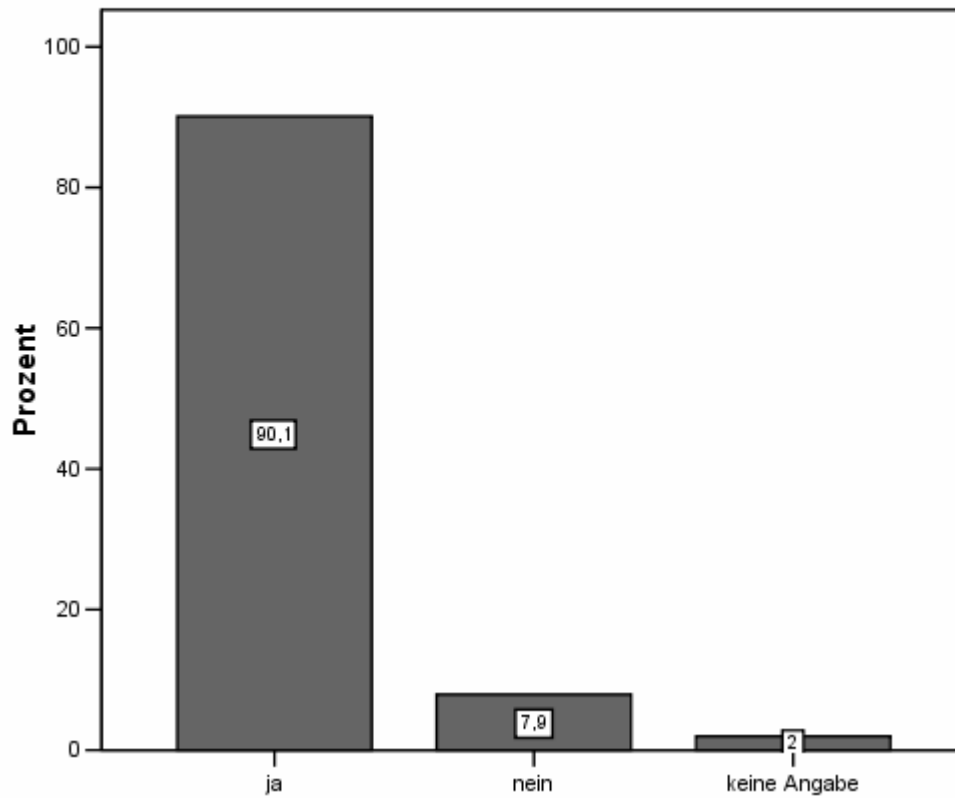
($n = 198$)





Kann die Manipulation schnell wieder rückgängig gemacht werden?

($n = 202$)





Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes durch							
Aufsichtsperson	162	FASi	15	Dritten	10	keine Angabe	15
davon		davon		davon			
mit FASi	30			mit FASi	0		
mit Bediener	47	mit Bediener	4	mit Bediener	3		
mit Drittem	19	mit Drittem	1	mit Drittem	1		

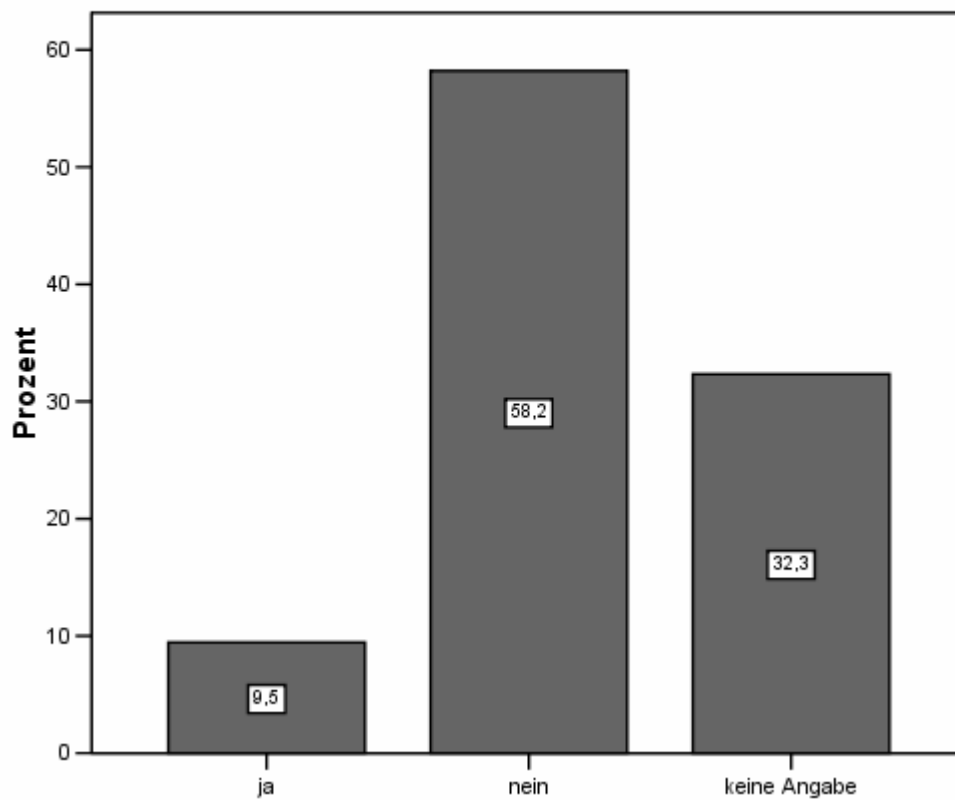
Fett markiert ist jeweils die Anzahl von Fragebögen, bei deren Beantwortung Mitarbeiter des Betreibers involviert waren.

95 Fragenkomplexe sind folglich unter Mitwirkung von Betriebsmitarbeitern entstanden. Die Aussagen aus diesen 95 Fragebögen bilden die Gruppe der „Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen“ ausgefüllt wurden.



Hat der Wartungsdienst/Installationsdienst des Herstellers die Möglichkeiten zur Manipulation aufgezeigt?

($n = 201$)

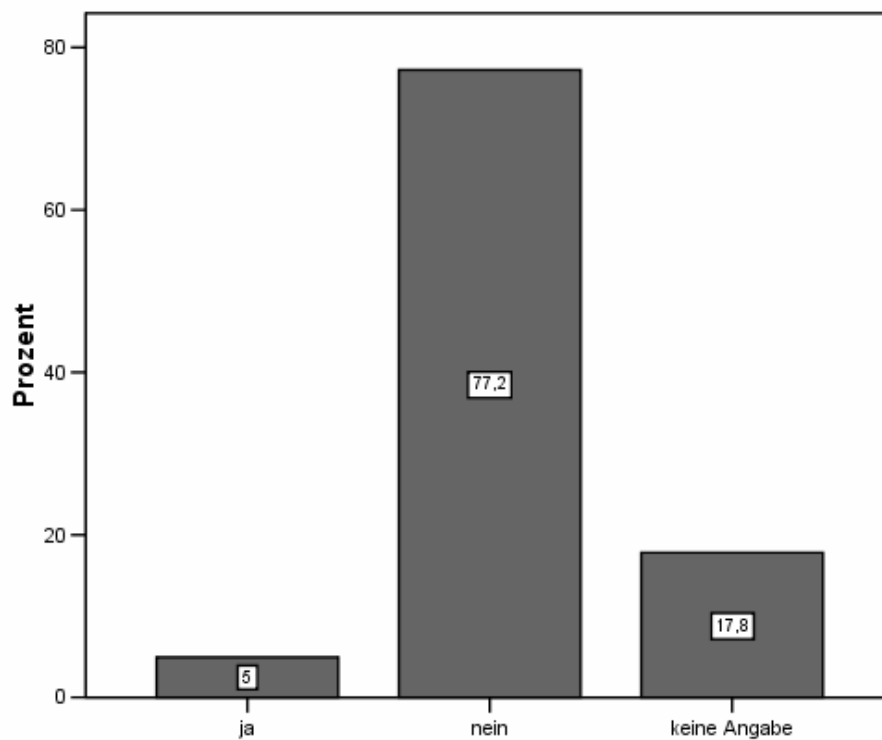


ja = 19 Fälle von 202



Wurde die Maschine direkt mit „Manipulationswerkzeug“ ausgeliefert (Code, Schlüssel, Klemmanschluss ...)?

