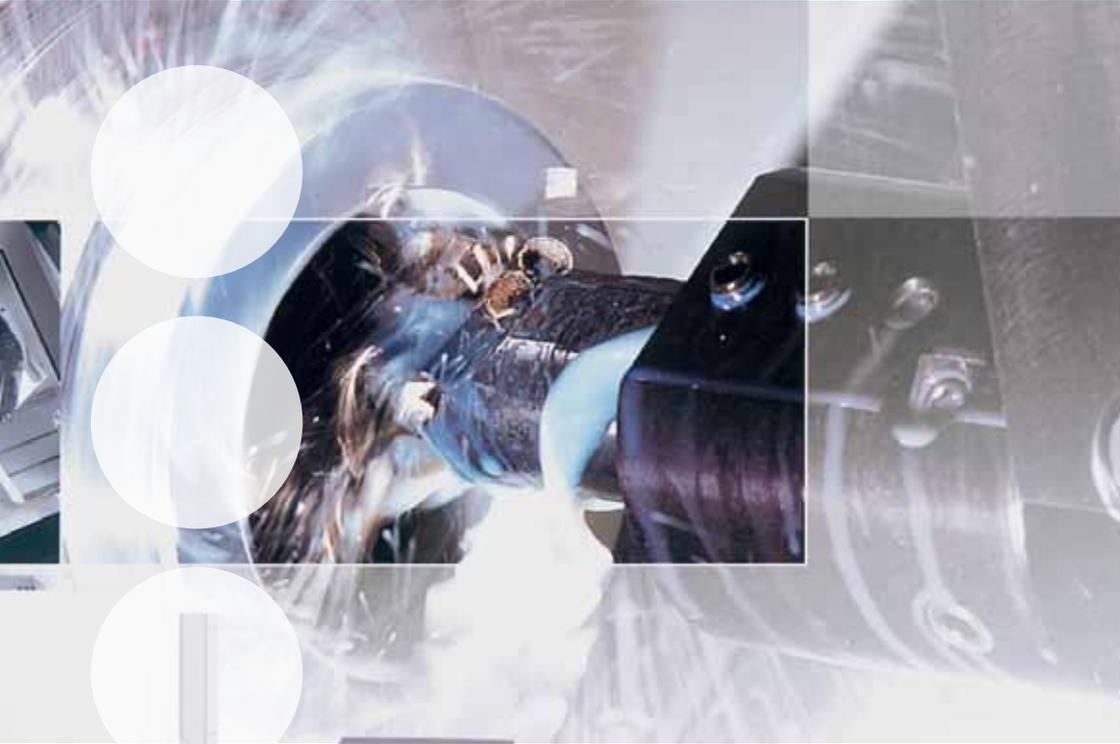


5003

BGI 5003



BG-Information

Maschinen der Zerspanung

Impressum

Herausgeber

Berufsgenossenschaft Holz und Metall
Wilhelm-Theodor-Römheld Straße 15
55130 Mainz

Telefon: 0800 9990080-0
Fax: 06131 802-20800
E-Mail: servicehotline@bghm.de
Internet: www.bghm.de

Servicehotline bei Fragen zum Arbeitsschutz: 0800 9990080-2
Medien Online: bestellung@bghm.de

Sachgebiet/Fachbereich:
Holz und Metall

Autoren:
Alois Hüning
Wieland Link
Frank Pfaffinger
Christoph Preuße
Dieter Schilling

Ausgabe: November 2012

**Alois Hüning
Wieland Link
Frank Pfaffinger
Christoph Preuße
Dieter Schilling**

Maschinen der Zerspanung

BGI 5003

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 3. Auflage	7
1 Allgemeine Rechtsgrundlagen.....	9
1.1 Beschaffenheitsanforderungen.....	10
1.1.1 Neue Maschinen nach EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.....	10
1.1.2 Für den Eigengebrauch hergestellte Maschinen	11
1.1.3 Gebrauchtmaschinen mit und ohne CE-Kennzeichnung	13
1.1.4 Wesentliche Veränderungen von Maschinen und Anlagen.....	13
1.2 Bereitstellung von Maschinen	14
1.2.1 Einkauf neuer Maschinen.....	14
1.2.2 Nachrüstung von Altmaschinen	15
1.3 Benutzungsanforderungen	18
1.4 Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen	20
2 Sicheres Betreiben von Maschinen und Anlagen	21
2.1 Unterschiedliche Anforderungen für Hersteller und Betreiber	21
2.1.1 Arbeitsschutzgesetz.....	22
2.1.2 Durchführung der Gefährdungsbeurteilung	23
2.1.3 Bewertung von Gefährdungen.....	26
2.2 Schutzmaßnahmen durch Hersteller.....	27
2.2.1 Technische Maßnahmen.....	27
2.2.2 Steuerungstechnische Maßnahmen	30
2.3 Schutzmaßnahmen durch Betreiber	30
2.4 Montage und Inbetriebnahme	34
2.4.1 Vorplanung.....	34
2.4.2 Montageanweisungen	35
2.4.3 Hoch gelegener Arbeitsplatz	36
2.4.4 Probeläufe	38
2.4.5 Sicherheitstechnische Abnahme.....	41
2.5 Besondere Gefährdungen und Schutzmaßnahmen beim Betreiben.....	42
2.5.1 Konventionelle Maschinen.....	47
2.5.2 Programmgesteuerte Maschinen	55
2.5.3 Automatisierte Fertigungssysteme	68

2.5.4 Großwerkzeugmaschinen.....	72
2.5.5 High Speed Cutting Maschinen (HSC-Maschinen)	80
2.6 Instandhaltung.....	82
2.7 Demontage	88
3 Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen	89
3.1 Gefährdungen	90
3.1.1 Bearbeitung von Stahl mit nicht wassermischbaren Kühlschmierstoffen.....	90
3.1.2 Bearbeitung von Leichtmetalllegierungen Magnesium (Mg), Aluminium (Al), Titan (Ti) mit nicht wassermischbaren Kühlschmierstoffen	90
3.1.3 Bearbeitung von Stahl oder Leichtmetalllegierungen trocken bzw. mit Minimalmengenschmierung.....	91
3.2 Schutzmaßnahmen	91
3.2.1 Druckentlastungsklappen	91
3.2.2 Löschanlagen	92
4 Einsatz von Kühlschmierstoffen	95
4.1 Allgemeines	95
4.2 Aufgaben der Kühlschmierstoffe	95
4.3 Gesundheitsgefahren durch Kühlschmierstoffe.....	96
4.3.1 Erkrankungen der Haut	96
4.3.2 Erkrankungen der Atemwege oder innerer Organe	97
4.4 Ermittlungspflicht.....	97
4.5 Schutzmaßnahmen	98
4.5.1 Ersatzstoff, Ersatzverfahren	98
4.5.2 Technische Schutzmaßnahmen.....	98
4.5.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen.....	99
4.6 Pflege von Kühlschmierstoffen.....	100
4.7 Maßnahmen nach Prüfung der Kühlschmierstoffe	102
4.8 Maßnahmen zur Gesunderhaltung der Haut.....	103
4.8.1 Hautschutz	103
4.8.2 Hautreinigung	103
4.8.3 Hautpflege	104

4.9	Hautschutzplan.....	105
4.10	Persönliche Arbeitshygiene	105
4.11	Betriebsanweisungen.....	106
5	Ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen an Werkzeugmaschinen	107
5.1	Sicherheitslaufrost	107
5.2	Beleuchtung.....	107
5.3	Hebehilfsmittel	108
6	Betriebsanleitung und Betriebsanweisung	110
6.1	Betriebsanleitung.....	110
6.2	Betriebsanweisung.....	113
7	Unterweisung	117
8	Prüfen von Arbeitsmitteln bzw. Maschinen der Zerspanung	123
8.1	Anwendungsbereich der BetrSichV	125
8.2	Ermittlungspflicht von Prüfungen.....	125
8.3	Durchführung von Prüfungen	125
8.4	Prüfanlässe	125
8.5	Prüfnachweis	126
8.6	Prüfung auf „Augenfällige Mängel“	126
8.7	Neue Prüfkonzepte.....	127
9	Bemerkenswerte Unfälle.....	129
10	Quellennachweis.....	134
	Anhang 1 – Muster – Checkliste für die Überprüfung von Arbeitsmitteln.....	135
	Anhang 2 – Muster – Checkliste für Sicht- und Funktionsprüfungen	140

Vorwort zur 3. Auflage

Diese BG-Information richtet sich vorrangig an die Betreiber bzw. Benutzer von Maschinen der Zerspanung, denen die korrekte Anwendung der europäischen und nationalen Rechtsgrundlagen für sichere Maschinen Schwierigkeiten bereitet.

Werkzeugmaschinen kommen in Produktionsbetrieben und Werkstätten sehr häufig vor. Der sichere Betrieb solcher Maschinen ist deshalb von großer Bedeutung.

Ferner setzt sich der Trend zu einer verstärkten Rationalisierung auch in kleineren und mittelständigen Unternehmen weiter fort. Dazu gehört z. B. die Automatisierung von Be- und Entladevorgängen an Werkzeugmaschinen mit Industrierobotern.

Die Unfälle an stationären Maschinen sind seit 1990 insgesamt von etwa 110 000 auf weniger als die Hälfte im Jahr 2006 gefallen. Auch die schweren und tödlichen Unfälle haben einen historischen Tiefstand erreicht.

Trotzdem haben Arbeitsunfälle mit einem Anteil von etwa 2/3 den größten Teil der gesamten berufsgenossenschaftlichen Aufwendungen für Entschädigungsleistungen in

Höhe von etwa 9,5 Mrd. Euro im Jahr 2009 verursacht. Dabei liegen die Unfälle durch Maschinen und Werkzeuge bei den meldepflichtigen Unfällen mit 25 % an der Spitze. Grund genug, das Thema des Arbeits- und Gesundheitsschutzes weiterhin aktuell zu halten.

Die vorliegende Informationsschrift behandelt die Themen

- allgemeine Rechtsgrundlagen mit Hinweisen zur neuen EG-Maschinenrichtlinie,
- Anforderungen an das sichere Betreiben von Maschinen der spanabhebenden Bearbeitung durch Drehen, Bohren, Fräsen und Sägen,
- automatisierte Fertigungssysteme,
- Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen,
- Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen,
- Gesundheitsschutz beim Einsatz von Kühlschmierstoffen,
- ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen,
- Betriebsanleitungen und -anweisungen,
- Unterweisung der Beschäftigten und
- Prüfen von Werkzeugmaschinen nach der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV).

Die Themen „Schleifen“ und „Hobeln“ werden in dieser BG-Information nicht behandelt, da die BG-Information für Schleifer (BGI 543) bereits vorliegt und die Technologie des Hobelns an Bedeutung verloren hat.

Alle Betriebe sind verpflichtet, die geltenden Sicherheitsbestimmungen anzuwenden.

Die vorliegende BG-Information enthält diesbezüglich viele aktuelle Anregungen, Tipps und Hinweise.

Die Verfasser, Februar 2012

1 Allgemeine Rechtsgrundlagen

Hersteller und Betreiber von Maschinen haben zahlreiche Pflichten. Sie ergeben sich aus verschiedenen Gesetzen, Verordnungen, Vorschriften, Regeln usw.

neuen, zum Teil komplizierten Regelungen zur Verunsicherung und Ratlosigkeit beigetragen.

Hinzu kommen die Richtlinien der Europäischen Union, durch die große Veränderungen eingetreten sind. Insbesondere in kleineren und mittleren Betrieben haben die

Bau und Ausrüstung von Maschinen wurden bis Ende 1992 von den Berufsgenossenschaften mithilfe der Unfallverhütungsvorschriften geregelt. Diese Befugnisse sind Anfang 1993 von den Berufsgenossenschaf-

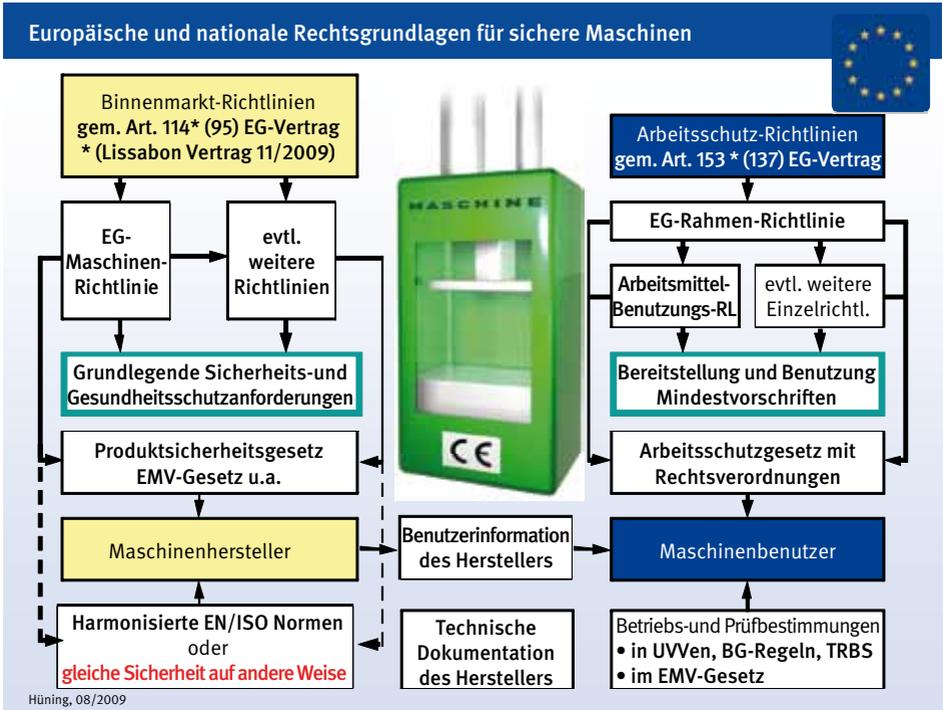


Bild 1-1: Gegenüberstellung der Rechtsgrundlagen für die Herstellung, Bereitstellung und Benutzung von Maschinen

ten auf die Europäische Gemeinschaft übergegangen. Die von der Gemeinschaft herausgegebenen Bestimmungen gelten einheitlich im gesamten Europäischen Wirtschaftsraum (EWR). So genannte Binnenmarktrichtlinien regeln das erstmalige Inverkehrbringen und die Inbetriebnahme auf dem Gebiet der Gemeinschaft. Die in den Binnenmarktrichtlinien festgelegten grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen von hohem Niveau werden durch harmonisierte europäische Normen konkretisiert.

Gemeinsames Ziel von Herstellern und Betreibern ist es, die Mitarbeiter bei der unmittelbaren Benutzung von Maschinen vor Gefahren für Leben und Gesundheit möglichst umfassend und wirksam zu schützen.

Beide Verantwortungsträger haben hierzu entsprechende Beiträge zu liefern.

Die dabei zu beachtenden Rechtsgrundlagen zeigt Bild 1-1 auf Seite 9.

Aus den unterschiedlichen Rechtsgrundlagen für Hersteller und Betreiber ergibt sich:

- Die **Hersteller** sind verpflichtet, nur sichere und gesundheitsgerechte Maschinen auf den Markt zu bringen.
- Die **Betreiber** sind verpflichtet, für die Benutzung geeignete Maschinen auszuwählen und so in den Betrieb zu integrieren,

dass eine sichere und gesundheitsgerechte Benutzung gewährleistet ist.

Hersteller von Maschinen im Sinne der Maschinenrichtlinie ist nicht nur, wer Maschinen für den Markt entwickelt und baut, sondern auch ein Betreiber, der wie ein „Hersteller“ tätig wird, indem er z. B.

- Maschinen miteinander verkettet,
- unvollständige Maschinen komplettiert,
- gelieferte Teile zu einer Maschine zusammenfügt,
- Maschinen für den Eigengebrauch herstellt und
- gebrauchte Maschinen wesentlich verändert.

Die Verpflichtungen der Binnenmarktrichtlinien gelten auch für diejenigen, die Maschinen aus Drittländern in den EWR einführen (Importeure).