($n = 202$)



Proportional häufiger „ja“ wurde angekreuzt, wenn Betriebsangehörige in die Befragung miteinbezogen wurden (7 ja und 75 nein anstatt 3 ja und 81 nein) (Chi-Quadrat, 5%-Niveau)



Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes durch							
Aufsichtsperson	163	FASi	14	Dritten	11	keine Angabe	14
davon		davon		davon			
mit FASi	26			mit FASi	0		
mit Bediener	47	mit Bediener	4	mit Bediener	2		
mit Drittem	20	mit Drittem	0	mit Drittem	1		

Fett markiert ist jeweils die Anzahl von Fragebögen, bei deren Beantwortung Mitarbeiter des Betreibers involviert waren.

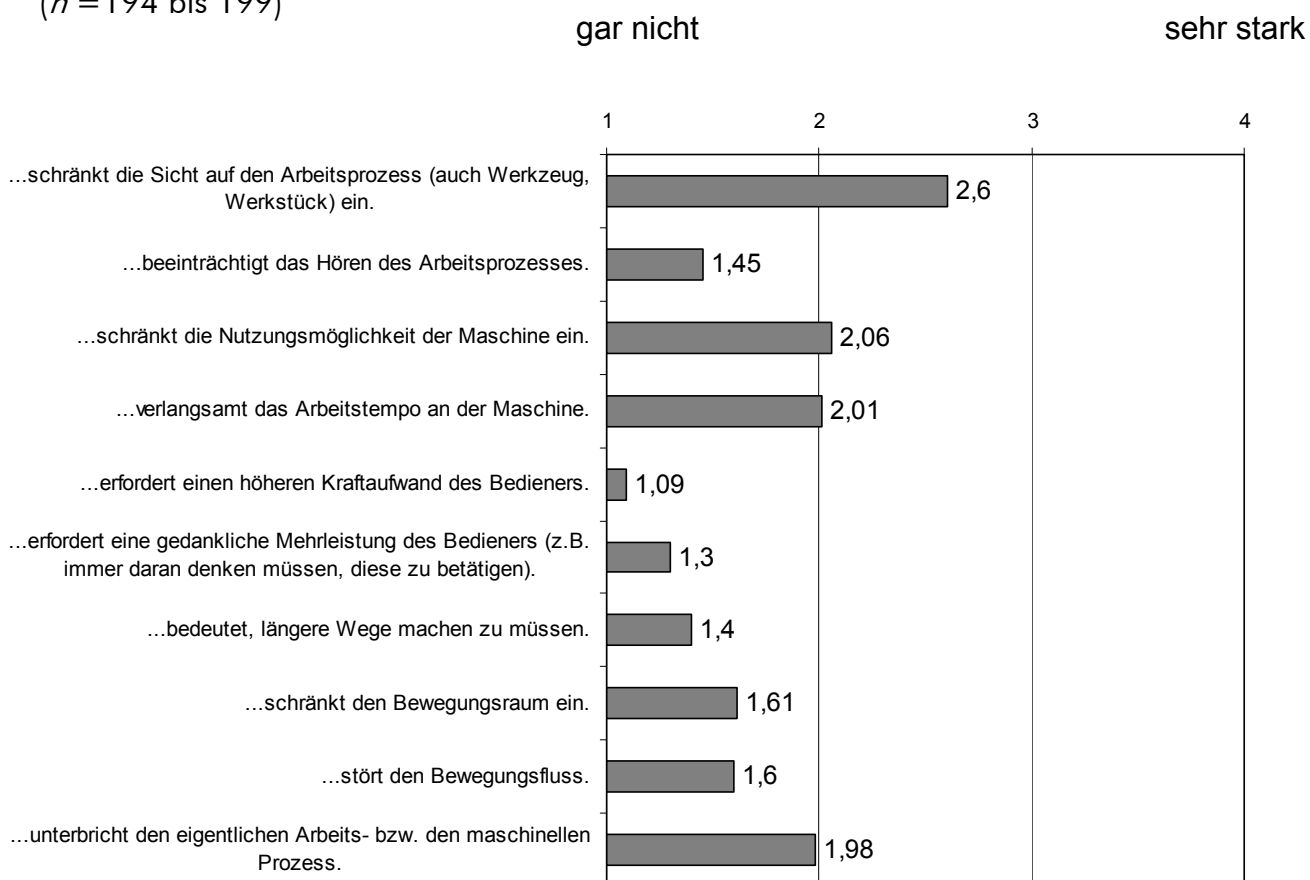
89 Fragenkomplexe sind folglich unter Mitwirkung von Betriebsmitarbeitern entstanden. Die Aussagen aus diesen 89 Fragebögen bilden die Gruppe der „Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen“ ausgefüllt wurden.



Anhang C: Ergebnisse der speziellen Befragung

Die Schutzeinrichtung ...

(n = 194 bis 199)



Die Schutzeinrichtung ...	ja	nein	keine Angabe
... ist neuartig und erfordert ein Umlernen von Gewohnheiten.	23 (12,1 %)	160 (82,4 %)	10 (5,5 %)
... ist ohne großen Aufwand außer Kraft zu setzen.	145 (74,2 %)	35 (18,1 %)	15 (7,7 %)
... ist nachträglich angebracht worden.	13 (6,7 %)	171 (87,7 %)	11 (5,6 %)



Beantwortung der vorhergehenden Fragekomplexe ...

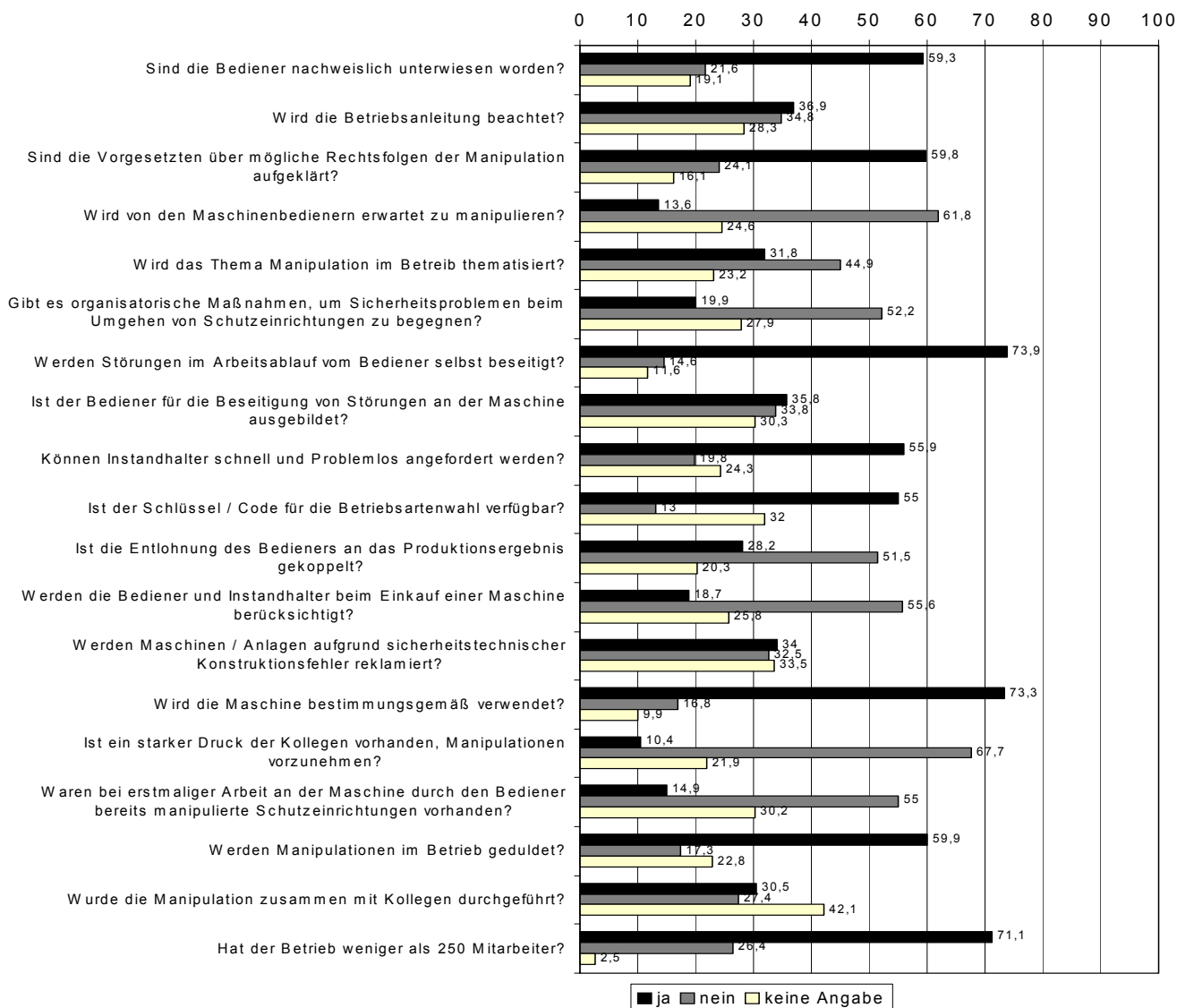
Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes durch							
Aufsichtsperson	162	FASi	21	Dritten	9	keine Angabe	10
davon		davon		davon			
mit FASi	29			mit FASi	0		
mit Bediener	49	mit Bediener	6	mit Bediener	9		
mit Drittem	19	mit Drittem	1	mit Drittem	1		