1.1 Beschaffenheitsanforderungen

1.1.1 Neue Maschinen nach EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG

Ab **29.12.2009** muss die verbindliche Anwendung der neuen Maschinenrichtlinie in den Mitgliedsstaaten erfolgen. Die Richtlinie gilt für „Maschinen“, „auswechselbare Ausrüstungen“ und „Sicherheitsbauteile“.

Durch die Einbeziehung von „unvollständigen Maschinen“ in die Richtlinienanforderungen wird eine erhebliche Verbesserung erreicht. Für solche unvollständigen bzw. nicht verwendungsfertigen Maschinen gehören zukünftig eine „**Einbauerklärung**“ und eine „Montageanleitung“ zum Lieferumfang.

Weitere neue Regelungen:

- Zusammenfassung aller **Herstellerpflichten** in einem Artikel.
- Anstelle einer „Gefahrenanalyse“ muss der Hersteller einer Maschine zukünftig eine „Risikobeurteilung“ durchführen.
- Für bestimmte Arbeiten erlaubt die Richtlinie z. B. den Betrieb einer Maschine bei geöffneter Schutztüre unter definierten Bedingungen. Dies ermöglicht in begründeten Fällen u. a. die Prozessbeobachtung im Rahmen einer **Sonderbetriebsart**.

Zu den spezifischen Pflichten des Herstellers einer neuen Maschine gehört die Erfüllung der grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen des Anhangs I der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG sowie weiterer Binnenmarkt Richtlinien (z. B. EMV-Richtlinie).

Durch die Konformitätserklärung bescheinigt der Hersteller, dass die gelieferte Maschine nach diesen Beschaffenheitsanforderungen konzipiert und gebaut worden ist sowie die technische Dokumentation nach Anhang VII der Maschinenrichtlinie erstellt wurde.

Teil der technischen Dokumentation ist die Betriebsanleitung. Der Hersteller muss eine umfassende Betriebsanleitung in der Sprache des Verwenderlandes erstellen und zusammen mit der Maschine ausliefern. Durch die Betriebsanleitung nimmt der Hersteller Einfluss auf den bestimmungsgemäßen Gebrauch der Maschine. Nach der Unterzeichnung der Konformitätserklärung ist der Hersteller berechtigt, auf der Maschine die CE-Kennzeichnung anzubringen.

1.1.2 Für den Eigengebrauch hergestellte Maschinen

Gemäß Maschinenrichtlinie 2006/42/EG gelten die Herstellerpflichten auch für diejenigen, der Maschinen, Anlagen oder Sicherheitsbauteile für den Eigengebrauch herstellt. Obwohl hinsichtlich des freien Warenverkehrs keinerlei Probleme entstehen, da eine selbst gebaute Maschine nicht in den Handel gebracht wird, ist die Maschinenrichtlinie anzuwenden, damit das Sicher-



Bild 1-2: Neue Maschine mit CE-Kennzeichnung

1.1.3 Gebrauchsmaschinen mit und ohne CE-Kennzeichnung

Die Maschinenrichtlinie gilt nur für das erstmalige Inverkehrbringen bzw. die **erstmalige** Inbetriebnahme von Maschinen und Anlagen im EWR. Folglich werden im EWR benutzte Maschinen, die ihren Besitzer wechseln, in der Regel nicht vom Geltungsbereich der Maschinenrichtlinie erfasst. Eine europäische Richtlinie für das Inverkehrbringen von Gebrauchsmaschinen gibt es nicht und wird es voraussichtlich nicht geben.

Die Maschinenrichtlinie findet Anwendung auf Gebrauchsmaschinen, wenn

- die Gebrauchsmaschinen wesentlich verändert oder
- sie aus einem Nicht-EWR-Staat importiert und somit innerhalb des EWR **erstmalig** in Verkehr gebracht werden.



Bild 1-6: Gebrauchsmaschine ohne CE

Bei den Gebrauchsmaschinen kann es sich um Altmaschinen (ohne CE-Kennzeichnung) oder um relativ neue Maschinen (mit CE-Kennzeichnung) handeln.

Mit dem Begriff „**Altmaschine**“ werden Gebrauchsmaschinen bezeichnet, die vor dem Inkrafttreten der Maschinenrichtlinie (01.01.1993) oder während der Übergangsphase 1993/1994 nach nationalen Vorschriften hergestellt wurden. Entsprechender Stichtag für die im Jahr 2004 der EU beigetretenen Staaten ist der 1. Mai 2004.

Altmaschinen ohne CE-Kennzeichnung müssen in Deutschland bei der Inbetriebnahme den Unfallverhütungsvorschriften, mindestens aber Anhang 1 der BetrSichV entsprechen.

Wechselt in Deutschland eine neue Maschine mit CE-Kennzeichnung ihren Besitzer, ist gemäß Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) dafür zu sorgen, dass das „**CE-Niveau**“ erhalten bleibt.

1.1.4 Wesentliche Veränderungen von Maschinen und Anlagen

Der Begriff „*wesentliche Veränderung*“ wird in Vorschriften nicht näher erläutert. Es handelt sich hierbei um einen unbestimmten Rechtsbegriff. Er wird aber im Produktsicherheitsgesetz benutzt. Von daher kann die Bedeutung des Begriffes nur aus anderen Rechtsvorschriften und der Rechtsprechung abgeleitet

werden. Hilfreich für eine entsprechende Beurteilung ist ein Interpretationspapier des „Bundesministeriums für Arbeit“ – BMA (heute: „Bundesministerium für Arbeit und Soziales“ – BMAS).

Durch eine wesentliche Veränderung erfährt die Maschine/Anlage eine massive Konzeptionsänderung, die bewirkt, dass die Maschine/Anlage die Anforderungen der Maschinenrichtlinie erfüllen muss. Das gilt auch für Altmaschinen. Man kann davon ausgehen, dass eine wesentliche Veränderung vorliegt, wenn Maßnahmen getroffen werden, durch die in erheblichem Umfang neue oder zusätzliche Gefahren zu erwarten sind. Nach allgemeiner Auffassung kann hierüber nur eine Risikobeurteilung Aufschluss geben. Das Ergebnis der Risikobeurteilung ist zu dokumentieren.

Wesentliche Veränderungen können u. a. sein:

- Änderung der Funktion
- Leistungserhöhung
- Änderung der bestimmungsgemäßen Verwendung

Eine wesentliche Veränderung liegt nicht vor, wenn z. B.

- Maßnahmen getroffen werden, die ausschließlich der Erhaltung des Bestandes dienen,
- Teile einer Maschine gleich oder ähnlich ausgetauscht werden oder

- Veränderungen durchgeführt werden, die ausschließlich dem Zweck dienen, die Sicherheit einer Maschine zu erhöhen.

1.2 Bereitstellung von Maschinen

1.2.1 Einkauf neuer Maschinen

Gemäß § 5 der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV A 1) müssen technische Arbeitsmittel grundsätzlich **schriftlich** bestellt werden. Dem Auftragnehmer sind bei der Bestellung neuer Maschinen die einzuhaltenden europäischen Richtlinien und Normen schriftlich mitzuteilen.

Dieser ist gehalten, die Forderungen in der Auftragsbestätigung zu wiederholen und somit zu bestätigen. Fehlen für eine bestellte Maschine harmonisierte europäische Normen, sollte ein deutscher Besteller den Auftragnehmer verpflichten, die **deutschen** Normen und technischen Spezifikationen zu beachten, die im „*Normenverzeichnis*“ zum Produktsicherheitsgesetz genannt sind (Beispiel: 9. ProdSV – Maschinenverordnung, bedeutet: Teil 9 Verzeichnis 1 und 2).

Die Verpflichtungen schließen ein, dass

- an verwendungsfertigen neuen Maschinen die CE-Kennzeichnung angebracht und eine EG-Konformitätserklärung in deutscher Sprache beigelegt ist,

- eine Betriebsanleitung in deutscher Sprache mitgeliefert wird und
- eine technische Dokumentation für diese Maschine beim Hersteller bereitzuhalten ist.

Für die Bestellung von Gebrauchtmaschinen und verketteten Maschinen sind Sondervereinbarungen zu treffen.



Bild 1-7: Projektablauf bei der Auswahl von Maschinen

1.2.2 Nachrüstung von Altmaschinen

Bereits in Betrieb befindliche Maschinen und Anlagen in Deutschland fallen in den Geltungsbereich der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), die in Deutschland u. a. die EG-Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie in nationales Recht umsetzt. Hierbei handelt es sich um keine Binnenmarktrichtlinie (technische Richtlinie), sondern eine weit gefasste Arbeitsschutzrichtlinie. Sie enthält Mindestvorschriften für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz bei der Benutzung von Arbeitsmitteln aller Art, die auch für Maschinen gelten.

Beschaffenanforderungen für Arbeitsmittel sind im Anhang 1 der BetrSichV aufgeführt. Für die Einhaltung dieser Anforderungen ist also **nicht** der Hersteller oder Importeur verantwortlich, sondern **derjenige**, der die Arbeitsmittel in **seinem Betrieb** bereitstellt (Betreiber).

Nach einem von den berufsgenossenschaftlichen Fachausschüssen durchgeführten Vergleich des berufsgenossenschaftlichen Vorschriftenwerkes mit den Anforderungen der EG-Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie wird in der Bundesrepublik eine Nachrüstung nicht für erforderlich gehalten.



Bild 1-8: Nachrüstungserfordernisse an Maschinen



Bild 1-9: Futterschutzhaube an einer konventionellen Drehmaschine, Beispiel 1



Bild 1-10: Futterschutzhaube an einer konventionellen Drehmaschine, Beispiel 2



Bild 1-11: Futterschutzhaube an einer konventionellen Drehmaschine, Beispiel 3

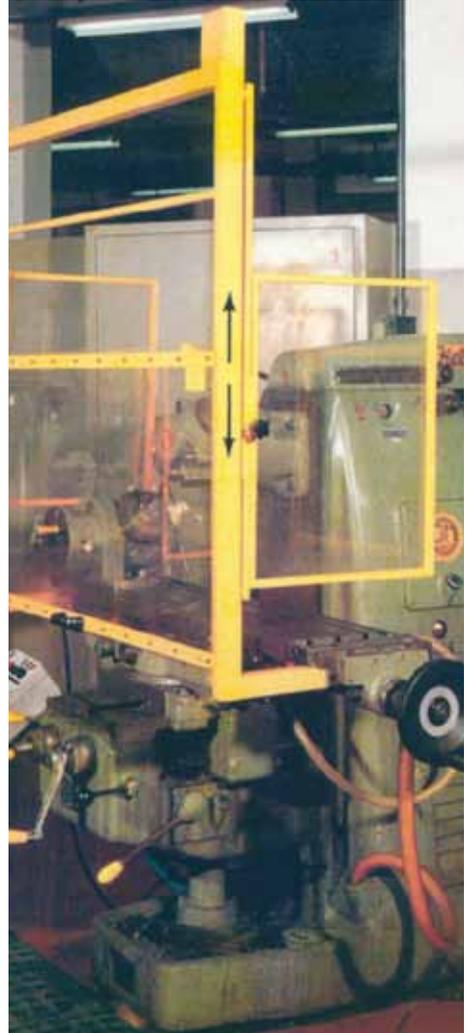


Bild 1-13: Verdeckung an einer konventionellen Fräsmaschine, Beispiel 2



Bild 1-12: Verdeckung an einer konventionellen Fräsmaschine, Beispiel 1

Bei Werkzeugmaschinen (z. B. Drehmaschinen, Fräsmaschinen, Bohrmaschinen, Bearbeitungszentren) besteht das Problem, dass es für Vergleiche keine arbeitsmittelspezifischen Unfallverhütungsvorschriften gibt. Für die Ermittlung des eventuellen Nachrüstungsbedarfes wurde seinerzeit die gefahrenspezifische Unfallverhütungsvorschrift „Kraftbetriebene Arbeitsmittel“ (VBG 5) herangezogen. Hierbei kam der Fachausschuss zu dem Ergebnis, dass Maschinen gemäß VBG 5 keiner Nachrüstung bedürfen. Sollte sich herausstellen, dass Werkzeugmaschinen nicht der Unfallverhütungsvorschrift „Kraftbetriebene Arbeitsmittel“ entsprechen, sind Einzelfallprüfungen erforderlich. Für diese Einzelfallprüfungen können von den BGen erstellte Checklisten (siehe Anhang 1) benutzt werden.

Die Bilder 1-9 bis 1-13 (Seiten 16 und 17) zeigen Beispiele für Nachrüstung an konventionellen Werkzeugmaschinen.

1.3 Benutzungsanforderungen

Zur Erhaltung von Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten bei der Arbeit wird der Unternehmer durch das Arbeitsschutzgesetz verpflichtet, Arbeitsplätze und -verfahren so zu gestalten, dass niemand gefährdet wird. Dazu hat er die erforderlichen Maßnahmen zu treffen, welche die Sicherheit und die Ge-

sundheit der Beschäftigten sicherstellen. Er muss die Wirksamkeit der Maßnahmen überprüfen und erforderlichenfalls anpassen, wobei eine Verbesserung von Sicherheit und Gesundheitsschutz anzustreben ist.

Dabei sind u. a. folgende Grundsätze zu beachten:

- die Gefährdungen möglichst gering halten
- Gefahren an der Quelle mindern
- individuelle Schutzmaßnahmen nachrangig einstufen
- geeignete Anweisungen geben

Dabei muss der Unternehmer

- die Gefährdungen ermitteln,
- geeignete Maßnahmen festlegen,
- die Wirksamkeit der Maßnahmen überprüfen

und abschließend diese Schritte dokumentieren.

Beim Einsatz von Maschinen hat der Unternehmer darauf zu achten, dass diese für die jeweilige Arbeit geeignet sind. Grundsätzlich dürfen Maschinen nur so eingesetzt werden, wie der Hersteller die bestimmungsgemäße Verwendung in der Betriebsanleitung vorgesehen hat.

Ist der Unternehmer aufgrund betriebsbedingter Notwendigkeiten gezwungen, die Maschine anders als vom Hersteller vorgese-

hen einzusetzen, so ist ihm dies grundsätzlich nicht verwehrt. Er muss dann aber die Maschine zweckentsprechend anpassen oder anpassen lassen, sodass bei der Benutzung Sicherheit und Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer gewährleistet sind. Eine Rücksprache mit dem Hersteller der Maschine sollte in jedem Fall erfolgen, da **die Veränderung einer CE-Maschine durch den Betreiber zur Ungültigkeit der Konformitätserklärung des Herstellers** führen kann.

Vor dem Einsatz der Maschine hat er eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen, in der die neuen Risiken anschließend mit geeigneten Schutzmaßnahmen beseitigt bzw. gemindert werden. Ist die Sicherheit und der Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer dadurch nicht in vollem Umfang zu gewährleisten, hat er weitergehende geeignete Maßnahmen zu treffen, um die Gefahren weitestgehend zu verringern.

Bereits vom Hersteller müssen die Maschinen mit einem hohen Sicherheitsniveau konzipiert werden. Auf die Sicherheit und den Gesundheitsschutz beim Betreiben der Maschinen hat das Verhalten der Beschäftigten großen Einfluss. Fehlverhalten der Arbeitnehmer, falsches Verwenden der Maschine, Manipulation von Schutzeinrichtungen, unzumutbare Kleidung des Bedieners, nicht bestimmungsgemäße Verwendung usw. führen oft zu Unfällen. Deshalb ist der

Unternehmer verpflichtet, auf das Verhalten der Arbeitnehmer einzuwirken.

Vor Aufnahme jeglicher Tätigkeiten an Maschinen, sei es das Aufstellen, Reinigen, Bedienen, Warten usw., sind die Arbeitnehmer mit den angemessenen Informationen zu versorgen, damit ein sicheres Betreiben gewährleistet ist. Es reicht nicht aus, ihnen die Betriebsanleitung des Herstellers zu überreichen, sondern der Unternehmer hat seine Beschäftigten durch eine Betriebsanweisung erstmalig und später regelmäßig über alle die von ihnen vorzunehmenden Arbeiten umfassend zu unterweisen. Er hat sie in einen solchen Wissens- und Könnensstand zu versetzen, dass sie diese Tätigkeiten selbstständig sicher durchführen können, ohne sich oder andere zu gefährden. Die Arbeitnehmer müssen zur Durchführung der Tätigkeiten geeignet und beauftragt sein.