Fett markiert ist jeweils die Anzahl an Fragebögen, bei deren Beantwortung Mitarbeiter des Betreibers involviert waren.

107 Fragenkomplexe sind folglich unter Mitwirkung von Betriebsmitarbeitern entstanden. Die Aussagen aus diesen 107 Fragebögen bilden die Gruppe der „Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen“ ausgefüllt wurden.



Betriebliche Merkmale:



Anmerkung zum vorhergehenden Fragekomplex:

Die Auswertung der Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen ausgefüllt wurden, ergibt, dass die Bediener/Instandhalter beim Einkauf der Maschinen signifikant proportional häufiger berücksichtigt werden als es die Auswertung der Fragebögen ohne Beteiligung von Betriebsangehörigen zeigt.



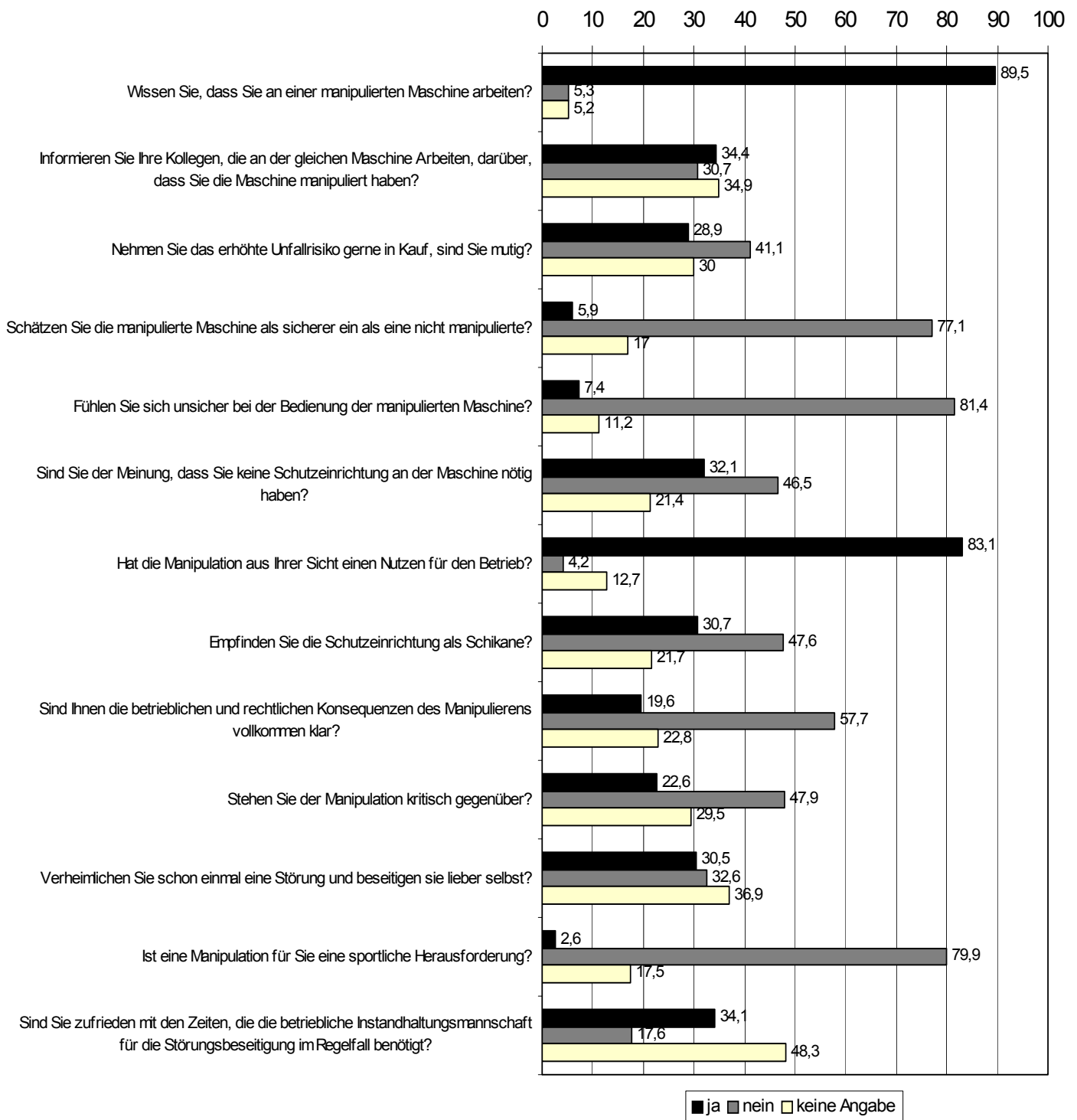
Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes durch							
Aufsichtsperson	163	FASi	15	Dritten	12	keine Angabe	12
davon		davon		davon			
mit FASi	30			mit FASi	0		
mit Bediener	45	mit Bediener	5	mit Bediener	5		
mit Drittem	21	mit Drittem	1	mit Drittem	1		

Fett markiert ist jeweils die Anzahl von Fragebögen, bei deren Beantwortung Mitarbeiter des Betreibers involviert waren.

95 Fragenkomplexe sind folglich unter Mitwirkung von Betriebsmitarbeitern entstanden. Die Aussagen aus diesen 95 Fragebögen bilden die Gruppe der „Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen“ ausgefüllt wurden.



Maschinenbediener:





Anmerkungen zum vorigen Fragenkomplex:

Es ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen Befragungen, die mithilfe von Betriebsangehörigen und denen, die ohne Mithilfe von Betriebsangehörigen durchgeführt wurden, bei folgenden Fragen:

- Fühlen Sie sich unsicher bei der Bedienung der manipulierten Maschine?
- Sind Ihnen die betrieblichen und rechtlichen Konsequenzen des Manipulierens vollkommen klar?
- Stehen Sie der Manipulation kritisch gegenüber?

In allen drei Fällen wird bei den Fragebögen, die unter Mitwirkung der Betriebsangehörigen ausgefüllt wurden, proportional häufiger mit „ja“ geantwortet.



Gefährdungseinschätzung (gerichtet an den Bediener):

(n = 178)

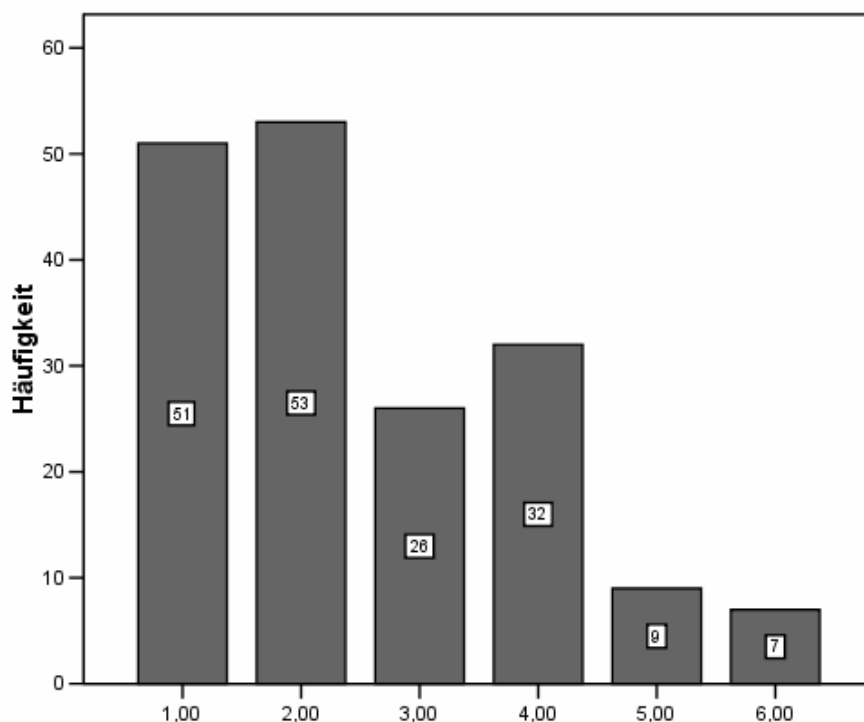
Wie hoch schätzen Sie die durch die Manipulation hervorgerufene Gefährdung ein?

sehr niedrig ()—()—()—()—()—() sehr hoch

(keine oder sehr leichte Verletzung, vollständige Herstellung der Arbeitskraft ohne Folgeschäden)

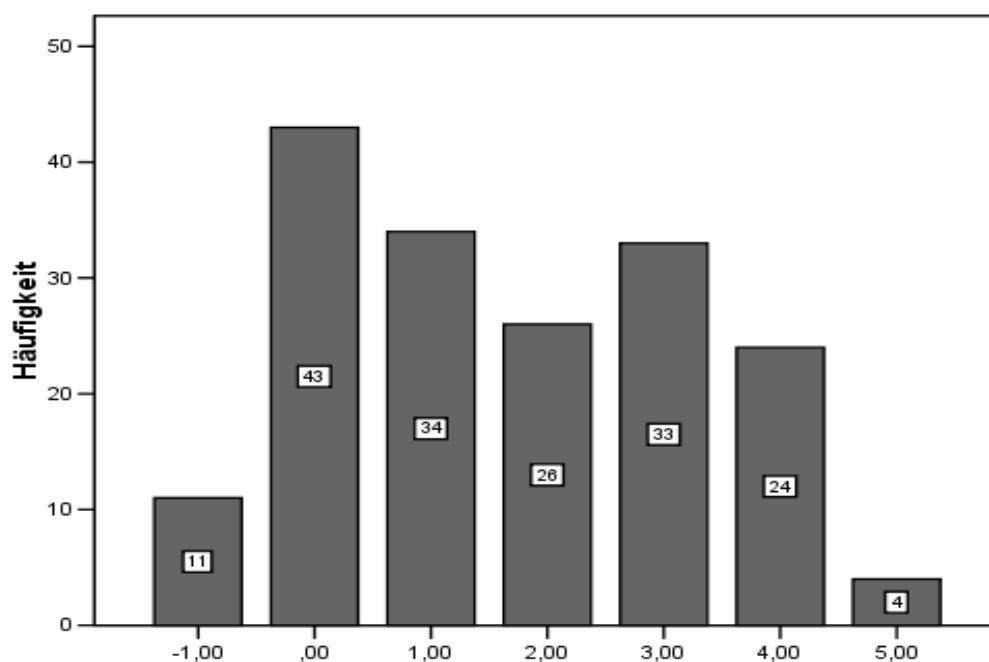
(Tod oder dauerhafte Behinderung)

Mittelwert 2,53 (1 = sehr niedrig, 6 = sehr hoch), keine signifikanten Unterschiede zwischen Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen und denen, die ohne Betriebsangehörige ausgefüllt wurden.



**Differenz der Gefährdungseinschätzungen (Technische Aufsichtsperson vs. Bediener)**

Hier wurde die Differenz der jeweiligen Gefährdungseinschätzungen durch Technische Aufsichtspersonen und Bediener gebildet. Je höher der Wert, desto größer ist der Unterschied in der Gefährdungsbeurteilung zwischen der Expertengruppe der Technischen Aufsichtspersonen und den Bedienern.

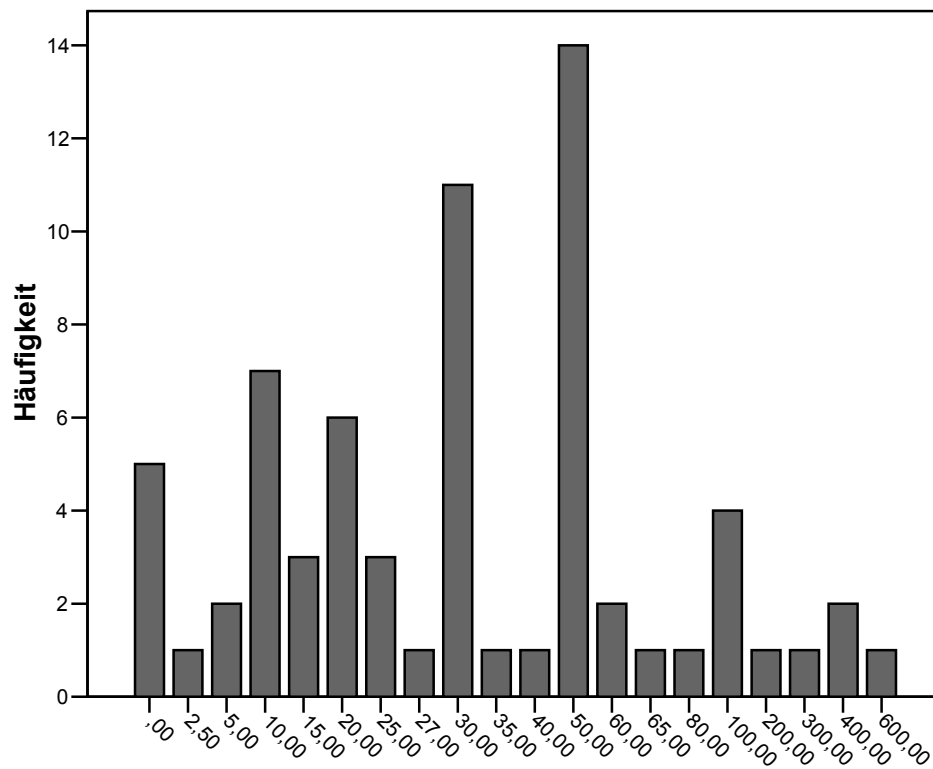


11 Bediener ($n = 178$) schätzen die Gefährdung durch die Manipulation höher ein als die Technischen Aufsichtspersonen. In 43 Fällen liegt eine gleiche Einschätzung der Gefährdung vor, in 121 Fällen unterschätzen die Bediener die Gefährdung.



Um wie viel Prozent würde eine Störungsbeseitigung ohne Manipulation in etwa länger dauern als eine mit Manipulation?

($n = 68$)