Arbeitnehmer mit besonderen Aufgaben, wie Instandhalter oder Einrichter, sind über die damit verbundenen spezifischen Gefährdungen speziell zu unterweisen und müssen für diese Tätigkeiten ausdrücklich die Befugnis erhalten.

Alle Informationen sind so verständlich abzufassen, dass sie der einzelne Adressat versteht. Während des Einsatzes von Maschinen hat der Unternehmer zu kontrollieren, dass diese nur bestimmungsgemäß verwendet

werden. Er hat dafür zu sorgen, dass Schutzeinrichtungen vorhanden sind und nicht umgangen oder unwirksam gemacht werden.

1.4 Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen

Eine mehrjährig durchgeführte Studie der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung ergab, dass an 30 % aller Maschinen in Deutschland Schutzeinrichtungen manipuliert sind. Eine vergleichbare Erhebung in der Schweiz kam zu ähnlichen Ergebnissen. Dabei werden Manipulationshandlungen an Schutzeinrichtungen an Maschinen häufig als Kavaliersdelikt und als relativ „selbstverständlich“ wahrgenommen.

Manipulationen können aber zu schweren Unfällen führen und Rechtsfolgen nach sich ziehen.

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 Manipulati-

onen an Schutzeinrichtungen in Betrieben keine verlässlichen Einschätzungen vor.

Ziel der 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.

Schließlich werden die Verantwortlichkeit und Haftung bei manipulierten Maschinen aufgezeigt.

Aus den Daten wurden Lösungsstrategien aus psychologischer, ergonomischer, organisatorischer und technischer Sicht entwickelt. 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.

Hier ist ein Umdenken der verantwortlichen Personen im Arbeitsschutz dringend geboten.

2 Sicheres Betreiben von Maschinen und Anlagen

2.1 Unterschiedliche Anforderungen für Hersteller und Betreiber

Das Herstellen und Betreiben von Maschinen unterliegt unterschiedlichen Rechtsgrundlagen, die im gesamten Europäischen Wirtschaftsraum gelten. Neu ist für Hersteller die grundlegende Verpflichtung, eine Risikobeurteilung gemäß der EG-Maschinenrichtlinie bei der Konzeption und Herstellung einer Maschine durchzuführen.

Auf die Durchführung der Risikobeurteilung bei der Konzeption und beim Herstellen von sicheren Maschinen und Anlagen wird in

dieser BG-Information **nicht** näher eingegangen. Im Abschnitt 2.2 – Schutzmaßnahmen des Herstellers – werden nur die grundlegenden technischen und steuerungstechnischen Anforderungen erläutert, die der Betreiber beim Inverkehrbringen einer Maschine durch den Hersteller zu erwarten hat. Die weiterreichenden erforderlichen Herstellerverpflichtungen bei der Konzipierung und beim Bau neuer Maschinen können der einschlägigen Literatur entnommen werden (siehe Quellennachweis).

Aufgabe des Betreibers ist, eine tätigkeitsbezogene Gefährdungsbeurteilung im Zusam-



Bild 2-1: Zusammenwirken von Mensch, Maschine und betrieblichem Umfeld

menwirken von Mensch, Maschine und betrieblichem Umfeld zu erstellen.

Für Altmaschinen ohne CE-Kennzeichnung, die nicht den Unfallverhütungsvorschriften entsprechen, kann eine vollständige Gefährdungsbeurteilung erforderlich sein.

Die Durchführung einer derartigen Gefährdungsbeurteilung bereitet Schwierigkeiten, weil den Betroffenen nicht klar ist, wie vorzugehen ist, was hierbei berücksichtigt werden muss und wie die Dokumentation zu erfolgen hat. Die Durchführung einer Gefahrenanalyse und Risikobeurteilung im Vorfeld der Herstellung einer Maschine bzw. eine Gefährdungsbeurteilung bei der Einrichtung eines Arbeitsplatzes hat sowohl große Vorteile auf der ökonomischen Seite als auch für den Arbeitsschutz. Werden derartige Gefährdungsbeurteilungen und die sich daraus ergebenden notwendigen Maßnahmen vor der Benutzung z. B. einer Werkzeugmaschine oder vor der Errichtung eines neuen Arbeitsplatzes unterlassen und erst nach der Fertigstellung durchgeführt, lassen sich erforderliche Maßnahmen nur noch bedingt bzw. kostenaufwändiger durchführen.

Der Betreiber einer neuen Werkzeugmaschine muss nicht die Risikobeurteilung gemäß EG-Maschinenrichtlinie wiederholen, zu welcher der Hersteller verpflichtet ist.

Aufgabe des Betreibers ist es, für unabänderliche Restrisiken und alle Tätigkeiten, die mit der Benutzung der Maschine zusammenhängen (z. B. Rüsten, Be- und Entladen, Werkstück- und Werkzeugtransport u. a. m.), geeignete Schutzmaßnahmen festzulegen. Dabei sind auch die Gefährdungen aus dem Umfeld einer Maschine zu berücksichtigen.

2.1.1 Arbeitsschutzgesetz

Das neue deutsche, europäisch basierte Arbeitsschutzrecht schafft übersichtliche und einheitliche Grundvorschriften für den betrieblichen Arbeitsschutz vor Ort. Durch die „Beurteilung der Arbeitsbedingungen“ wird der Arbeitgeber verpflichtet, die für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdungssituationen am Arbeitsplatz zu ermitteln, um dann verbindlich festzulegen, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes zum sicheren und gesundheitsgerechten Betreiben erforderlich sind. Der Arbeitgeber hat die Beurteilung entsprechend der Art der Tätigkeit vorzunehmen. Bei gleichartigen Arbeitsbedingungen, z. B. wenn mehrere gleichartige Werkzeugmaschinen im Einsatz sind, ist die Beurteilung eines Arbeitsplatzes oder einer Tätigkeit ausreichend.

Gefährdungssituationen im Zusammenhang mit Werkzeugmaschinen können sich z. B. ergeben durch

1. die Gestaltung und Einrichtung der Arbeitsstätte und des Arbeitsplatzes mit Werkzeugmaschinen,
2. physikalische und chemische Einwirkungen aus dem Betreiben derartiger Werkzeugmaschinen,
3. die Gestaltung, die Auswahl und den Einsatz von Arbeitsmitteln, insbesondere von Werkstoffen, Werkzeugen, Kühlschmiermitteln, Art der Werkzeugmaschinen sowie deren Umgang damit,
4. die Gestaltung von Arbeits- und Fertigungsverfahren, Arbeitsabläufen und Arbeitszeit und deren Zusammenwirken,
5. unzureichende Qualifikation und Unterweisung der dort Beschäftigten.

Die Beurteilung der an den Arbeitsplätzen ermittelten Gefährdungssituationen, einschließlich der vom Arbeitgeber festgelegten Schutzmaßnahmen, muss von ihm schriftlich dokumentiert werden. Gleiches gilt für das Ergebnis ihrer Überprüfung. Beim Betrieb mehrerer gleichartiger Werkzeugmaschinen ist es ausreichend, wenn die Unterlagen zusammengefasste Angaben enthalten.

2.1.2 Durchführung der Gefährdungsbeurteilung

Gefährdungssituationen ergeben sich zwangsläufig aus dem Zusammentreffen des Menschen mit vorhandenen Gefährdungen des täglichen Lebens. Deshalb ist es erfor-

derlich, zunächst einmal die an Werkzeugmaschinen relevanten Gefährdungen kennen zu lernen.

Derartige Gefährdungen ergeben sich beim Betreiben von Werkzeugmaschinen z. B. durch

- mechanische Energien durch Quetsch- und Scherstellen, wegfliegende Späne, Maschinen- und Fahrbewegungen, Absturzgefahr,
- elektrische Energien durch Berührung aktiver Teile,
- chemische Belastungen und Feuchtarbeit,
- biologische Arbeitsstoffe, wie Bakterien, Schimmelpilze und Hefen,
- thermische Energien aufgrund heißer Medien,



Bild 2-2: Gefährdungen durch Kühlschmierstoffe und Maschinenbewegungen



Bild 2-3: Gefährdung durch Ausrutschen

- sonstige Energien bzw. Faktoren, wie Laserstrahlung,
- Arbeitsumgebungsfaktoren, wie Beleuchtung, Lärm, Klima,
- physiologische Faktoren, wie Arbeitsplatzmaße, Heben und Tragen von Lasten,
- psychologische Faktoren, wie Informationsaufnahme, Kenntnisse und Befähigungen, falsche Gefährdungseinschätzung,
- betriebsorganisatorische Faktoren, wie arbeitsablaufbedingte Faktoren, Führungsverhalten.

Hieraus ergeben sich dann die für die Arbeitnehmer spezifischen Gefährdungssituationen. Eine Gefährdungssituation ist jede

Situation, in der ein Mensch einer oder mehrerer dieser Gefährdungen ausgesetzt ist.

Diese ergeben sich z. B. aus

- dem Zusammenwirken des Maschinenbedieners mit seiner Werkzeugmaschine,
- Arbeiten des Instandhaltungspersonals an der Werkzeugmaschine,
- den verschiedenen Betriebszuständen der Werkzeugmaschine oder
- einer nicht sicheren Handlungsweise des dort tätigen Personals.

Beim Betreiben von Werkzeugmaschinen sollte deshalb das Hauptaugenmerk auf folgende Gefährdungssituationen gelegt werden:

- Herausschleudern von Werkzeugen, Spannhalterbacken, Werkstücken oder Teilen davon sowie Spänen
- Erfasstwerden, Aufgewickeltwerden oder Eingezogenwerden durch sich bewegende Teile der Maschine, hier insbesondere durch Spannhalter, Werkzeuge, Werkstücke und Fließspäne
- Schneiden und/oder Quetschen zwischen sich bewegenden und feststehenden Teilen oder anderen bewegten Teilen der Maschine
- Absturzgefahr an hoch gelegenen Arbeitsplätzen

Die hauptsächlichen Gefährdungsstellen und -quellen beim Einsatz von Werkzeugmaschinen sind:

- Arbeitsbereiche mit sich bewegenden Spindeln, Schlitten, Werkstückspanmitteln, Revolverköpfe, Werkzeugspeicher, die eingesetzten Werkstücke sowie Handhabungseinrichtungen zur Spänebeseitigung
 - Einrichtungen zur Werkstücke- und -entladung einschließlich Vorschubgeräte für Stangen bei Horizontal-Maschinen
 - von außen angeschlossene Werkzeugmagazine und -wechsel
- heißer Späne oder bearbeiteter Oberflächen.
 - Lärm beim Zerspanungsvorgang und durch den Stangenvorschub.
 - Beim Einsatz eines Lasers kann es durch den Laser beim Einrichten, Bearbeiten und Instandhalten zu Gefährdungssituationen durch Strahlung kommen.
 - Kontakt mit oder Einatmen von schädlichen Flüssigkeiten, Gasen, Nebeln, Rauchen und Stäuben bei Arbeiten am Kühl-

Weitere typische Gefährdungen, Gefährdungssituationen an Werkzeugmaschinen sind u. a.:

- Mechanische Gefährdungen, verursacht durch die potenzielle Energie von Bauteilen, welche sich unter Schwerkraft bewegen könnten bzw. kinetische Energie von Bauteilen während gesteuerter oder nicht gesteuerter Bewegungen.
- Mechanische Gefährdungen durch unzureichende mechanische Festigkeit bzw. durch gespeicherte Energien innerhalb der Maschine, wie elastische Bauteile (Federn), unter Druck stehende Flüssigkeiten und Gase oder Vakuum.
- Elektrische Gefährdungen, z. B. bei Instandhaltungsarbeiten an der elektrischen Ausrüstung, durch Berühren von unter Spannung stehenden Teilen oder durch Berühren von im Fehlerfall spannungsführenden Teilen.
- Thermische Gefährdungen mit der Folge von Verbrennungen, z. B. durch Berühren



Bild 2-4: Gefährdung durch wegfliegende Späne beim Drehen

schmierstoffkreislauf, wie Einrichten, Bearbeiten oder Instandhalten. Des Weiteren kann es bei Tätigkeiten mit wassergemischten Kühlschmierstoffen, vor allem aber bei z. B. Systemreinigung des Kühlschmierstoffkreislaufes, zu mikrobiologischen Gefährdungen durch Bakterien, Schimmelpilz und Endotoxine kommen.

- Wo mit Kühlschmierstoffen umgegangen wird bzw. wo Kühlschmierstoffe austreten, können Gefährdungssituationen durch



Bild 2-5: Gesundheitliche Gefährdungen an einer Filteranlage

Ausgleiten und Stürzen von Personen entstehen.

- Weiter kann es durch die Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze zu menschlichem Fehlverhalten bei der Dateneingabe am Bildschirm, einem nachlässigen Gebrauch persönlicher Schutzeinrichtungen beim manuellen Handling usw. an der Werkzeugmaschine kommen. Eine ungenügende örtliche Beleuchtung führt sowohl beim Zerspanungsvorgang als auch beim Einrichten, Handhaben und Positionieren des Werkstückes zu unnötigen Gefährdungssituationen und Belastungen für den Bediener.

2.1.3 Bewertung von Gefährdungen

Bei der Betrachtung eines fertigen Werkzeugmaschinen-Arbeitsplatzes lässt sich schwer



Bild 2-6: Bestimmung der Grenzen des Arbeitsplatzes

beurteilen, ob wirklich alle Gefährdungssituationen ausgeschlossen wurden und die Werkzeugmaschine einschließlich ihrer Komponenten in allen Lebensphasen sicher betrieben werden kann. Die Praxis zeigt, dass die Mehrzahl aller Unfälle während des Auf- und Abbaues, der Reinigung, der Wartung und der Instandhaltung geschehen.

Für den Betreiber ergeben sich entsprechende Mindestanforderungen aus dem Soll-Ist-Vergleich der von seiner Werkzeugmaschine ausgehenden Gefährdungen, u. a. bezüglich

- der Ausführung der Arbeitsaufgabe,
- des Arbeitsmaterials,
- des Einsatzes von Arbeits- und Hilfsstoffen,
- der Arbeitsumgebung, dem Materialfluss und Transport,
- der Instandhaltung,
- dem Arbeitsplatz,
- der Arbeitsorganisation,
- der Schulung und Qualifikation des Bedienpersonals und
- der Schnittstelle Mensch – Werkzeugmaschine.

2.2 Schutzmaßnahmen durch Hersteller

2.2.1 Technische Maßnahmen

Die Risikominderung an Werkzeugmaschinen kann sowohl durch strukturelle Maßnah-

men wie auch durch sicherheitsrelevante Steuerungsfunktionen erfolgen. Bei numerisch gesteuerten Maschinen müssen die sicherheitsbezogene Software und Hardware des Herstellers gegen unbefugte Veränderungen geschützt sein. Insbesondere darf es für den Betreiber nicht möglich sein, die Wirksamkeit von Sicherheitsfunktionen (einschließlich verriegelter trennender Schutzeinrichtungen) durch eingeschobene oder vom Teileprogramm aufgerufene Abläufe außer Kraft zu setzen. Gefährdungen an Maschinen müssen so weit wie möglich durch konstruktive Maßnahmen vermieden werden:

- Quetschstellen, wenn die „Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen“, die „Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen“ und die „Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den unteren Gliedmaßen“ nicht unterschritten werden.
- Scherstellen, wenn die sich schierend bewegenden Teile einen für den gefährdeten Körperteil ausreichenden Abstand voneinander oder eine abweisende Form erhalten.
- Fangstellen durch Wellenenden, wenn diese nicht mehr als $\frac{1}{4}$ ihres Durchmesser vorstehen und glatt rundlaufend ausgebildet und nicht länger als 5 cm sind.
- Fang- oder Stoßstellen an Griffen von Handrädern oder an Kurbeln, wenn an Handrädern statt vorstehender Griffe Griff-

mulden oder statt mitlaufender Kurbeln sich selbsttätig entkuppelnde Kurbeln verwendet werden.