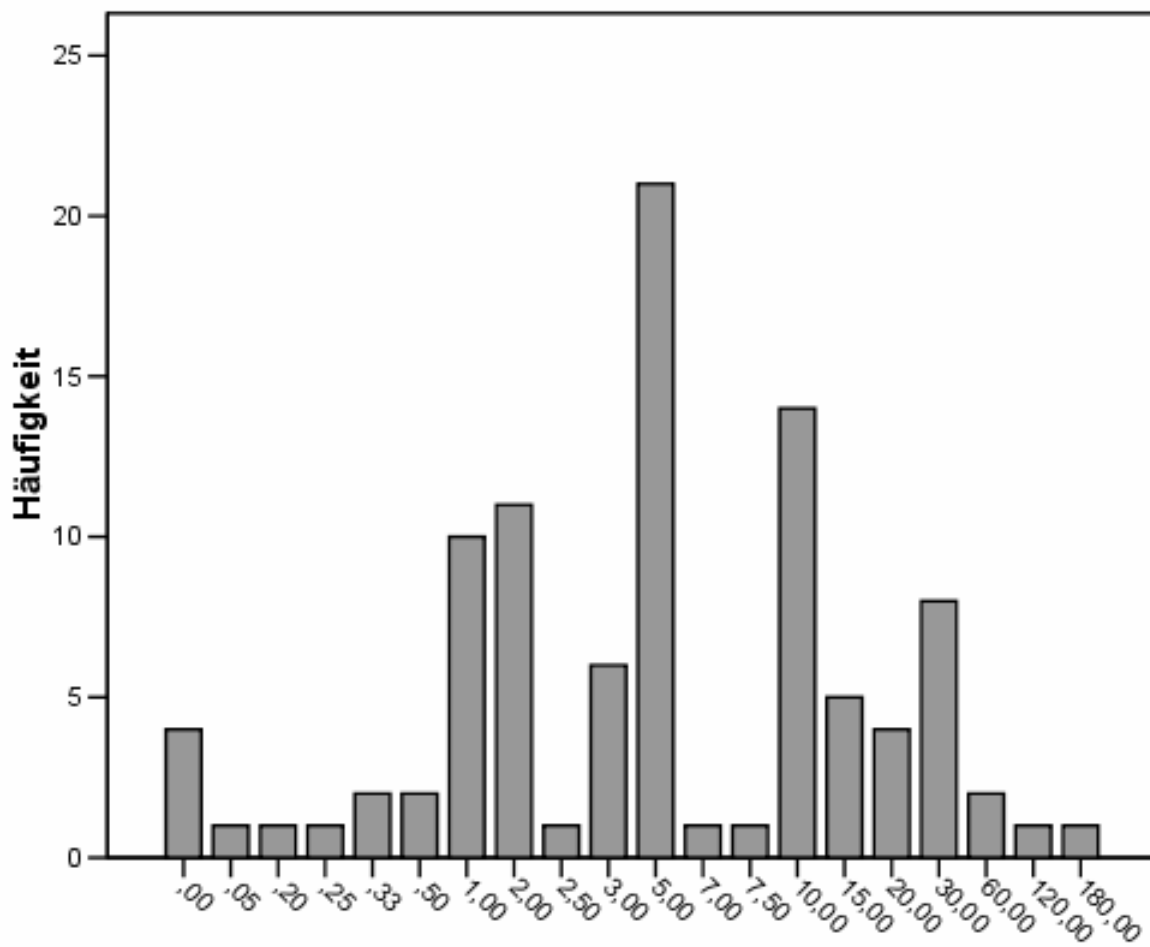


Mittelwert: 59,11 %



Wie viel Zeit haben Sie bzw. der Manipulierende für die Manipulation benötigt?

($n = 97$)



Mittelwert: 11,64 Minuten



Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes durch								
Bediener	70	TAP	96	FASi	9	Dritten	7	k.A.
								20
davon		davon		davon		davon		
mit FASi	9	mit FASi	11	mit Bediener	3	mit FASi	0	
mit TAP	44	mit Bediener	22	mit TAP	0	mit Bediener	4	
mit Drittem	7	mit Drittem	3	mit Drittem	0	mit TAP	1	
						mit Drittem	0	

TAP = Technische Aufsichtsperson

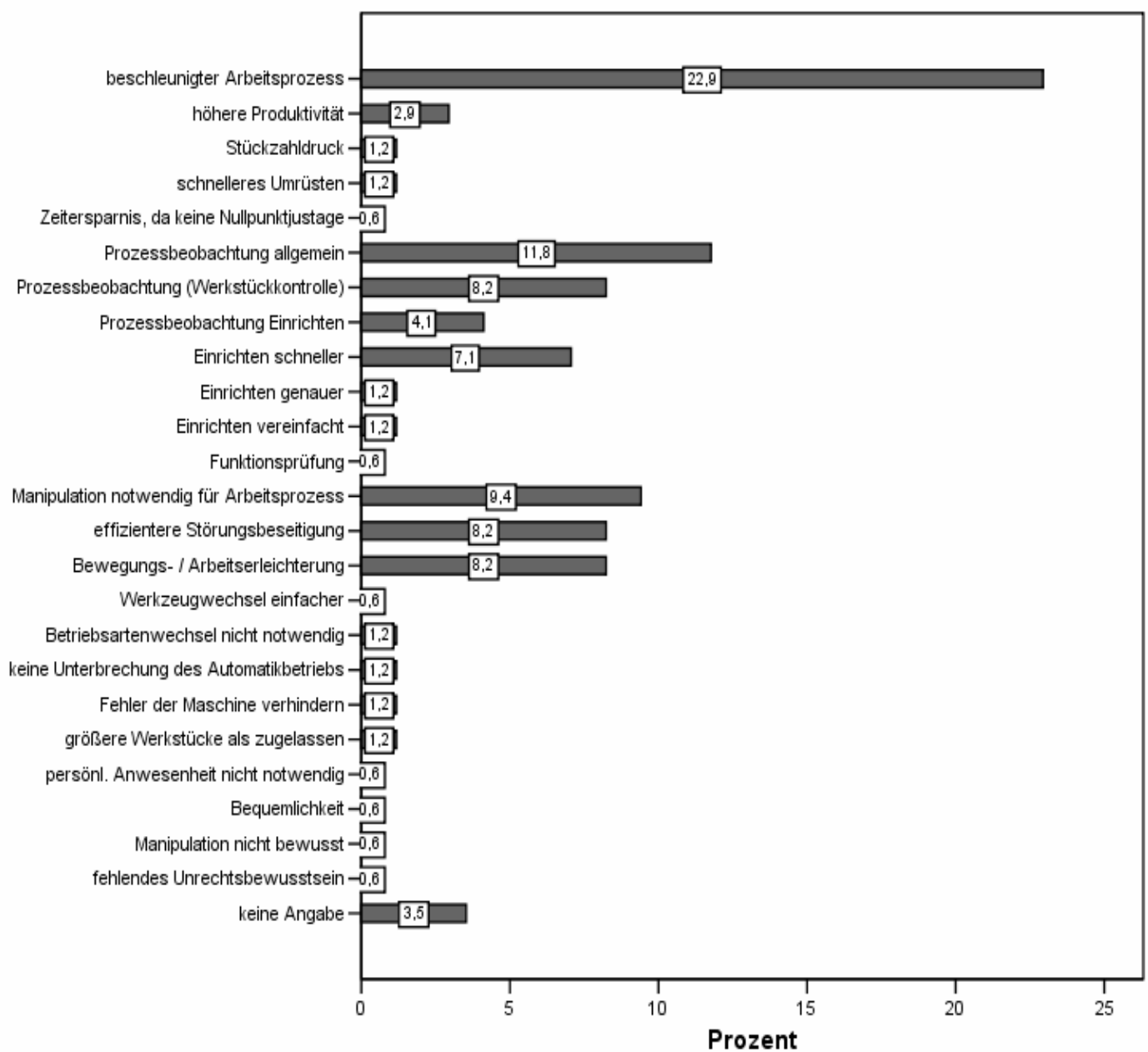
Fett markiert ist jeweils die Anzahl von Fragebögen, bei deren Beantwortung Mitarbeiter des Betreibers involviert waren.

117 Fragenkomplexe sind folglich unter Mitwirkung von Betriebsmitarbeitern entstanden. Die Aussagen aus diesen 117 Fragebögen bilden die Gruppe der „Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen“ ausgefüllt wurden.



Welchen konkreten Nutzen hat für Sie die Manipulation?

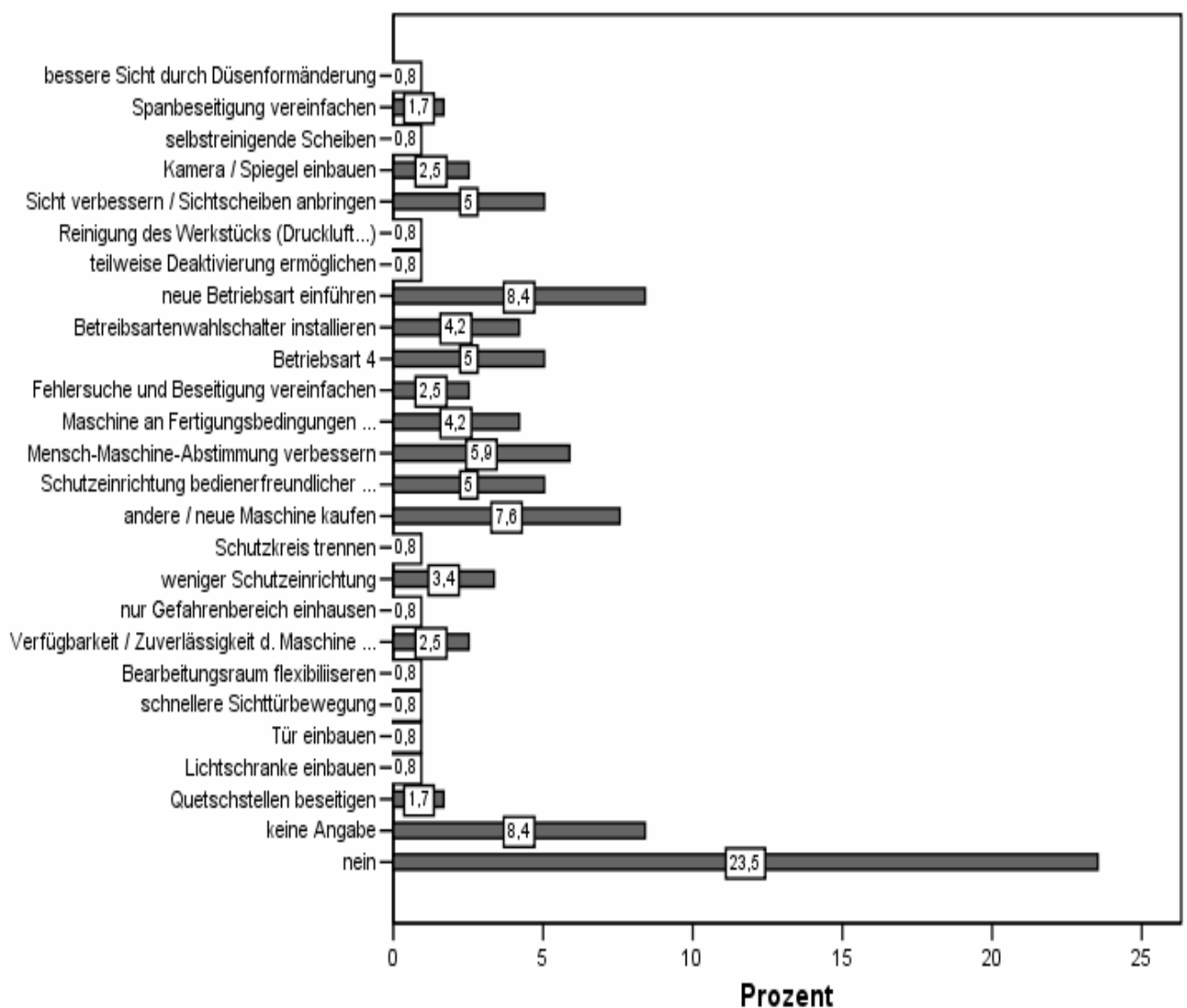
(n = 170)





Haben Sie eine Idee, was an der Maschine geändert werden sollte, damit der Wunsch zu manipulieren gar nicht erst entsteht?

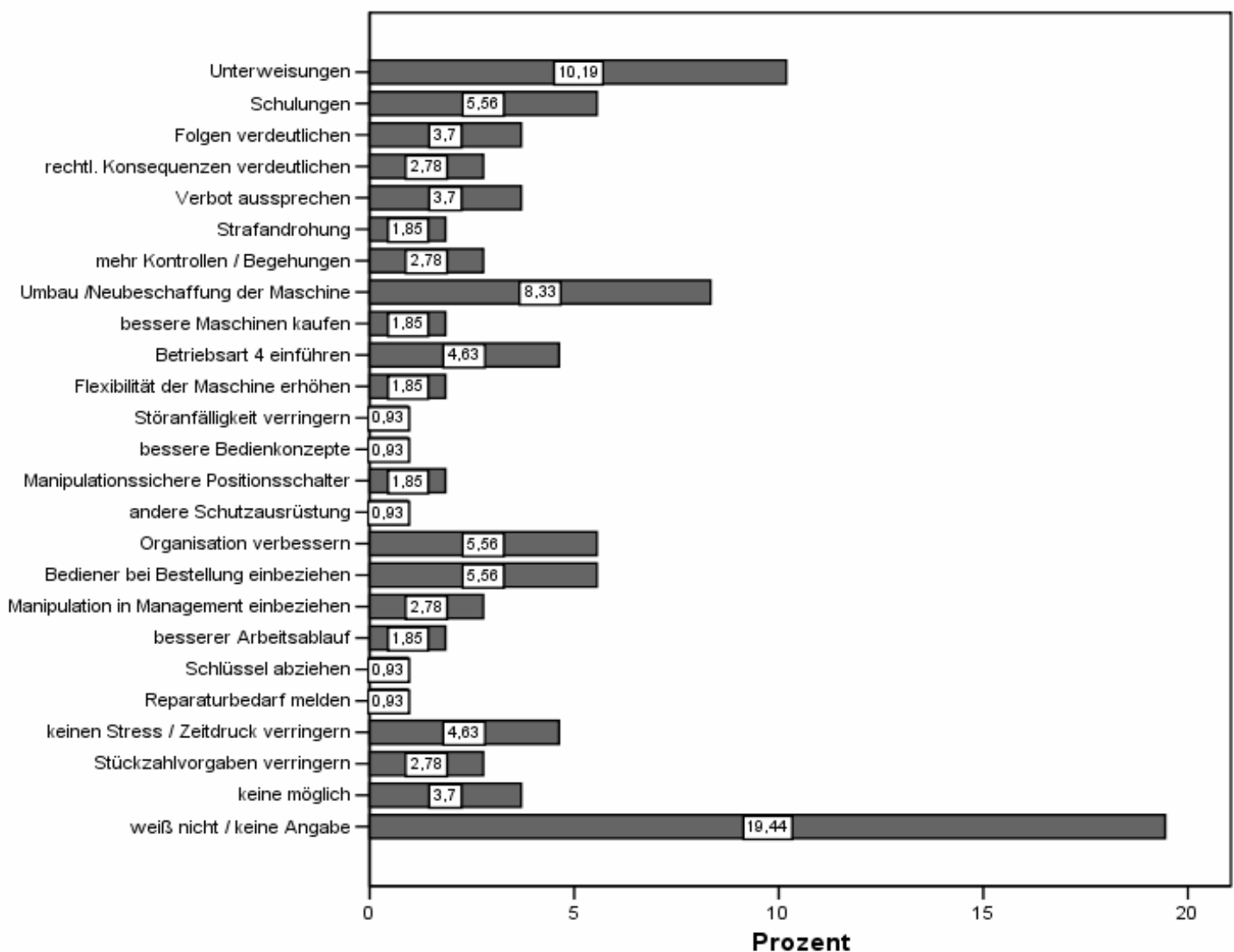
(n = 119)





Welche betrieblichen Maßnahmen müssten ergriffen werden, um Manipulationen vorzubeugen?

(n = 108)





Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes durch								
Bediener	71	TAP	87	FASi	13	Dritten	5	k.A.
								26
davon		davon		davon		davon		
mit FASi	10	mit FASi	9	mit Bediener	3	mit FASi	0	
mit TAP	40	mit Bediener	20	mit TAP	0	mit Bediener	2	
mit Drittem	10	mit Drittem	3	mit Drittem	1	mit TAP	0	
						mit Drittem	0	

TAP = Technische Aufsichtsperson

Fett markiert ist jeweils die Anzahl von Fragebögen, bei deren Beantwortung Mitarbeiter des Betreibers involviert waren.

115 Fragenkomplexe sind folglich unter Mitwirkung von Betriebsmitarbeitern entstanden.



Anhang D:
Fachausschuss Informationsblatt Nr. 2 –
Prozessbeobachtung in der Fertigung

Dieses Informationsblatt auf den Seiten 200 bis 204 kann auch auf den Internetseiten des Fachausschuss Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau unter der Adresse <http://www.bgmetallsued.de/downloads/002-MFS-UMB-PRE-02-03.pdf> heruntergeladen werden.



Prozessbeobachtung in der Fertigung

Ausgabe 02/03

Richtlinien und Normen

Die Anforderungen an die Arbeitssicherheit von Maschinen und maschinellen Anlagen werden durch europaweit geltende Richtlinien und Normen bestimmt. Insbesondere bei automatischen Maschinen existiert aufgrund des komplexen Fertigungsablaufs ein höheres Gefährdungsrisiko als bei manuell gesteuerten Maschinen. Dem tragen die Anforderungen der Richtlinien und Normen im Allgemeinen dadurch Rechnung, dass die Arbeitsräume für Maschinen und Bediener bei automatischen Maschinen durch Schutzeinrichtungen getrennt sind. In nur wenigen Ausnahmen, wie zum Beispiel beim Einrichten oder bei manuellem Betrieb wird dem Bediener gestattet, bei geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen mit ersatzweise wirksamen Sicherheitseinrichtungen den Prozess zu beobachten, z. B. unter Verwendung eines Zustimmungsschalters. Die Beobachtung eines automatischen Ablaufs ist nach den meisten Normen nicht gestattet.