- Einzugstellen, wenn anstatt eines Riemenantriebes ein Direktantrieb verwendet wird.

Durch Begrenzung der in Gefährdungssituationen wirksamen Energie oder Geschwindigkeit auf eine ungefährliche Größe erreicht man, dass Personen der dann auf sie noch einwirkenden Energie erfahrungsgemäß ohne Verletzung widerstehen können. Erreichbar ist dies z. B. durch

- Begrenzung der Antriebsleistung und
- Verringerung der bewegten Massen und
- reduzierte Geschwindigkeiten.

Wenn sich Gefährdungen nicht durch konstruktive Maßnahmen vermeiden lassen, so müssen diese im Arbeits- und Verkehrsreich der Werkzeugmaschine durch entsprechende Schutzmaßnahmen abgesichert sein. Derartige Schutzmaßnahmen müssen hinsichtlich ihrer Wirkung so ausgewählt, kombiniert und – soweit erforderlich – zusätzlich mit den Gefahr bringenden Bewegungen so verriegelt oder so gekoppelt sein, dass ein Wirksamwerden der Gefährdung zuverlässig verhindert ist.

Wenn im Wirkbereich einer handgesteuerten Werkzeugmaschine aufgrund des Arbeitsver-

fahrens oder der Arbeitsweise Schutzeinrichtungen nicht oder nur teilweise verwendet werden können, so muss die Notwendigkeit des Zugriffs oder Zutritts zur Gefahrstelle nach Möglichkeit durch Einrichtungen mit Schutzfunktion eingeschränkt oder verhindert sein. Falls erforderlich, müssen derartige Einrichtungen mit Schutzfunktion mit den Gefahr bringenden Bewegungen der Werkzeugmaschine manipulationssicher verriegelt oder gekoppelt sein.

Diese Besonderheit ist z. B. gegeben, wenn häufig Anlass für das Eingreifen in den Arbeitsbereich besteht, wie beim Zuführen, Wegnehmen oder Festhalten von Werkstücken, von Hilfseinrichtungen oder Hilfsstoffen. Das Rüsten und Beheben von Störungen im Arbeitsablauf zählt hier ebenso dazu wie das Wechseln der Werkzeuge, Entfernen von Abfällen usw.

Als Schutzeinrichtungen kommen sowohl für handgesteuerte wie für numerisch gesteuerte Maschinen feste und bewegliche trennende Schutzeinrichtungen, Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion (Lichtschranken/-vorhänge, Schaltplatten/-matten, spezielle Kameras, Ultraschallsysteme, Scanner) sowie Schutzeinrichtungen mit Ortsbindung (Zweihandschaltung, Zustimmungsschalter) in Betracht. Zusätzlich können Warneinrichtungen/-signale, Warnschilder/-symbole usw. zum Einsatz gelangen. Voraussetzung

ist hier, dass diese bei der Gefahrenanalyse und Risikobeurteilung durch den Hersteller ermittelt wurden.

Für numerisch gesteuerte Maschinen müssen trennende Schutzeinrichtungen vorhanden sein, um Gefährdungen, wie Erfassen und Aufwickeln, Quetschen, Scheren usw., durch Verhinderung des Zuganges zu gefährlichen Teilen, wie sich drehendes Futter oder Spannzange, Planscheibe und Spindeln für angetriebene Werkzeuge, sich bewegende Achsen, Späneförderer und Antriebe der Maschine, auszuschalten. Die als Zugangssperre zum Arbeitsbereich vorhandene trennende Schutzeinrichtung kann gleichzeitig auch als Verkleidung gegen Gefährdung durch Herausschleudern dienen. Für die sich in einer derartig trennenden Schutzeinrichtung in der Regel befindenden Sichtöffnungen hat sich der Einsatz von Sicherheits-scheiben aus Polycarbonat bewährt.

Bewegliche trennende Schutzeinrichtungen für den Zugang zum Arbeitsbereich müssen mit den Gefahr bringenden Bewegungen manipulationssicher verriegelt und ggf. mit Zuhaltung versehen sein. Ein Ausfall in den Verriegelungseinrichtungen muss zum Stillstand der Werkzeugmaschine führen.

Kraftbetriebene Türen und Tore als trennende Schutzeinrichtungen müssen mit technischen Sicherungsmaßnahmen versehen

sein, wenn die Schließkraft im Normalfall mehr als 150 N beträgt.

Maschinen mit horizontaler Spindel, welche mit einem Stangenvorschub ausgerüstet sind, müssen über ihre ganze Länge von feststehenden und/oder beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen umschlossen sein. Die trennende Schutzeinrichtung für den Zugang zum Arbeitsbereich der Maschine muss mit dem Stangenvorschubsystem manipulationssicher verriegelt sein, um das automatische Vorschieben von Stangen bei offener Schutztür zu verhindern. Gleiches gilt auch, wenn Handhabungseinrichtungen zum Einsatz gelangen.

Der Zugang zu gefährdenden Teilen des Spänefang- und Spänebeseitigungssystems muss durch feststehende und/oder verriegelte bewegliche trennende Schutzeinrichtungen verhindert sein. Wo der Zugang zu den gefährdenden Teilen des Spänefangsystems, wie Förderbänder oder -schrauben, vom Bedienerstandort am Arbeitsbereich aus möglich ist, müssen die Bewegungen dieser Teile verhindert sein, wenn die trennende Schutzeinrichtung zum Arbeitsbereich offen ist.

Am Auswurfbereich der Späne muss ein Warnschild auf die Restrisiken, wie Quetschen und Aufwickeln, hinweisen.

Erforderliche Bewegungen des Spänefang- und Späneentsorgungssystems bei offenen beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen dürfen nur unter einer Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung (Tippschalter) möglich sein und es muss in der Nähe eine Not-Aus-Einrichtung vorhanden sein.

Der Zugang zu von außen zugänglichen Werkzeugmagazinen, Werkzeugtransport- und Werkzeugwechselausrüstungen muss in der Betriebsart Automatik sicher verhindert sein.

Befinden diese sich innerhalb der trennenden Schutzeinrichtungen, dürfen sie nur in der Betriebsart „Einrichten“ oder im betriebsbedingten Halt der Maschine zugänglich sein. Kraftbetriebene Bewegungen dürfen dann nur durch eine Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung (Tippschalter) möglich sein oder über eine Zweihandschaltung für ununterbrochene Bewegung bei einer Geschwindigkeit von z. B. maximal 2 m/min oder über eine Befehlseinrichtung, die sich außerhalb der Reichweite zu gefährdenden Bewegungen befindet.

An numerisch gesteuerten Maschinen müssen Einrichtungen vorhanden und Informationen an entsprechenden Gefahrstellen und dort, wo noch Restrisiken bestehen, angebracht sein, um Bewegungen von Maschinenachsen im Notfall zum Befreien von ein-

geschlossenen oder festgehaltenen Personen zu ermöglichen.

2.2.2 Steuerungstechnische Maßnahmen

Steuerungen für Maschinen der Zerspanung sind so zu konzipieren und zu bauen, dass das Versagen von Steuerungsbauteilen nicht zu einer gefährlichen Situation führt.

Eine einfach aufgebaute Elektronik (Standard – SPS) darf **keine Sicherheitsverantwortung** tragen. Sicherheitskreise (z. B. Not-Aus, Schutztür-Schalter) können mit Sicherheitsrelais überwacht werden. Die sichere Überwachung von Stillständen beim Betriebshalt oder reduzierten Geschwindigkeiten von Spindeln und Achsen kann mit Überwachungsbausteinen erfolgen.

Moderne Antriebssteuerungen mit integrierten Sicherheitsfunktionen beinhalten diese Überwachungsfunktionen.

Sicherheits-Bussysteme bieten zusätzliche Möglichkeiten hinsichtlich Diagnose und Visualisierung bei Fehlersuche und vorbeugender Instandhaltung.

2.3 Schutzmaßnahmen durch Betreiber

Organisatorische Maßnahmen

Gefährdungssituationen müssen vorrangig konstruktiv oder durch zwangsläufig wirkende technische Schutzmaßnahmen und durch die Verwendung ungefährlicher Stoffe und Zubereitungen vermieden werden. Daher muss der Betreiber von Werkzeugmaschinen alle erforderlichen Maßnahmen treffen, damit die Werkzeugmaschinen einschließlich



Bild 2-7: Ungeeignete Sicherung einer Leiter gegen Wegrutschen

Arbeitsumfeld während der gesamten Nutzungsdauer den Anforderungen zum sicheren und gesundheitsgerechten Betreiben genügen.

Aus fertigungstechnischen Gründen heraus kann es erforderlich sein, dass Schutzmaßnahmen nicht oder nur teilweise angewandt werden können oder Stoffe und Zubereitungen mit gefährlichen Eigenschaften verwendet werden müssen. Bei Instandhaltungsarbeiten oder bei der Störungsbeseitigung werden in der Regel z. B. Schutzeinrichtungen entfernt. Es ist deshalb erforderlich, technische Schutzmaßnahmen durch organisatorische Maßnahmen und ein sicherheitsgerechtes Verhalten der Mitarbeiter zu ergänzen. Da die organisatorischen Maßnahmen wie auch das sicherheitsgerechte Verhalten nicht dem Zufall überlassen werden dürfen, müssen sie im Vorfeld auf der Basis einer Gefährdungsbeurteilung durchdacht und für das Betreiben der Werkzeugmaschine und den dort eingesetzten Stoffen oder Zubereitungen festgelegt werden.

Die Analyse des Unfallgeschehens, ganz besonders bei Instandhaltungsarbeiten, zeigt deutlich noch zu schließende Defizite bei den über rein technische Schutzmaßnahmen hinausgehenden Maßnahmen auf:

- Mängel bei den betriebsorganisatorischen Faktoren

dadurch bedingt auch

- Mängel bei der Sicherheit vor gefährlichen Maschinen- bzw. Werkzeugbewegungen

Art und Umfang der Planung sowie die Steuerung von Maßnahmen der Fehlersuche, Störungsbeseitigung, Wartung und Instandhaltung haben wesentlichen Einfluss auf eine sichere Arbeitsausführung. Gerade ungeplante Arbeiten bergen ein hohes Unfallrisiko, ganz besonders bei anstehendem Zeitdruck. Optimal sind deshalb alle Maßnahmen, die bereits vor Eintritt von Störungen geplant und ausgeführt werden.

Grundsätzlich gilt, dass mit Instandhaltungsarbeiten erst begonnen werden darf, wenn Gefährdungssituationen durch Bewegungen ausgeschlossen sind.

Das ist immer dann gewährleistet, wenn

- gefährdende Bewegungen zum Stillstand gekommen sind,
- ein unbefugtes, irrtümliches und unerwartetes Ingangsetzen sicher ausgeschlossen ist und
- Bewegungen durch gespeicherte Energien sicher verhindert sind.

Derartige Bewegungen sind nur durch Ausschalten und Abschließen des Hauptschalters und sicheres Verhindern des Wirksamwerdens gespeicherter Energien zu verhindern. Dies erfordert zusätzliche organisatorische Maßnahmen des Betreibers bzw. des

Kundendienstmonteurs. Bei der Instandsetzung eines Bearbeitungszentrums ist z. B. zur Fehlersuche sowie zur Demontage von Teilen sicherzustellen, dass der Hauptschalter ausgeschaltet und abgeschlossen ist. Des Weiteren ist sicherzustellen, dass Teile die absinken können, z. B. die Frässpindel, festgesetzt werden.

Wenn Arbeitsabläufe zur Fehlersuche bei laufender Maschine beobachtet werden müssen und dies nicht aus sicherer Entfernung **von außen her** möglich ist, müssen die für den Betrieb erforderlichen Schutzeinrichtungen angewandt werden. Not-Aus-Schalter oder Reißleinen usw. stellen hier keinen geeigneten Schutz dar, da sie nicht zwangsläufig wirksam werden. Sie müssen bewusst betätigt werden und vielfach ist es dann schon zu spät.

Wenn die Situation die Einhaltung von Schutzmaßnahmen unmöglich macht – es ist z. B. nicht möglich, einen Fehler außerhalb der Schutzeinrichtung zu ermitteln –, dann müssen spezielle Zusatzeinrichtungen vorhanden sein und angewandt werden.

Zu den speziellen Zusatzeinrichtungen gehören u. a. Einrichtungen, die

- das Erreichen von Gefahrstellen entbehrlich machen, z. B. Magnetgreifer, Zangen, Pinzetten,

- das zufällige Erreichen benachbarter Gefahrstellen verhindern, z. B. durch Verdeckungen oder Abtrennen,
- das schnelle Stillsetzen Gefahr bringender Bewegungen ermöglichen, z. B. Zustimmungstaster, ortsbewegliche Not-Aus-Taster,
- das Herabsetzen von Geschwindigkeiten ermöglichen.
- ggf. eine Person zu bestellen ist, die den Fortgang der Arbeiten beobachtet und bei akuter Gefährdung geeignete Maßnahmen ergreift.

Wenn in Ausnahmefällen Instandhaltungsarbeiten nicht unter Anwendung der beschriebenen Schutzmaßnahmen möglich sind, dann müssen geeignete organisatorische und personelle Maßnahmen getroffen werden.

Hierzu gehört u. a. , dass

- mit derartigen Arbeiten nur fachlich geeignete Personen beauftragt werden dürfen, welche im Stande sind, etwa entstehende Gefährdungssituationen abzuwenden,
- der Betreiber die notwendigen Schutzmaßnahmen ermittelt und für deren Einhaltung sorgt,
- die Beschäftigten über die mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdungen unterrichtet sind,
- es für das Verhalten beim Auftreten von Unregelmäßigkeiten und Störungen spezielle Arbeitsanweisungen gibt,
- sich im Gefahrenbereich nur diejenigen Personen aufhalten, die für die Instandhaltungsarbeiten unbedingt erforderlich sind,

Um das Zusammenwirken zwischen Mensch und Maschine auf einem derart hohen Sicherheitsniveau zu gewährleisten, ist es erforderlich, durch Ausbildung und Schulung den an Werkzeugmaschinen zum Einsatz gelangenden Personen das erforderliche Wissen zum sicheren Umgang mit den Maschinen zu vermitteln. Grundlage ist hier die der Werkzeugmaschine mitgelieferte Betriebsanleitung. Der Betreiber ist verpflichtet, die in der Betriebsanleitung gegebenen Hinweise für einen sicheren Betrieb zu übernehmen und in entsprechende organisatorische Maßnahmen umzusetzen, welche von den Mitarbeitern befolgt werden müssen (Betriebsanweisung).

Alle darüber hinausgehenden betriebsspezifischen Verhaltensmaßnahmen sind vom Betreiber einer Werkzeugmaschine mittels einer Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln, in einer Arbeitsplatzbeschreibung festzulegen und deren Einhaltung organisatorisch sicherzustellen. Die an der Werkzeugmaschine zum Einsatz gelangenden Mitarbeiter sind arbeitsplatzbezogen mündlich über die auftretenden Gefährdungen und die daraus resultierenden Gefährdungssituationen und die zu ihrer Abwehr notwendigen Maßnahmen

men zu unterweisen. Die Unterweisungen sind zu dokumentieren.

2.4 Montage und Inbetriebnahme

2.4.1 Vorplanung

Bei der Aufstellung von Maschinen ist darauf zu achten, dass die zur Bedienung und Instandhaltung notwendigen Verkehrswege ausreichend bemessen werden. In den meisten Fällen muss gelegentlich mit Werkzeugkisten und Ersatzteile-Handwagen an den Maschinen gearbeitet werden. Um das Instandhaltungspersonal nicht durch ungünstige Anordnung oder zu geringer Bemessung des dazu notwendigen Arbeitsraumes zu gefährden, muss von Anfang an der Platz für eine vernünftige Instandhaltung eingeplant werden.