Diese Vorgehensweise ist auch für den größten Teil der Maschinen richtig und ausreichend, wird doch so ein Höchstmass an Sicherheit für die Benutzer erreicht. Bei bestimmten Fertigungsabläufen hat es sich aber gezeigt, dass es u.U. nicht genügt, nur Abläufe wie das Einrichten oder den manuellen Betrieb zu beobachten, sondern es ist zum Teil erforderlich, auch einen automatischen Prozess zeitweise zu beobachten. Dies ist besonders dann der Fall, wenn Werkstücke und Materialien in Einzelfertigung bearbeitet werden. Abweichungen vom vorbestimmten Ablauf können so erkannt werden und durch gezielte Eingaben an der Steuerung kann der Prozess optimiert werden.

Werkzeugmaschinen

Bei Bearbeitungszentren kann es in der Einzelteilfertigung notwendig sein, dass der Bediener z. B. aus der Nähe einen verdeckten Schnitt am Werkstück oder das Auffinden des Nullpunktes an geometrisch komplexen Werkstücken bei aufgehobener Schutzwirkung von Schutzeinrichtungen beobachten muss (Abbildung 1).

Dabei kommen zunächst soweit möglich die nach der Norm DIN EN 12417 vorgegeben Betriebsarten Einrichten (Betriebsart 2) und Manueller Eingriff (Betriebsart 3) mit den entsprechenden Geschwindigkeitsvorgaben

und Sicherheitseinrichtungen zur Anwendung. Darüber hinaus ist es möglich, dass für bestimmte Abläufe z. B. die Geschwindigkeitsvorgaben der Norm nicht ausreichen oder der Gebrauch des Zustimmungsschalters über einen längeren Zeitraum aus ergonomischen Gründen nicht umsetzbar ist. Ein Loslassen des Zustimmungsschalters kann zu erheblichem Schaden an Material und/oder Maschine führen. In diesem Fall ist es erforderlich, eine weitere Betriebsart vorzusehen. Die Prinzipien zur Auslegung einer solchen weiteren Betriebsart sind in einem Ablaufdiagramm sowie in neun Kriterien dargestellt (Anhang I).



Abbildung 1: Prozessbeobachtung bei Einzelfertigung auf einem Bearbeitungszentrum. Im 1/100mm – Bereich sind Störkanten zu glätten, wobei eine Kollisionsgefahr an Werkstückkonturen besteht.

Im Kern geht es bei der zusätzlichen Betriebsart darum, nach erfolgtem Nachweis der „Unvermeidbarkeit“ einer solchen Betriebsart ein aus technischen Schutzmaßnahmen und Verhaltensanforderungen bestehendes Sicherheitspaket zusammenzustellen, das dem Bediener einen nach dem Stand der Technik größtmöglichen Schutz bietet. Dies lässt auch die Maschinenrichtlinie im Anhang I Vorbemerkung Nr. 2 ausdrücklich zu. Die technischen Sicherheitsmaßnahmen sollten so ausgeführt sein, dass auch einem vorhersehbarer Missbrauch vorgebeugt wird. Zum Beispiel sollte durch Einschränkung von Geschwindigkeiten und Verfahrenswegen sowie Abschaltung des für die zusätzliche Betriebsart unnötiger Bewegungen, z. B.



Werkzeugwechsler, Drehachse einem Dauerbetrieb bei geöffneten Türen entgegen gewirkt werden.

Industrieroboter

Für Industrieroboter gilt DIN EN 775. Die Vorgaben hinsichtlich der Beobachtung von Prozessen sind denen bei Werkzeugmaschinen ähnlich. Zwar existiert zur Programmüberprüfung eine Betriebsart, bei der der Automatikbetrieb beobachtet werden kann, jedoch auch nur unter Verwendung eines Zustimmungsschalters.



Abbildung 2: Prozessbeobachtung und Optimierung beim Auftragschweißen mit Robotern

Im Beispiel nach Abbildung 2 werden im Auftragschweißverfahren hochwertige Teile mit Robotern aufgearbeitet. Der Plasma-Schweißprozess muss von Zeit zu Zeit aus der Nähe beobachtet werden, um die Schweißparameter zu optimieren. Die Verwendung eines Zustimmungsschalters ist wie in obigem Beispiel aus ergonomischen Gründen nicht umsetzbar. Der Zustimmungsschalter kann nur über einen gewissen Zeitraum betätigt werden. Auch in diesem Fall kommen vorrangig alle nach DIN EN 775 vorgesehene Betriebsarten mit den zugeordneten Sicherheitsmaßnahmen zur Anwendung. Für den Fall der Prozessbeobachtung muss eine zusätzliche Betriebsart vorgesehen werden.

Verantwortungsvolles Handeln

Im Rahmen dieses Beitrags können die Maßnahmen für die zusätzliche Betriebsart „Prozessbeobachtung“ nicht im einzelnen und nicht vollständig bestimmt werden. Dies ist aufgrund der Vielzahl von Situationen, die eine solche Betriebsart erfordern, nicht möglich. Die im Ablaufdiagramm und in den neun Kriterien angegebenen Merkmale sind Anregungen für ein verantwortungsvolles Herangehen, wenn der Hersteller aufgrund der von ihm gemäß EN 292-1 und EN 1050 vorgenommenen Gefahrenanalyse erkennt, dass für die bestimmungsgemäße Verwendung die nach den Richtlinien und Normen vorgegebenen konstruktiven Maßnahmen sowie Maßnahmen durch trennende Schutzeinrichtungen zur Risikominderung nicht vollständig angewendet werden können. Diese Vorgehensweise muss in intensivem Kontakt mit dem zukünftigen Betreiber stattfinden, um insbesondere auch die Verhaltensanforderungen an das Bedienpersonal richtig analysieren und umsetzen zu können. Keinesfalls darf eine Überbrückung der Schutzeinrichtungen erfolgen ohne zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen, auch nicht mit versteckt angebrachten Schlüsselschaltern!

Zusammenfassung

Besondere Bearbeitungsgänge, wie z.B. die Bearbeitung an verdeckten Konturen oder eine Prozessbeobachtung bei komplexen Werkstückgeometrien an Metallbearbeitungsmaschinen erfordern u.U. zusätzlich zu den in Europäischen Normen vorgesehenen Betriebsarten eine weitere Betriebsart, die eine zeitweise Beobachtung eines automatischen Prozesses bei geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen unter Anwendung zusätzlicher Sicherheitsmaßnahmen zulässt. Mit dem Ablaufdiagramm und den Neun Kriterien zur zusätzlichen Betriebsart Prozessbeobachtung wird ein mögliches Konzept aufgezeigt, damit Maschinen verantwortungsvoll konform mit den Europäischen Richtlinien gestaltet werden können. Es ist vorgesehen, diese Vorgehensweise schrittweise in die Normung einzuspeisen.

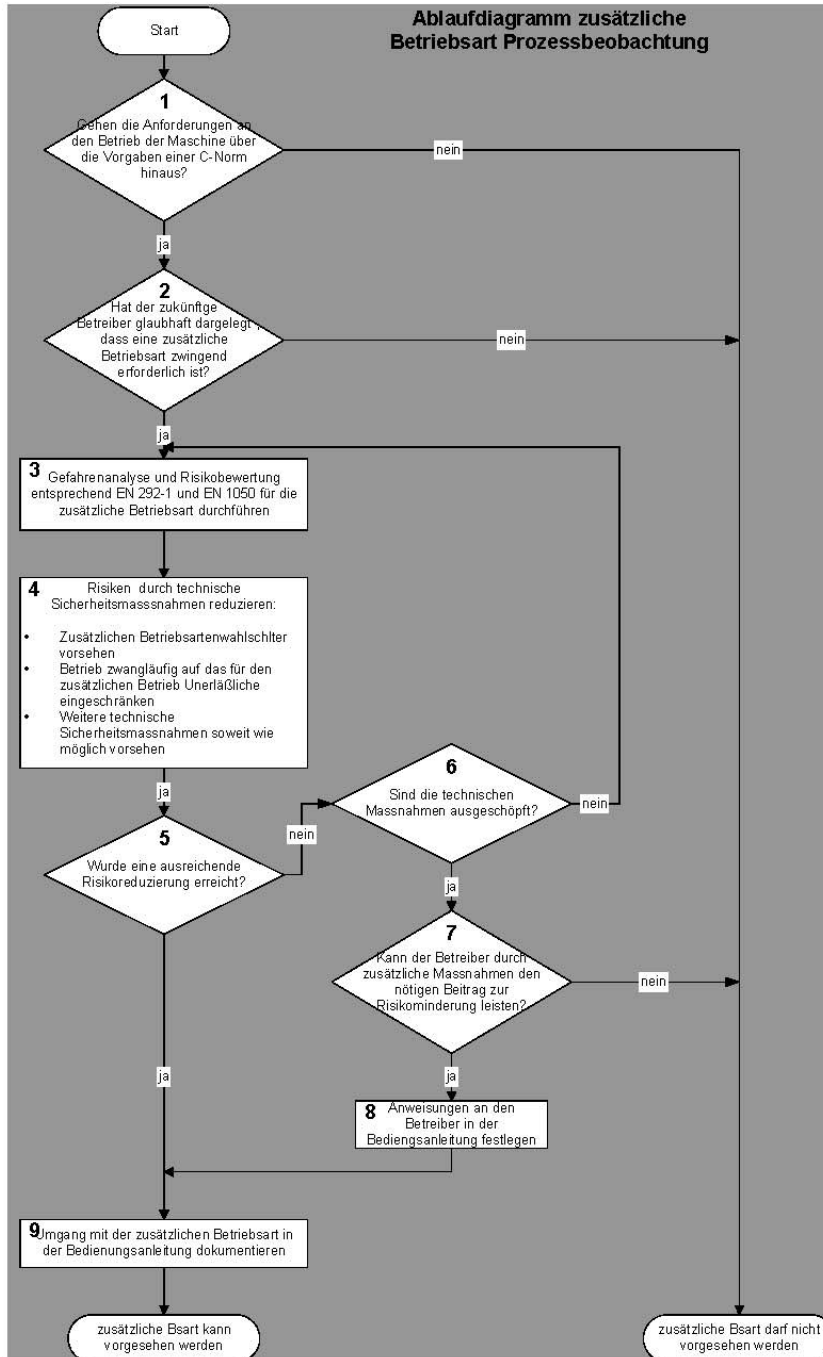
Literatur:

¹ Richtlinie 98/37/EG (Maschinenrichtlinie). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 207.



Anhang I

Ablaufdiagramm und 9 Kriterien zur zusätzlichen Betriebsart Prozessbeobachtung





Neun Kriterien zur zusätzlichen Betriebsart "Prozessbeobachtung"

(die Nummerierung der Kriterien entspricht den Schritten im Ablaufdiagramm)

- 1) Stadium der Kundenanfrage, „näher“ an den Bearbeitungsprozess heranzukommen. Ist der Bearbeitungsprozess mit den in der zutreffenden C-Norm beschriebenen Betriebsarten zu steuern? Können zusätzliche Systeme, wie z.B. Videokamera oder Körperschallaufnehmer weiterhelfen?
- 2) Haben weitergehende Konsultationen mit dem zukünftigen Betreiber stattgefunden? Konnte der Betreiber überzeugend darlegen, dass speziell für die vorgesehene Produktion eine weitere Betriebsart nach dem Stand der Technik unausweichlich ist z.B. wegen:
 - Fertigung von Gussrohtteilen mit stark schwankenden Toleranzen
 - Bearbeitung an verdeckten Konturen
 - Spanabnahme im 1/100mm-Bereich
 - Korrektur von Schweißparametern beim Auftragsschweißen mit Robotern
 - Überdrehen langer Wellen mit Oberflächenfehlern (Druckstellen, Riefen, Anbackungen) bei möglichst geringer Spantiefe

Wurden die Ergebnisse der Beratungen und insbesondere die Gründe für die weitere Betriebsart dokumentiert? Bleibt die Nutzung der zusätzlichen Betriebsart gegenüber dem Normalbetrieb auf ein notwendiges Maß im Rahm des bestimmungsgemäßen Betriebes beschränkt.

- 3) Die „bestimmungsgemäße Verwendung“ der Maschine unter Verwendung der Zusätzlichen Betriebsart ist genau zu formulieren und in die Technische Dokumentation aufzunehmen. Bei der Gefahrenanalyse und Risikobewertung ist auf die besonderen Bedingungen (Mensch nah am Prozess) einzugehen. Hierbei müssen die durch den zusätzlichen Betrieb hinzukommenden Gefährdungen identifiziert und bewertet werden. In der Gefahrenanalyse der Maschine oder in einer zusätzlichen Gefahrenanalyse (bei Umbau) welche beim Hersteller aufzubewahren sind ist auf die zusätzliche Betriebsart einzugehen.
- 4) Die höchste Priorität bei der Risikominderung hat die Vermeidung der Gefährdung durch konstruktive Maßnahmen. Da dies jedoch nur schwer zu bewerkstelligen ist, kommen insbesondere technische Schutzmaßnahmen zur Risikominderung in Betracht (und weiter soweit erforderlich organisatorische Maßnahmen siehe Schritt 7/8). Die technischen Maßnahmen müssen zum Ziel haben, einerseits die Risiken zu mindern, andererseits aber auch die zusätzliche Betriebsart weitestgehend ausschließlich auf das Nötige einzuschränken um Missbrauch vorzubeugen, z.B. durch:
 - Sichere Begrenzung der technologisch maximal notwendigen Geschwindigkeiten und Fahrwege
 - Manueller Spindelstart nach Spindelstillstand
 - Sichere Abschaltung derjenigen gefahrbringenden Bewegungen/Achsen, die für diese Betriebsart nicht benötigt werden
 - Kein automatischer Werkzeugwechsel
 - Kein Palettenwechsel
 - Kein Kühlschmierstoff mit Hochdruck
 - Kein Betrieb eines offenen Späneförderers
 - Manuelle Quittierung der Kühlmittelfreigabe (Augenverletzung)
 - Leichte Erreichbarkeit von Einrichtungen zum Stillsetzen im Notfall (Not-Aus)
 - Separater Schlüsselschalter oder gleichwertige sichere Wahlmöglichkeit
- 5) Wenn durch die technischen Maßnahmen eine ausreichende Risikoreduzierung erreicht wurde, kann die weitere Betriebsart vorgesehen werden.
- 6) Der iterative Prozess ist fortzusetzen, bis die technischen Maßnahmen ausgeschöpft sind
- 7) Ergibt die unter Punkt 5 erstellte Risikobewertung, dass das Restrisiko nicht akzeptabel ist, so ist zu prüfen, ob der zukünftige Betreiber durch zusätzliche Maßnahmen den nötigen Beitrag zur Risikominderung leisten kann wie z.B.:
 - Besondere Qualifizierung der Mitarbeiter
 - Regelmäßige Unterweisungen (schriftlicher Nachweis)
 - Persönliche Schutzausrüstungen, z.B. Schutzbrille, Schutzschuhe
 - Anbringen einer Betriebsanweisung zur zusätzlichen Betriebsart an der Maschine



Kann der Betreiber dies nicht, so darf für die Maschine keine zusätzliche Betriebsart vorgesehen werden. Hierzu siehe §6 Arbeitsmittelbenutzungsverordnung/ Richtlinie 89/655/EWG)

- 8) Ist der Betreiber in der Lage, durch seine zusätzlichen Maßnahmen einen entsprechenden Beitrag zu leisten, so werden diese Maßnahmen in Abstimmung zwischen Hersteller und Betreiber dokumentiert und als Anforderung in die Bedienungsanleitung aufgenommen.
- 9) Abschließend werden sämtliche mit der zusätzliche Betriebsart in Zusammenhang stehenden Informationen in der Bedienungsanleitung dokumentiert:
 - Bestimmungsgemäße Verwendung
 - Vorhersehbarer Missbrauch
 - Bedienungs- und Funktionsbeschreibung
 - Maßnahmen durch den Betreiber entsprechend Schritt 7/8
 - Sonstige Anforderungen hinsichtlich Wartung und Kontrolle