Außerdem ist der für die Materialbereitstellung notwendige Platzbedarf mit einzubeziehen. Dazu ist noch der Mindestplatzbedarf für den Bediener hinzuzurechnen.

Ist zu erwarten, dass von benachbarten Maschinen Gefährdungen, z. B. durch abgeschleuderte Kühlschmierstoffe oder Späne, ausgehen, sind zwischen den einzelnen Maschinen Stellwände oder Auffang- und Rückleitungssysteme für die Kühlschmierstoffe vorzusehen. Auch diese dürfen den Mindestplatzbedarf nicht einschränken.

Das Aufstellen von Fertigungsanlagen und größerer Einzelmaschinen ist oft mit erheblichen Fundamentarbeiten, Neuerrichten von Hallen bzw. Hallenteilen, Einbringen von neuen Laufstegen und Bühnen usw. verbunden.

Derartige Arbeiten unterliegen unter Umständen der Baustellenverordnung sowie der Unfallverhütungsvorschrift „Bauarbeiten“ und sind ab einem Umfang von mehr als 10 Arbeitsschichten vor Beginn der Arbeiten der Berufsgenossenschaft rechtzeitig anzuzei-



Bild 2-8: Trotz Stellwand ausreichend eingeplanter Platz

gen. Die Vergabe von Teilleistungen an Subunternehmen entbindet nicht von der Anzeigepflicht. Sie müssen zur Gewährleistung der vorschriftsmäßigen Durchführung von einem fachlich geeigneten Vorgesetzten (**Bauleiter**) geleitet werden. Er muss nicht ständig auf der Baustelle präsent sein.

Zusätzlich muss eine weisungsbefugte Person die Bauarbeiten beaufsichtigen (Aufsichtführender), welche die arbeitssichere Durchführung der Bauarbeiten überwacht. Der Aufsichtführende muss auf der Baustelle anwesend sein. Bei längerer Abwesenheit (Krankheit, Urlaub) hat der Unternehmer eine Ersatzperson für diese Tätigkeiten zu benennen. Sie alle müssen zur Durchführung der Tätigkeiten ausreichende Kenntnisse haben.

Zur Leitung und Beaufsichtigung gehört auch das Überprüfen auf augenscheinliche Mängel von Gerüsten, Geräten, Schutzeinrichtungen, Leitern usw., auch wenn sie durch andere zur Verfügung gestellt werden.

2.4.2 Montageanweisungen

Zur Vorplanung gehört die Aufstellung eines Bauablaufplanes. Hieran erkennt der Bauleiter, wann der Einsatz schweren Geräts, z. B. der Einsatz eines Mobilkranes zur Aufstellung der Maschinengehäuse, notwendig wird. In diesem Rahmen hat er die Tragfähigkeit des Hallenbodens zu prüfen. Sind Ab-

grenzungen zu anderen Bereichen der Halle, in denen noch produziert wird, notwendig, hat er Absperrungen bzw. Abgrenzungen einzuplanen. Benötigt man Sicherungsposten, muss überprüft werden, ob das Personal dafür mindestens 18 Jahre alt ist und ob es die ihnen übertragenen Aufgaben zuverlässig erfüllen kann. Sicherungsposten dürfen während ihres Einsatzes mit keiner anderen Tätigkeit betraut werden.



Bild 2-9: Maschine im Autokran

Für die Montage muss eine schriftliche Montageanweisung erstellt werden und diese muss auf der Baustelle vorliegen. In ihr müssen u. a. mindestens Angaben über Gewichte der Maschinenteile, Anschlagpunkte und Hebezeuge, über die Verwendung der zur Montage notwendigen Hilfskonstruktionen, die sicherheitsrelevante Reihenfolge der Montage und des Zusammenfügens von Bauteilen sowie die Tragfähigkeit von Hebezeugen enthalten sein.

Ebenfalls müssen Angaben zur Gewährleistung der Trag- und Standsicherheit von Bau-

bzw. Maschinenteilen während der einzelnen Montagezustände enthalten sein.

2.4.3 Hoch gelegener Arbeitsplatz

Besondere Bedeutung kommt den Angaben über die Erstellung sicherer Arbeitsplätze und Zugänge, insbesondere auf großen hohen Maschinenkörpern, zu. Um Gefährdungen während der Montage von Maschinen zu vermeiden, hat der Bauleiter Vorgaben über den Einsatz von Leitern, der Verwendung von Hubarbeitsbühnen, das Benutzen von fahrbaren Arbeitsbühnen bzw. Fahrgerüsten, die Verwendung von Anseilschutz usw. zu machen.

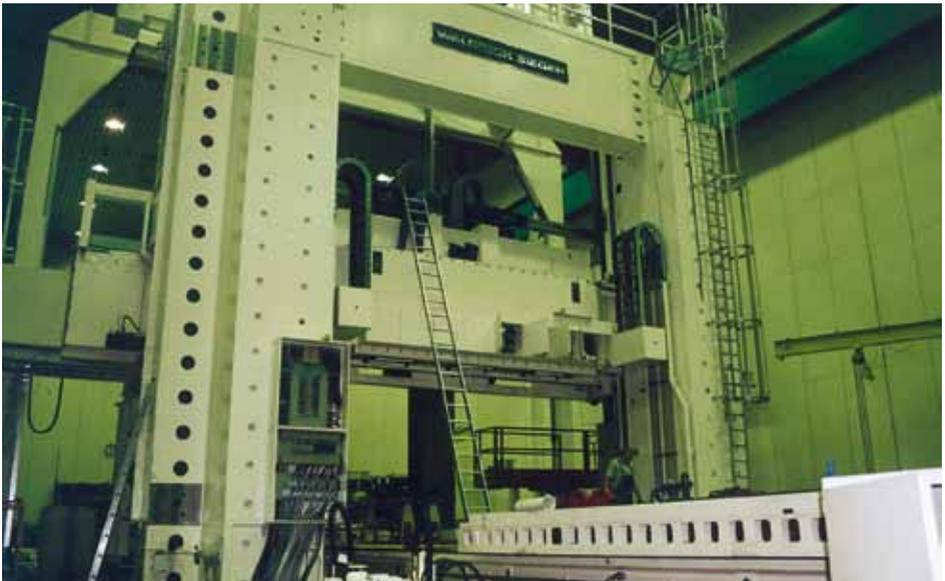


Bild 2-10: Unzulässige Montage ohne ausreichende Maßnahmen gegen Absturz

So dürfen Anlegeleitern grundsätzlich nicht als Arbeitsplatz verwendet werden. Ihr Einsatz ist auf eine Standhöhe von maximal 7 m bei einer Einsatzzeit von höchstens 2 Stunden begrenzt.

Die Verwendung von Hubarbeitsbühnen ist nur dem ausdrücklich beauftragten und eingewiesenen Personal gestattet. Dieser Auftrag muss schriftlich erteilt werden. Bei Knickarm-Hubarbeitsbühnen besteht beim Verfahren, besonders beim Aufwärtsfahren, die Gefahr des Hängenbleibens an Hindernissen. Wenn sich die Bühnen aus der Verha-

kung losreißen, kommt es zu katapultartigen Bewegungen der Hubarbeitsbühne, mit der Folge, dass Personen herausgeschleudert werden. Deshalb müssen alle Personen in Knickarm-Hubarbeitsbühnen mittels Sicherheitsgeschirren an den dafür vorgesehenen Anschlagpunkten angeschlagen sein. Für Hubarbeitsbühnen anderer Bauweise wird dies empfohlen.

Beim Aufbau von Arbeitsbühnen ist besonders das Breite-Höhe-Verhältnis zur Gewährleistung der Standsicherheit zu beachten. Diese Arbeitsbühnen dürfen innerhalb ge-



Bild 2-11: Unzulässige Maßnahme gegen Absturz (Flatterband) an der Fundamentgrubenkante

schlossener Räume nur bis zu einer Höhe des Vierfachen ihrer schmalsten Seite der Grundfläche aufgebaut werden, außerhalb sogar nur bis zur dreifachen. Eine Arbeitsbühne von 0,6 m Breite darf im Normalfall ohne Ballast oder ohne Ausleger nur bis 2,4 m Standhöhe zum Einsatz kommen. Außerdem muss am Ort des Einsatzes eine Aufbau- und Verwendungsanleitung des Herstellers vorliegen, aus der die maximal mögliche Aufbauhöhe und die Art und Weise des Aufbaus hervorgehen muss. Das Verfahren von Arbeitsbühnen mit darauf befindlichen Personen ist verboten.

Bei der Montage höherer Maschinen ist grundsätzlich zu prüfen, ob dies von Hubarbeitsbühnen oder ähnlichen Geräten ausgeführt werden kann. Wenn dies nicht möglich ist, hat der Bauleiter sichere Zugänge (z. B. über Treppentürme), sichere Verkehrswege (Laufstege von mindestens 0,5 m Breite) und sichere Arbeitsplätze (Einsatz von Geländern oder Ähnlichem) vorzugeben.

Ist aufgrund der Montageart die Verwendung von Geländern nicht möglich, hat er ab einer Absturzhöhe von 2 m Absturzsicherungen anzuordnen. Dabei hat er die Art der Absturzsicherung (Verwendung von Höhensicherungsgeräten, Seilkürzern usw.) vorzugeben und die Anschlagpunkte festzulegen. Diese müssen mindestens eine Kraft von 7,5 kN aufnehmen können. Die Mitarbeiter müssen

in der Benutzung der Absturzsicherungen unterwiesen sein.

2.4.4 Probeläufe

Während der Aufstellung von Maschinen müssen oft einzelne Komponenten getestet werden. Dabei fehlen oftmals noch die später zum Einsatz kommenden Schutzzeineinrichtungen. In dieser Phase hat der **Verantwortliche** zweckentsprechende Schutzmaßnahmen festzulegen. Sind mehrere Unterlieferanten gleichzeitig anwesend und können sich diese beim Erproben von Komponenten gegenseitig gefährden, ist ein **Koordinator** erforderlich, der die Arbeiten so aufeinander abstimmt, dass eine gegenseitige Gefährdung ausgeschlossen ist.

Um beim Aufstellen und Erproben von Maschinen oder deren Komponenten relativ ungestört arbeiten zu können und um Unbefugte fernzuhalten, empfiehlt es sich, diese Bereiche von übrigen Hallenbereichen räumlich abzugrenzen. Dies kann durch Seil- oder Flatterbandabsperungen, Lagern von Materialien an Wegrändern oder Aufstellen von steckbaren Zaunsegmenten erfolgen. Den beauftragten Personen obliegt eine besondere Sorgfaltspflicht, wenn die endgültigen Schutzzeineinrichtungen noch fehlen. Sie müssen fachkundig sein, die dabei auftretenden Gefahren kennen und wissen, wie sie sich davor schützen können. Die Zahl der beteiligten Personen ist auf die für die Durchfüh-

zung der Erprobung notwendige Anzahl zu begrenzen. Zuschauer sind fernzuhalten.

Grundsätzlich müssen während der Erprobung alle Schutzeinrichtungen vorhanden sein. Ist es unumgänglich, Teile von Verkleidungen zu entfernen, um z. B. kontrollieren zu können, ob die dahinter liegenden Komponenten einwandfrei funktionieren oder sind einige Schutzeinrichtungen noch nicht angeliefert worden, hat der Verantwortliche Ersatzschutzmaßnahmen festzulegen. Auch dabei ist zu berücksichtigen, dass ein Errei-

chen der Gefahrstellen nicht auf einfache Weise möglich sein darf.

Beim Probelauf dürfen sich während des Automatikbetriebes keine Personen innerhalb der Schutzeinrichtung aufhalten. Ausgenommen davon sind Bereiche mit Zustimmungsschalter oder aktive Schutzzonen, bei deren Verlassen die gefährlichen Bewegungen gestoppt werden.

Ungesicherte Anlagenteile dürfen nur erprobt werden, wenn sich alle gefährlichen



Bild 2-12: Abgrenzen der Probelaufbereiche

Abläufe direkt im Sichtfeld des Personals befinden. Dieser Sichtkontakt kann auch über Spiegel, Kameras oder Ähnliches erfolgen. Liegen die gefährlichen Abläufe nicht im Sichtfeld, sind Steckbleche, Polycarbonatscheiben oder vergleichbare Verdeckungen vor den einzelnen Gefahrstellen zu verwenden oder Sicherungsposten aufzustellen, die eine Abschaltmöglichkeit haben sollten. Für die Durchführung derartiger Tätigkeiten ist als erster Stromkreis immer der Not-Aus-Kreis zu aktivieren, um ein sicheres Abschalten zu gewährleisten. Das Einleiten von Gefahr bringenden Bewegungen nach zeitlichen Verabredungen ist nicht statthaft.

Es dürfen sich nur solche Bewegungen auslösen lassen, die sich unter der direkten Einflussnahme des Bedieners befinden. Befehls-einrichtungen müssen kontinuierlich betätigt werden (Tippschaltung ohne Selbsthaltung), ggf. sind verschärfte Sicherheitsbedingungen, wie reduzierte Geschwindigkeiten, Schrittbetrieb usw., anzuwenden. Stellt sich beim Erproben heraus, dass Korrekturen an den Anlagen-teilen notwendig sind, dürfen diese nur in abgeschaltetem Zustand durchgeführt werden.

Handelt es sich dabei um kurzzeitige Tätigkeiten, so genügt unter Umständen das Betätigen eines ortsbeweglichen oder im direk-



Bild 2-13: Handsteuerung für das Erproben

ten, nahen Sichtbereich des Personals befindlichen Not-Aus-Schalters.

Die für diese Tätigkeiten notwendigen Anschlussbuchsen sowie ortsbeweglichen Tipp- oder Not-Aus-Schalter sind vom Konstrukteur vorzusehen.

Werden einzelne Anlagenteile von verschiedenen Herstellern aufgestellt, muss vor dem Verketteten der Koordinator prüfend und lenkend eingreifen.

Die Erstellung eines Ablaufplanes kann dabei sehr hilfreich sein und sollte Folgendes berücksichtigen:

- anlagenspezifische Sicherheitsmaßnahmen
- Probleme aus der direkten Umgebung
- Zeitplan
- Festlegung der Gefahrenbereiche
- Festlegung der befugten Personen und deren Aufgaben
- Maßnahmen für den Störfall (z. B. notwendige Rettungseinrichtungen)

Maschinenerprobung

Im abgesperrten Bereich dürfen sich nur beauftragte Personen aufhalten!



**Vorsicht
Gefahrstellen**
durch ungesicherte
Maschinenbewegungen

Bild 2-14: Warnschild

2.4.5 Sicherheitstechnische Abnahme

Zur Abnahme von Maschinen müssen vor der Inbetriebnahme die notwendigen Unterlagen beim Verwender sein. Dazu zählt neben den Fundamentplänen, Ersatzteillisten usw. insbesondere die Betriebsanleitung. In ihr müssen alle sicherheitstechnischen Hinweise enthalten sein. So ist die Beschreibung und Erläuterung der zu verwendenden Schutzeinrichtungen zwingend vorgeschriebener Bestandteil der Betriebsanleitung. Insbesondere, wenn die Wahlmöglichkeit zwischen verschiedenen Schutzeinrichtungen besteht, muss genau erläutert sein, welche wofür einzusetzen ist.

Besteht die Möglichkeit eventueller Fehlbedienungen, die für das Personal eine Gefahr mit sich bringen kann, ist darauf deutlich hinzuweisen.

Besonders sorgfältig müssen auch die Hinweise für das Beseitigen von Störungen im Arbeitsablauf sowie die Wartung ausgeführt sein. Um die Abnahme zu erleichtern, wurden für derartige Bereiche Prüflisten erstellt. Sie stellen ein probates Mittel dar, um im Rahmen der Abnahme möglichst keine der zu überprüfenden Punkte zu vergessen. Fehlen derartige Listen, lassen sich diese bereits im Vorfeld im Rahmen der Planung erstellen. Basis dafür können auch die Checklisten zu Schwerpunktthemen der Berufsgenossenschaften sein.

Das Übergeben aller vorgeschriebenen Prüfbücher und Prüfberichte darf auf keinen Fall vergessen werden, da es sonst bei eventuellen Kontrollen zu erheblichen Schwierigkeiten kommen kann. Notwendige Unterlagen, die bereits bei der Inbetriebnahme vorliegen müssen, sind z. B. Prüfbücher für Druckbehälter und Hubtore, im Verbund mit der Maschine betriebene Krananlagen, Ex-Schutzbescheinigungen usw.

Im Rahmen der Abnahme sollte nie auf die visuelle Überprüfung der verwendungsfertigen Maschine verzichtet werden. Besonderes Augenmerk ist auf das vollständige Vorhandensein der Schutzeinrichtungen zu richten:

- Funktionieren sie wie in der Betriebsanleitung beschrieben?
- Sind Maßnahmen gegen das Umgehen von Schutzeinrichtungen getroffen?
- Lassen sich Gefahrstellen von außen erreichen?
- Sind für das Entstören Möglichkeiten vorgesehen, sodass diese Tätigkeiten ohne Gefahren durchführbar sind?
- Gibt es ggf. Schutzzonen innerhalb der Maschine und sind diese als solche gekennzeichnet?
- Sind die notwendigen Spezialausrüstungen oder Zubehörteile für das risikofreie Rüsten, Warten und Betreiben mitgeliefert worden?

Dieses und vieles mehr lässt sich auf relativ einfache Art und Weise prüfen.

2.5 Besondere Gefährdungen und Schutzmaßnahmen beim Betreiben

An jede Maschine sind gewisse Grundvoraussetzungen zu stellen, sodass die Personen, die sie bedienen, rüsten, instand halten usw. ihre Aufgaben möglichst gefahrlos und belastungsarm durchführen können. Zu diesen Grundvoraussetzungen zählt auch die Anordnung von Schaltern, Tastern und anderen Befehleinrichtungen.

Befehleinrichtungen, wie Einrückhebel, Kurbeln, Schalter usw., sind so anzubringen, dass der Bediener sie leicht und gefahrlos erreichen kann. Leicht bedeutet, dass sie entsprechend ergonomischer Prinzipien angeordnet und gestaltet sind.

Gefahrlos sind Befehleinrichtungen dann angeordnet, wenn man sie, ohne groß nachzudenken, zielsicher betätigen kann, ohne sich dabei einer Gefahr auszusetzen. Insbesondere Not-Aus-Schalter, Start- und Stopp-tasten sind so anzubringen, dass man zum Betätigen z. B. nicht über das Futter einer Drehmaschine fassen muss. Sie gehören dorthin, wo der Bediener sich bestimmungsgemäß aufhält.

Anmerkung der Verfasser:

Die neue Maschinenrichtlinie kennt nur noch den Begriff „Not-Halt-Befehlsgeräte“.

In dieser BGI wird weiterhin der Begriff „Not-Aus-Schalter“ verwendet, weil es sich meist um Altmaschinen handelt.

Alle Stellteile sind so zu gestalten, dass der Schaltsinn dauerhaft und eindeutig zu erkennen ist. Sollte ein Stellteil für mehrere Funktionen konzipiert sein, muss der jeweilige Schaltzustand eindeutig erkennbar sein. Dies kann durch Beschriftung oder mittels allgemein bekannter Symbole erfolgen. Ist dies konstruktionsbedingt nicht möglich, müssen die Schaltzustände angezeigt und ggf. quittiert werden.

Voraussetzung für die Benutzung von Befehlseinrichtungen zum Ingangsetzen von Maschinen bzw. zum Auslösen von gefährlichen Bewegungen ist, dass die Gefahrstellen von ihrem Betätigungsort aus überschaubar sind. Bei schwer einsehbaren Stellen sind Kameras oder Spiegel zu verwenden und es muss bei größeren, schlecht einsehbaren Maschinen ein akustisches und/oder optisches Warnsignal so zeitig vorgeschaltet sein, dass sich eventuell im Gefahrenbereich befindliche Personen einer Gefährdung rechtzeitig entziehen können (Anlaufwarneinrichtung). Sie müssen ebenfalls eine



Bild 2-15: Leicht erreichbarer Not-Aus-Schalter im Bedienbereich, Futterschutz für das Arbeiten mit überstehenden Backen, spritzwassergeschützte Maschinenleuchte

Möglichkeit haben, das Ingangsetzen der Maschine rasch zu verhindern, was über zusätzliche Stopptasten oder Not-Aus-Schalter erreicht werden kann. Stellteile zum Ingangsetzen müssen gegen unbeabsichtigtes Betätigen gesichert sein.

Notbefehlseinrichtungen müssen in ausreichender Zahl vorhanden sein. Gibt es innerhalb größerer Anlagen eindeutige, voneinander durch innere Schutzeinrichtungen abgegrenzte Teilbereiche, können für diese Teilbereichs-Not-Aus-Schalter zum Einsatz kommen. Ein so abgeschalteter Bereich darf in

sich an den Grenzen zu anderen nicht abgeschalteten Teilbereichen keine Gefährdungen mehr haben. Alle gefährlichen Bewegungen, auch solche, die aus benachbarten Bereichen in den abgeschalteten Bereich einwirken, z. B. von einem Portalroboter, müssen ebenfalls verhindert werden.

Beim gleichzeitigen Vorhandensein von Gesamt- und Teilbereichs-Not-Aus-Schaltern sollten diese bauartverschieden sein. Die Zuordnung des Teilbereichs-Not-Aus-Schalters zum jeweiligen Teilbereich muss eindeutig sein. Piktogramme, auf denen die gesamte



Bild 2-16: Zusätzliche Not-Aus-Schalter im Fußbereich an einem Bearbeitungszentrum

Anlage skizziert und der Teilbereich schraffiert ist, haben sich in der Praxis bewährt.

Not-Aus-Schalter mit über dem Stellteil stehendem Kragen sind nicht gestattet. Ausnahmen sind für einzelne Not-Aus-Schalter möglich, wenn ein unbeabsichtigtes Betätigen verhindert werden muss, z. B. aus fertigungstechnischen Gründen. Vorab ist aber zu prüfen, ob der Not-Aus-Schalter nicht an eine andere Stelle versetzt werden kann.

Das Betätigen des Not-Aus-Schalters heißt nicht zwingend, die Antriebsenergie sofort zu

unterbrechen. Wenn es sinnvoller ist, eine Bremse einfallen zu lassen, um das möglichst schnelle Stillsetzen oder Auseinanderfahren von Zuführvorrichtungen zu gewährleisten, um eventuelle Quetschabstände zu vergrößern, sind dies zu bevorzugende Maßnahmen.

Wird nur ein Not-Aus-Schalter benötigt, darf dessen Funktion der Hauptschalter übernehmen, wenn er das gleiche Schaltvermögen besitzt und dementsprechend gekennzeichnet ist.



Bild 2-17: Tastatur mit Schutzrand

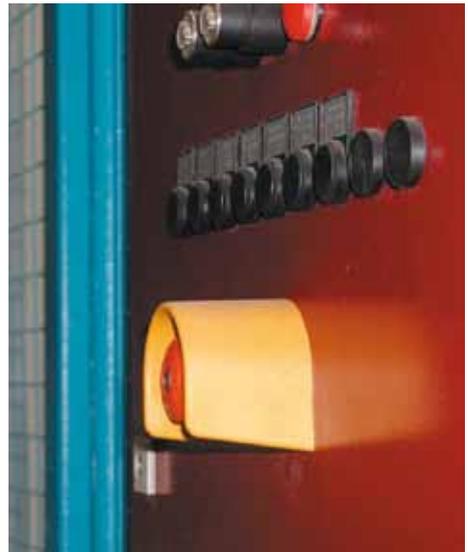


Bild 2-18: Unzulässiger Not-Aus-Schalter mit Kragen. Schalter hätte versetzt werden können

Hauptschalter dienen dazu, die Energieversorgung der Maschine zu unterbrechen. Sie müssen für alle an der Maschine vorkommenden Energiearten vorhanden sein.

Es besteht die Möglichkeit, die Energiearten einzeln wegzuschalten, z. B. die Pneumatik mittels eines handbetätigten Kugelhahnes. Jedoch müssen alle Hauptschalter für jede Energieart in der Aus-Stellung abschließbar sein.

Müssen auch nach dem Abschalten des Hauptschalters aus Sicherheitsgründen Energien anstehen, so ist das erlaubt, wenn auf diese Gefahren an den einzelnen Gefahrenstellen deutlich und dauerhaft hingewiesen wird. Dies kann z. B. an Werkzeugschlitten notwendig werden, wenn sie ohne Energie abstürzen und dadurch jemanden verletzen könnten.



Bild 2-19: Abschließbarer Hauptschalter für die Pneumatik

Kleinere Maschinen mit einem Bemessungsstrom von nicht mehr als 16 A dürfen auch über eine normale Stecker-/Steckdosenkombination angeschlossen sein. Stecker-/Steckdosenkombinationen für höhere Bemessungsströme bedürfen spezieller, verriegelter Schaltgeräte. Diese sollten aber immer im Sichtbereich der Maschine liegen, damit bei Reparaturen niemand den herausgezogenen Stecker wieder unbemerkt hineinstecken kann.

Polycarbonat-Sichtscheiben werden in Werkzeugmaschinen als Element der trennenden Schutzeinrichtungen eingesetzt. Hier erfüllen sie unterschiedliche Funktionen:

- Verhinderung des Zugriffs in gefährliche Bereiche (trennende Funktion)
- Schutz vor herausfliegenden Teilen (rückhaltende Funktion)
- Sicht auf die Arbeitsstelle



Bild 2-20: Kleinere Maschine mit Anschluss über Steckvorrichtung und Not-Aus integriert im Ein-Aus-Schalter

Die CE-Kennzeichnung von Werkzeugmaschinen beinhaltet auch die Verpflichtung, Schutz vor herausfliegenden Teilen zu bieten. Die maschinenspezifischen Produktnormen konkretisieren diese Anforderungen, z. B. durch Materialempfehlungen und notwendige Dicken in Abhängigkeit der geforderten Rückhaltefähigkeit.

Längerfristige Beanspruchungen von Polycarbonatscheiben durch Kühlschmierstoffe oder Einwirkung von UV-Strahlung führen zu einer Alterung, d. h. zur Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften (Versprödung).

Dies bedeutet, dass sich die Rückhaltefähigkeit der Polycarbonatscheiben verringert und im Schadensfall ein kritisches, viel zu niedriges Sicherheitsniveau vorliegen kann. Aufgrund dieses Alterungsphänomens sind Polycarbonatscheiben, welche in der direkten Flugbahn möglicher wegfliegender Teile liegen, als Verschleißteile einzustufen und in regelmäßigen Abständen vorsorglich auszutauschen.

Die Versprödung von Polycarbonatscheiben kann nicht durch Sichtprüfungen erkannt werden. Es ist daher erforderlich, dass der Maschinenhersteller eine zeitliche Frist für den Austausch von Polycarbonatscheiben mit sicherheitskritischen Rückhaltefunktionen festlegt.

Ein sofortiger Austausch ist jedoch dringend erforderlich

- bei plastischen Verformungen,
- nach Crashsituationen,
- bei Rissen und
- bei Beschädigungen der Randabdichtungen in Verbindung mit eingedrungenen Kühlschmierstoffen.

Es wird empfohlen, das Einbaudatum der Polycarbonatscheiben auf der Scheibe zu kennzeichnen. Beim Austausch und bei der Pflege der Sichtscheiben müssen die Einbau-, Montage- und Pflegehinweise des Herstellers beachtet werden.

2.5.1 Konventionelle Maschinen

Entgegen früherer Verbreitung finden sich heute relativ wenig Werkzeugmaschinen mit Handsteuerung in den Angeboten der Maschinenhersteller. Jedoch sind diese noch in sehr großer Anzahl in den Betrieben vorhanden.

Charakteristisch für die älteren konventionellen Maschinen ist, dass sie keine NC-Steuerung besitzen. Bei ihnen müssen alle Bewegungen der Maschinen mittels manuellem Betätigen von Schaltern oder Tastern durch den Bediener ausgelöst werden (dies gilt auch für Schlittenbewegungen, Pinolen). Wohl aber können derartige Maschinen über elektronische Wegmess-Systeme verfügen, welche die Bewegungen anzeigen. Auch Spannsysteme zum Halten von Werkstücken

können verwendet werden, wenn das Spannen nur durch den Bediener ausgelöst wird und während des Spannens der auslösende Taster die gesamte Zeit während der gefährlichen Bewegung des Spannvorganges in sicherer Entfernung betätigt werden muss (Taster ohne Selbsthaltung).

Der Arbeitsbereich der älteren konventionellen Zerspanungsmaschinen ist im Allgemeinen frei zugänglich. Jedoch sind aufgrund bekannter spezifischer Gefährdungen im Einzelfall oft Schutzmaßnahmen, deren Schutzwirkung dann vom Willen des Benutzers abhängig ist, zu ergreifen.

An allen sich drehenden Maschinenteilen besteht die Gefahr des Erfasstwerdens, unabhängig von der Art der drehenden Teile. Es ist selbstverständlich, dass die Kleidung des Bedieners z. B. von einem sich drehenden Zahnrad leichter erfasst wird, als von einer glatt rundlaufenden Welle. Jedoch sollte man sich von der Gefährlichkeit glatter schnell laufender Wellen nicht täuschen lassen. Um diese bildet sich beim Drehen eine bewegte Luftschicht aus, die lose hängende Kittel oder Hemdsärmel zum Flattern bringt. Die um die Welle rotierende Luftschicht rotiert zur Oberfläche der Welle hin mit zunehmender Geschwindigkeit, sodass sich ein Sog zur Welle hin aufbaut. Übersteigt die um die Welle flatternde Kleidung einen bestimmten Umschlingungswinkel, wird sie schlagartig

angesogen und von der Welle so schnell aufgewickelt, dass der Bediener nicht mehr reagieren kann. Deshalb ist das Arbeiten im Bereich drehender Teile mit loser oder weiter Kleidung, z. B. mit Kitteln, verboten.

Eng anliegende Arbeitskleidung ist Voraussetzung für ein sicheres Arbeiten an derartigen Maschinen. Es können z. B. auch Hemden oder ähnliche Kleidung verwendet werden. Jedoch muss diese im Körperbereich eng anliegen, was mittels Gürtel erreicht werden kann und sie darf insbesondere im Bereich der Hände keine Fangstellen aufweisen. Hier ist besonders darauf zu achten, dass die Manschetten geschlossen sind und der Stoff nicht zu weit ist. Weitere Manschetten sind nach innen umzukrempeln.



Bild 2-21: Gefahr des Erfasstwerdens an glatten, rundlaufenden Wellen

Lange Haare sind unter geeigneter Kopfbedeckung zu tragen.

Das Benutzen von persönlichen Schutzausrüstungen ist bei vielen Arbeiten vorgeschrieben. Im Bereich von drehenden Teilen kann dies aber zu schweren, sogar tödlichen Unfällen führen. Deshalb dürfen an drehenden Maschinenteilen insbesondere keine Handschuhe verwendet werden. Würde die Spitze des Bohrers in die Fingerspitze des Handschuhes einhaken und versuchen, diesen von den Fingern zu ziehen, verengt sich der Querschnitt des Handschuhfingers drastisch. Dadurch legt er sich auf dem Finger fest an. Da die Gelenke von der Fingerspitze bis zum Ellbogen aus Sattelgelenken bestehen und diese im Gelenkbereich nur

von Haut und Sehnen zusammengehalten werden (nicht von Muskeln), reißen die Finger unter den großen Reibkräften des Handschuhes auf der Haut mitsamt Sehne und Muskeln aus der Hand oder dem Arm.

Das Gleiche gilt für Schmuck in jeglicher Form. Besonders Ringe haben schon zum Verlust mancher Finger geführt.

Futterschutz in Form von beweglicher Futterchutzverdeckung ist nicht generell gefordert. Es ist immer mit einer Gefährdung beim Arbeiten mit überstehenden Spannbacken oder nicht rotations-symmetrischen Körpern, die vielleicht sogar über den Futterdurchmesser hinausragen, zu rechnen. Hier müssen Schutzeinrichtungen zum Einsatz kommen. Eine generelle Verriegelung mit dem Spindeltrieb ist nicht zwingend gefordert, minimiert jedoch das Unfallrisiko.

Zu den Unsitten zählt es auch, an Kleidung und am Körper anhaftende Späne, losen Schmutz, Kühlschmierstoffemulsionen usw. mit Pressluft abzublasen. Dabei prallen gelegentlich Späne auch in das menschliche Auge und verursachen Augenverletzungen.

Das Entfernen von Spänen ist nur mittels Handfeger erlaubt. Durch Kühlschmierstoff verunreinigte Kleidung ist zu wechseln.



Bild 2-22: Verbotswidriges Arbeiten mit Handschuhen (nachgestellt)

2.5.1.1 Bohrmaschinen

Bohrmaschinen stehen leider in der Unfallstatistik immer noch an einer der vordersten Stellen. Glaubt man doch nur zu leicht, die dort auftretenden Kräfte leicht im Griff zu haben, sich den Gefahren eines langsam drehenden Bohrers mühelos entziehen zu können oder seine Hände vom drehenden Bohrer weit genug weg zu haben.

Deshalb gilt immer:

- Wo es möglich ist, sind Bohrspindeln gegen Erreichen zu sichern.
- Werkstücke sind in geeigneten Spanneinrichtungen festzuspannen, ggf. sind diese gegen Verdrehen zu sichern.
- Niemals darf mit Handschuhen in der Nähe rotierender Bohrspindeln hantiert werden.



Bild 2-23: Bewegliche Verdeckung an einer Bohrmaschine

- Lange Haare sind in geeignetem Haarnetz unterzubringen.
- Schmuck, wie Ketten und Ringe, sind vor Aufnahme der Tätigkeiten abzulegen.
- Zum Entfernen von Spänen sind Handfeger und unter Umständen Spänehaken zur Verfügung zu stellen.
- Alle Kleidung muss eng anliegend und geschlossen sein.
- Beim Bohren von Material mit kurzbrechenden Spänen sind Schutzbrillen zu verwenden.
- Fußschutz bei langen scharfkantigen Fließspänen.

Hinweis:

Für die Einzelfallprüfung können von der Berufsgenossenschaft Holz und Metall erstellte Checklisten angefordert werden. Im Anhang 2 dieser BG-Information ist die „Checkliste für Sicht- und Funktionsprüfungen – Handgesteuerte Bohrmaschinen ohne CE-Kennzeichnung“ als Muster abgedruckt.

2.5.1.2 Drehmaschinen

Gefährdungen ergeben sich beim Betrieb von Drehmaschinen insbesondere dadurch, dass Teile mit erheblicher Geschwindigkeit fortgeschleudert werden können, z. B. Spannbacken, Elemente vom Spannfutter, Werkstücke, Werkstückteile, Späne, Werkzeuge, Werkzeugbruchstücke. Besonders

gefährlich sind offen laufende Mitnehmer, z. B. Drehherzen oder Spannvorrichtungen mit ihren weit hervorstehenden Spannschrauben oder Mitnehmerdornen. Die Gefahr des Erfassens von Kleidungsstücken oder offenen langen Haaren durch ungeschützt umlaufende, aus der Maschine herausragende Werkstücke ist beim Drehen besonders groß.

Wo mit Späneflug während des Arbeitens zu rechnen ist, sind Spänefangbleche oder -leiteinrichtungen zu verwenden. Insbesondere bei Karussell-Drehmaschinen haben diese einsteckbaren Spänefangbleche eine große Schutzwirkung gegen Fließspäne. Bei der Bearbeitung von Messing und vergleichbaren Werkstoffen ist immer mit Späneflug zu rechnen. Da die Spänefangbleche bei vielen Arbeitsgängen nicht verwendet werden müssen, reicht es aus, sie mit Magnethaltern, Steckfüßen usw. an den jeweiligen Stellen zu befestigen.

Besonders am Ende der Hohlspindel ist beim Ausblasen von Hohlwellen mit Pressluft mit Späneflug zu rechnen. Läuft an dem Ende der Hohlspindel ein Verkehrsweg vorbei, sind auffangende Einrichtungen an der Maschine zu installieren. Dies gilt auch für benachbarte Arbeitsbereiche, wenn dort Mitarbeiter durch Späneflug gefährdet werden können. Hier kommen Stellwände zum Einsatz.

Ragen Drehteile durch die Hohlspindel der Drehmaschine hinaus, sind diese insbesondere im Bereich von Verkehrswegen auf ihrer ganzen Länge zu sichern.

Bei kurzen herausragenden Wellen reichen außerhalb des Verkehrsbereiches manchmal einfache Bleche aus, die gegen unbeabsichtigtes Berühren sichern.

Das Polieren mit in der Hand gehaltenem Schleifpapier ist ebenfalls eine Unsitte.

Erfasst die Welle das Schleifpapier, gelingt es kaum, das Schleifpapier schnell genug loszulassen, was oft schwer wiegende Handverletzungen mit sich bringt. Deshalb ist es immer zu verbieten. Eine Alternative bietet auf Schleifbretter aufgespanntes Schleifpapier.

Werden Werkstücke von Hand gespannt, sind zum Erzielen einer ausreichenden Spannkraft die vom Hersteller gelieferten Futterschlüssel zu verwenden.

Das Gefahr bringende Steckenbleiben der Spannschlüssel im Futter wird zuverlässig verhindert, wenn nur Sicherheitsschlüssel verwendet werden. Sie heben durch Federkraft nach Freigabe selbsttätig von der Spannschraube ab. Wo immer möglich, sollten längere Werkstücke über ein zusätzliches Gegenlager, z. B. Reitstock, eingespannt und

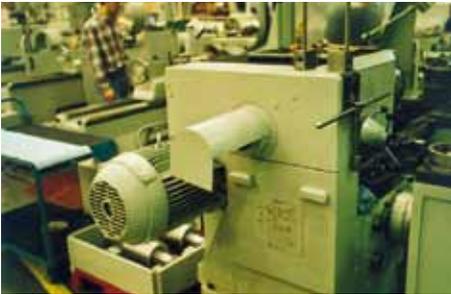


Bild 2-24: Spänefangereinrichtung an einer Drehmaschinenhohlwelle



Bild 2-25: Armhaltung beim Polieren



Bild 2-26: Schutzausrüstung am Drehmaschinenarbeitsplatz

zentriert werden. Bei sehr langen Werkstücken kann die beidseitige Einspannung durch Futter- und Reitstock nicht mehr ausreichend sicher sein. Das Werkstück sollte dann zusätzlich über eine Lünette geführt werden.

Drehstähle sollten durch mindestens zwei Spannschrauben fest eingespannt werden. Um Vibrationen zu vermeiden, ist die aus dem Werkzeughalter hervorstehende Freilänge des Drehstahls möglichst kurz zu halten. Beim Einsatz von Mitnehmern sind Drehherzen grundsätzlich glatt- und rundlaufend zu gestalten. Dies kann z. B. durch nachträgliches Anbringen eines Schutzringes am Drehherz erfolgen. Neue Drehherzen sind rotationssymmetrisch ausgeführt.

Spänehacken müssen im Handbereich offen gestaltet sein, z. B. mit einem Feilenheft versehen. Ringförmig geschlossene Griffe, in die man die Finger stecken kann, sind besonders bei Fließspänen äußerst gefährlich. Wollte man damit die Fließspäne aus dem Arbeitsbereich ziehen und würden diese schlagartig von drehenden Teilen aufgewickelt werden, hätte der Bediener keine Zeit mehr, den Griff des Spänehackens loszulassen. Er würde mit der Hand und unter Umständen mit dem Körper eingezogen werden. Gegen herumschlagende Späne müssen Spänehacken am Griff einen Schutz haben.

Hinweis:

Für die Einzelfallprüfungen können von der Berufsgenossenschaft Holz und Metall erstellte Checklisten angefordert werden.

2.5.1.3 Fräsmaschinen

Die auftretenden Gefährdungen resultieren vorwiegend aus den Rotations- und Axialbewegungen von Werkzeugen und Werkstücken, insbesondere wenn bei laufenden Werkzeugen Werkstücke eingespannt oder vermessen bzw. Kühlschmierstoffzufuhren eingestellt oder Späne beseitigt werden.

Fräser sind deshalb mit einer Schutzhaube auszurüsten, die nur den zum Schneiden benutzten Teil des Umfanges frei lässt (Fräferschutz). Der Fräferschutz kann fest oder beweglich sein. Einen universellen Fräferschutz gibt es nicht. Er ist deshalb in Abhängigkeit von den durchzuführenden Arbeiten durch den Betreiber selbst zu beschaffen oder herzustellen und anzubringen. Entsprechende Befestigungsmöglichkeiten müssen jedoch an der Fräsmaschine vorhanden sein. Ein Fräferschutz sollte vielseitig verwendbar sein und sich schnell verstellen lassen, damit sein Einsatz auch sinnvoll ist. Fräferschutzeinrichtungen verhindern auch Hand- und Fingerverletzungen beim Arbeiten in der Nähe stillstehender Fräserwerkzeuge.

Auch beim Wechsel und Transport der Werkzeuge können durch die scharfen Messer der Fräserwerkzeuge Schnittverletzungen verursacht werden. Sinnvoll ist es, Fräser in Transportbehältern zu transportieren oder mit Schnittkantenschutz (besonders nach dem Schärfen) zu versehen. Hierbei dürfen ausnahmsweise Schutzhandschuhe verwendet werden. Vermessungen am Werkstück dürfen



Bild 2-27: Fräferschutz



Bild 2-28: Werkzeugwagen

immer nur beim zum Stillstand gekommenen Fräser ausgeführt werden.

Für Reinigungsarbeiten dürfen nur Handfeger zum Einsatz kommen.

Gegen wegfliegende Späne und Fräserbruchstücke sind fangende Schutzeinrichtungen zu installieren.

Hinweis:

Für die Einzelfallprüfungen können von der Berufsgenossenschaft Holz und Metall erstellte Checklisten angefordert werden.

2.5.1.4 Sägemaschinen

Allen drei Typen von Sägemaschinen – Bügel-, Band- und Kreissägen – sind unten stehende Gefährdungsmerkmale gemeinsam und somit vom Hersteller der Säge zu berücksichtigen:

- Abtrennung von Körperteilen durch Einzug in das laufende Sägeblatt
- Quetschgefährdungen der Hände oder unteren Gliedmaßen durch Spanneinrichtungen
- Quetschgefährdungen durch den Späneförderer
- weitere Gefährdungen durch scharfkantige Werkstücke, Kühlschmierstoffe und Wechsel des Sägeblattes bzw. -bandes

Konstruktiv muss der zum Sägevorgang benötigte Teil des Sägeblattes bzw. Sägebandes in das Werkstück eingreifen können und damit für den Sägevorgang freiliegen.

Schutzeinrichtungen, wie

- die Kombination aus feststehender und beweglicher trennender Schutzeinrichtung bei der Kreissäge,
- Abschaltungen des Sägevorganges bei Bügel- und Bandsäge sowie
- die Kombination aus feststehender trennender Schutzeinrichtung für das umlaufende Sägeband mit beweglichen Abdeckungen für den Sägebereich bei der Bandsäge

schützen den Bediener vor unbeabsichtigtem Eingreifen in den laufenden Sägezahn. Es ist darauf zu achten, dass die Schutzeinrichtungen einerseits nicht demontiert und andererseits für die jeweilige Sägeaufgabe richtig



Bild 2-29: Betätigungselemente an der rechten Seite einer Säge außerhalb des Gefahrenbereiches

eingestellt werden (Verdeckung des unbenutzten Sägebandes neben dem Schnittbereich, Ausschaltkontakt bei der Bügelsäge).

Spanneinrichtungen werden bei manueller Betätigung mittels ortsbindender Befehls-einrichtung ausgelöst, meist im Zweihandbe-trieb. Beim Spannen muss sich der Bediener vergewissern, dass keine zweite Person gequetscht wird.

Sägen mit angegliedertem Fördersystem verfügen über mindestens zwei Spannvorrichtungen, die jeweils an der Ein- und Auslaufseite des Schneidebereichs liegen. Vom Konstrukteur werden diese Gefahrenbereiche in der Regel mit trennenden Schutzeinrichtungen versehen, um ein Eingreifen zu verhindern. Auslaufbereiche müssen häufig offen liegen. Trennende Schutzeinrichtungen sind daher nicht oder nur bedingt einsetzbar. Ein einfaches Warnschild gegen die Quetschgefahr reicht als einzige Schutzmaßnahme keineswegs aus! Die Spanneinrichtung der Auslaufseite ist im Regelfall im Hub auf < 4 mm begrenzt einzustellen, sodass kein Finger zwischen den anzupressenden Teil des Werkstückes und der Spannvorrichtung gelangen kann.

Späneförderer sind meist an neueren Sägen vorzufinden. Sie sind entweder durch eigen-sichere Technik (z. B. beim Schneckenförde- rer durch einseitige, „fliegend gelagerte“

Aufhängung) oder durch trennende Schutz-einrichtungen gesichert. Diese Schutzeinrich-tungen müssen wirksam bleiben.

Besonders bei handgeführten kleineren Sägemaschinen wird das Werkstück gelegent-lich in der Hand gehalten und gesägt. Damit der Bediener sich nicht am scharfkantigen Werkstück verletzt, zieht er meist auch noch Handschuhe an. Beide Handlungen sind verbotswidrig und strikt zu untersagen.

- Werkstück und Sägeblatt können sich ver-kanten, das Werkstück wird, wenn es nicht durch die Spannvorrichtung fixiert ist, weg-gerissen – Folgeverletzungen sind möglich.
- Handschuhe werden vom Sägeblatt erfasst und mitgezogen – der gesamte Arm des Bedieners wird verletzt.

Abhilfe:

Wird das Werkstück bei manueller Bestü-ckung bei ausgeschalteter Maschine ge-spannt, können Handschuhe getragen wer-den. Erst danach darf die Maschine in Gang gesetzt werden. Das Bedienen laufender Maschinen mit Handschuhen ist nicht gestat-tet.

2.5.2 Programmgesteuerte Maschinen

2.5.2.1 Allgemein übergreifende Schutzmaßnahmen

Programmgesteuerte Maschinen zeichnen sich durch automatisch ablaufende Maschi-

nenbewegungen aus, ohne dass diese vom Bediener einzeln angesteuert werden.

Oft liegt die Aufgabe für den Bediener darin, den automatischen Betrieb zu überwachen. Unerwarteten Maschinenbewegungen werden hier durch entsprechende Konstruktion und Schutzeinrichtungen begegnet, die das Erreichen von Gefahrstellen und das gewollte Umgehen der Schutzeinrichtungen verhindern.

Schutzeinrichtungen können auf der Grundlage der Gefahrenanalyse des Herstellers und auch in Kombination sein:

- trennende feste und/oder bewegliche Schutzeinrichtungen (klassisch: „Schutzzaun“ mit Zugangstür)
- berührungslos wirkende Schutzeinrichtung (BWS: z. B. Lichtschranken [0,4/0,9 m über dem Boden oder 0,3/0,7/1,1 m über dem Boden], Lichtvorhang, Laserscanner)
- taktil arbeitende Schutzeinrichtungen (z. B. Schaltmatte, Bumper)

Programmgesteuerte Maschinen weisen mindestens zwei Betriebsarten auf,

- Automatikbetrieb und
- Manueller Betrieb.
- Im Einzelfall auch spezielle Betriebsarten für kundenspezifische Anforderungen (Sonderbetrieb).

Ein Umschalten zwischen den verschiedenen Betriebsarten muss willentlich durch dazu befugte Personen geschehen. Dies geschieht entweder mit einem Schlüsselschalter oder einem Code. Es darf bei der Umschaltung zu keinen gefährlichen Betriebszuständen kommen.

Die befugte Person trägt mit der Gewalt über den Schlüssel oder den Code die Verantwortung, dass kein Unbefugter diese Schaltungen vornimmt. Besonders bei speziellen Betriebsarten könnte es für nicht mit der Maschine oder Anlage vertraute Personen zu gefährlichen Situationen kommen.

Vor dem Start des Automatikbetriebes muss sich der Bediener vergewissern, dass sich keine Personen im Gefahrenbereich aufhalten. Ist die Maschine oder auch Anlage nicht komplett einsehbar, können Kamerasysteme eingesetzt werden, um die geforderte Einsehbarkeit zu erreichen. Warnsignale kommen nur dann zum Einsatz, wenn die zu warnenden Personen eine leichte Möglichkeit haben, auf das Warnsignal zu reagieren und sich rechtzeitig aus dem Gefahrenbereich entfernen können.

Auch Materialein- und auslaufstellen mit automatisch zu- und abgeführten Werkstücken und Materialien sind, bedingt durch die automatische Funktion, mit besonderer Aufmerksamkeit zu behandeln. Öffnungen in

automatisierten Maschinen oder Anlagen sind nach der EN ISO 13857 „Sicherheitsabstände“ auf ihre Begehbarkeit zu bewerten. Schutzmaßnahmen sind jedoch von der Einstiegshöhe und dem Arbeitsumfeld abhängig.

Das Schutzkonzept muss u. a. folgende Parameter beinhalten:

- Wahrscheinlichkeit, dass diese Öffnung als Einstieg benutzt werden kann oder einfach nur als Umgehung für weitere Schutzmaßnahmen benutzt wird
- Öffnungen über 1 m senkrechter Höhe ohne Steighilfe gelten als nicht begehbar, wenn der Fuß dabei keinen sicheren Halt findet
- Materialbeschaffenheit (Unterschied: festes Material, flüssiges Material)
- Materialdurchlasshäufigkeit

Intelligente Muting-Systeme bieten dem Hersteller oft geeignete Schutzmaßnahmen. Muting ist eine zeitlich begrenzte automatische Aufhebung der Schutzfunktion einer Schutzeinrichtung unter Einbeziehung zusätzlicher Schutzmaßnahmen gegen Überlastung während des Produktionsablaufes.

Werden trennende Schutzeinrichtungen zur Absicherung verwendet, können sich an den Einlaufstellen zwischen Werkstück und der Schutzeinrichtung Quetsch- und Scherstellen bilden.

Zur Vermeidung, auch in Abhängigkeit des Nachlaufes des Transportsystems, bieten sich drei grundsätzliche Lösungsansätze an:

- Begrenzung der Energie, sodass eine Quetschkraft von 150 N bei nicht reagierenden Schutzeinrichtungen nicht überschritten wird (z. B. durch leistungsarme Antriebe, Rutschkupplungen).
- Sicherung des Einlaufes durch elektrisch überwachte Pendelklappe (siehe Bild 2-30).



Bild 2-30: Einlaufschutz am formschlüssigen Transportsystem mit hoher Zugkraft



Bild 2-31: Transportsystem mit Friktionsantrieb

- Vergrößerung des Einlaufbereiches und zusätzliche Absicherung mit Schutzeinrichtungen, wie Lichtgitter, Schalmatten, in Verbindung mit Muting.

Erfolgt die Eingabe des Materials mittels manueller Auslösung, muss der Bediener volle Sicht auf alle Gefahrstellen haben. Steht er so nahe an den Gefahrstellen, dass er sich selbst verletzen könnte, muss er eine Zweihandschaltung verwenden. In anderen Fällen würde auch ein Tippschalter ohne Selbsthaltung in entsprechender Entfernung ausreichen.



Bild 2-32: Auslösung eines Materialtransportes durch ortsbindende Zweihandbedienung

2.5.2.2 Betriebsarten

Wesentlich für das sichere Betreiben von Maschinen und Anlagen sind neben den peripheren Schutzeinrichtungen die in der Steuerung installierten Betriebsarten bzw. ob die Maschinen die entsprechenden Funktionen aufweisen, die für die Herstellung der häufig komplexen Werkstücke notwendig sind.

Bei Maschinen mit NC-Steuerungen müssen zumindest die Betriebsarten

- Automatikbetrieb und
 - Manueller Betrieb
- vorhanden sein.

Einige internationale Normen enthalten bereits maschinenspezifische Regelungen zu Betriebsarten. Deshalb werden in diesem Abschnitt nur grundsätzliche Voraussetzungen zu ausgewählten Maschinentypen aufgeführt.

Bei großen NC-Fräsmaschinen, Bohr- und Fräswerken und Bearbeitungszentren sind in der Regel weitere Betriebsarten erforderlich, aber auch bei Großdrehmaschinen kann zur Herstellung großer genauer Bauteile eine zusätzliche Betriebsart notwendig werden.

Für die Anwahl der Betriebsarten „Automatikbetrieb“, „Einrichtbetrieb“ und ggf. „Manueller Eingriff“ ist am Hauptbedienfeld ein in allen Stellungen abschließbarer Betriebsartenwahlschalter zur Verfügung zu stellen. Der Betriebsartenwahlschalter muss sicher



Bild 2-33: Hauptbedienfeld der CNC-Steuerung eines großen Bearbeitungszentrums mit abschließbarem Betriebsartenwahlschalter

wirken und gewährleisten, dass immer nur die angewählte Betriebsart aktiv ist. Dies gilt auch für Handbediengeräte, wenn sie für den Einrichtbetrieb vorhanden sind, d. h. Durchführen des Einrichtbetriebs über das Hauptbedienfeld oder über das Handbediengerät.

Betriebsartenwahlschalter müssen deutlich gekennzeichnet sein bzw. die Zuordnung zu den vorhandenen Betriebsarten muss eindeutig sein.

Automatikbetrieb

Betriebsart 1 = Automatikbetrieb

In dieser Betriebsart darf die Maschine mit allen Funktionen bzw. mit vollen Geschwindigkeiten und Drehzahlen (Arbeitsgeschwindigkeit) gefahren werden.

Sicherheitstechnische Voraussetzungen für Automatikbetrieb:

- Betriebsartenwahlschalter in Stellung „Automatikbetrieb“ geschaltet.
- Keine Person(en) im Arbeitsbereich der Maschine (visuelle Kontrolle durch Bedienperson, bevor Automatikbetrieb gestartet wird).
- Alle Schutztüren geschlossen (elektrisch überwacht) bzw. alle Schutzeinrichtungen in Schutzstellung (aktiv). Bei langen Nachlaufzeiten rotierender Werkzeugspindeln oder rotierender Werkstücke müssen trennende Schutzeinrichtungen zusätzlich mit Zuhalteeinrichtungen ausgerüstet sein,



Bild 2-34: Handbediengerät mit Zustimmungstaster (rote Schaltfläche). Mit einem Handbediengerät kann man in die Steuerung – insbesondere Automatiksteuerung einer Maschine – eingreifen, um den Zerspanungsprozess ggf. sofort zu unterbrechen oder zu korrigieren

welche die trennenden Schutzeinrichtungen erst freigeben, wenn Stillstand erreicht ist.

Manueller Betrieb

Unter manuellem Betrieb werden alle Betriebsmodi verstanden, in denen der Mensch steuernd eingreift. Hier haben die Normensetzer die Möglichkeit, besondere maschinentypische Regelungen festzuschreiben. Grundsätzlich sind je nach Maschinentyp andere Betriebsarten und Betriebsarteninhalte regelbar.

So ist im Allgemeinen während des Automatikbetriebes ein handgesteuerter Werkstückwechsel möglich, jedoch nur unter der Voraussetzung, dass von der Öffnung aus, durch die der Wechsel erfolgen soll, keine dahinter liegenden, im Automatikbetrieb befindlichen Teile erreichbar sind. Das bedeutet, dass hier hinter den äußeren Schutzeinrichtungen u. U. innere zusätzliche Schutzeinrichtungen zum Einsatz kommen müssen.

Sind dahinter liegende, im Automatikbetrieb befindliche Teile erreichbar, müssen diese zum Werkstückwechsel stillgesetzt werden (Stillstandsüberwachung). Dann dürfen bei offenen Schutztüren bzw. bei außer Kraft gesetzten Schutzeinrichtungen Kraftspanneinrichtungen unter Verwendung einer Tipperschaltung und einer auf 2 m/min begrenzten Geschwindigkeit der Spannabewegung betätigt werden.



Bild 2-35: Großes Bearbeitungszentrum; Automatikbetrieb bei geschlossener Umhausung. Links im Bild ist eine Fernsehkamera zu sehen, mit welcher der Innenraum der Maschine (Spindel mit Fräsbahn) auf einem Bildschirm am Hauptbedienfeld abgebildet wird



Bild 2-36: Großes Bearbeitungszentrum; unzureichende Sicht von außerhalb auf die Spindel bzw. die Fräsbahn des Fräsers. In vielen Fällen kann eine Fernsehkamera eine ausreichende Bildinformation von Spindel und Fräsbahn auf einen Bildschirm nach außen übertragen, sodass ein Betreten des Gefahrenbereichs der Maschine bei laufendem Betrieb nicht notwendig ist

Bei großen Quetschgefahren für Finger und Hände ist eine Zweihandschaltung zu verwenden.

Dasselbe gilt bei Drehmaschinen für Kraftspannfutter und kraftbewegte Reitstockpinolen; die Bewegungsgeschwindigkeit von Reitstockpinolen muss auf $v \leq 2$ m/min begrenzt sein.

Betriebsart 2 = Einrichtbetrieb

In dieser Betriebsart sind alle Tätigkeiten auszuführen, die vor einem automatischen Betrieb durchgeführt werden müssen, z. B.

- Vermessen des Werkstücks mit einem Messtaster, der zu diesem Zweck in die stillstehende Spindel eingesetzt ist,
- Antasten bzw. „Ankratzen“ des Werkstücks mit dem Werkzeug, um die exakte Lage des Werkstücks bestimmen zu können.

Sicherheitstechnische Voraussetzungen für Einrichtbetrieb sind

- Betriebsartenwahlschalter in Stellung „Einrichtbetrieb“ geschaltet,
- Spindel- und Planscheibenbewegungen und rotierende Werkzeuge reduziert auf 50 U/min (Drehmaschinen), andere Geschwindigkeiten sind möglich (Bearbeitungszentren), wenn bei beiden Maschinentypen die Spindel innerhalb zwei Umdrehungen zum Stillstand kommt und die Achsbewegungen < 2 m/min sind und nur steuerbar unter Verwendung eines

- Tippschalters (Steuereinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung) in Verbindung mit sicher reduzierten Geschwindigkeiten/Drehzahlen oder
- schrittweise Bewegungen von nicht mehr als 6 mm (Drehmaschinen) bzw. 10 mm (Bearbeitungszentren, inkrementelles Verfahren),

alternativ:

- Tippschalter in Verbindung mit einem Zustimmschalter,
- Bewegungen von Revolverköpfen nur in Einzelschrittschaltung unter Verwendung eines
 - Tippschalters (Steuereinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung) zusammen mit einem Zustimmschalter oder
 - Zweihandschaltung, wenn in den Gefahrenbereich der Revolverköpfe gegriffen werden kann.

Betriebsart 3 = Manuelles Eingreifen/Manueller Eingriff

Diese Betriebsart darf bei Bohr- und Fräsmaschinen mit Automatiksteuerung und Bearbeitungszentren nur dann zur Verfügung stehen, wenn die betreffenden Maschinenbetreiber zwingende technologische Gründe bei der Herstellung der Werkstücke nachweisen können. Dies ist häufig der Fall, wenn mit diesen Maschinen keine Serienteile, sondern nur Einzelwerkstücke mit komplexer Formgebung hergestellt werden, z. B. beim

Einsatz dieser Maschine im Werkzeug- und Formenbau, in der Instandhaltung oder für Nacharbeiten.

Betriebsart 3 ist ein automatischer Betrieb der Maschine bei außer Kraft gesetzten Schutzeinrichtungen, jedoch nur in Verbindung mit eingeschränkten Maschinenfunktionen, z. B.

- reduzierte Achsgeschwindigkeiten,
- reduzierter Spindeldrehzahl,
- keine hohen Drücke bei Verwendung von Kühlmitteln,
- gefährliche Maschinenfunktionen, z. B. Werkzeugwechselbewegungen, Palettenbewegungen usw., sicher abgeschaltet.

Die verbleibenden Maschinenbewegungen dürfen zwangsläufig nur durch ständiges Betätigen eines Zustimmungsschalters ermöglicht werden (z. B. am Hauptbedienfeld oder auf einem Handbediengerät installiert). Die Achsgeschwindigkeiten in Betriebsart 3 müssen auf 5 m/min steuerungstechnisch begrenzt sein.

Die Drehzahl der Werkzeugspindeln darf nur so hoch sein, dass nach Abschalten dieser Spindeln nach 5 Spindelumdrehungen ein Stillstand gewährleistet ist.

Betriebsart 3 ist nur zulässig, wenn bei offener(n) Schutztüre(n) die Spindeldrehzahl im NC-Betrieb begrenzt ist und dieser Betrieb

nur über einen Zustimmungsschalter ermöglicht wird. Sie darf nur hierfür besonders geschulten Bedienpersonen (maschinenspezifisch und sicherheitstechnisch unterwiesen) ermöglicht werden (schriftliche Beauftragung ist empfehlenswert). Zusätzlich ist eine Betriebsanweisung an der betreffenden Maschine anzubringen, in der auch zum Ausdruck kommen muss, in welchen Fällen Betriebsart 3 anzuwenden ist. Betriebsart 3 darf nur, wie die anderen Betriebsarten auch, z. B. durch einen entsprechenden Schlüssel anwählbar sein.

Es gibt Situationen, in denen die Bildinformation einer Fernsehkamera nicht ausreicht, um eine Maschine ganz von außen zu steuern. In diesen Fällen muss der Bediener den Gefahrenbereich der Maschine betreten und die Maschine mit einem Handbediengerät



Bild 2-37: Betriebsart 3 an einem Fräszentrum

bei reduzierten Funktionen und unter ständigem Betätigen eines Zustimmtasters steuern, um z. B. eine Kollision der Spindel mit dem Werkstück zu verhindern (Betriebsart 3).

Sonderbetriebsarten

Bei bestimmten Fertigungsabläufen an Maschinen ist es erforderlich, einen automatischen Prozess zeitweise ohne die Schutzeinrichtungen aus der Nähe zu beobachten. Gemäß den Anforderungen der EG-Maschinenrichtlinie und einschlägigen Europanormen ist dieser Sonderbetrieb nicht ohne Weiteres erlaubt.

Für diese Sonderbetriebsart sind geeignete Sicherheitsmaßnahmen zu treffen.

Diese Vorgehensweise muss in intensivem Kontakt zwischen Hersteller und Betreiber stattfinden, um insbesondere auch die Verhaltensanforderungen an das Bedienpersonal richtig analysieren und umsetzen zu können. Durch dieses verantwortungsvolle Handeln soll die Manipulation von Schutzeinrichtungen oder versteckt angebrachte Schlüsselschalter zum Aufheben von Sicherheitsmaßnahmen verhindert werden.

Um von dieser Möglichkeit Gebrauch machen zu können, sind einige Voraussetzungen einzuhalten (siehe EN ISO 11161):

Prozessbeobachtung

- Können zusätzliche Systeme (Videokamera, Körperschallaufnehmer) das Fertigungsproblem ohne Einführung einer neuen Betriebsart lösen?
- Hat eine ausreichende, dokumentierte Beratung zwischen Maschinenhersteller und Betreiber stattgefunden?
- Wurde eine Risikobeurteilung durchgeführt?

Einführung der Prozessbeobachtung:

- Verwendung konstruktiver Schutzmaßnahmen
- sichere Begrenzung von Drehzahl und Verfahrwegen auf das technologisch Notwendige
- manueller Start nach Stillstand
- automatischen Werkzeugwechsel vermeiden
- Palettenwechsel vermeiden
- Kühlschmierstoff mit Hochdruck vermeiden
- manuelle Quittierung der Kühlmittelfreigabe
- leichte Erreichbarkeit von Einrichtungen zum Stillsetzen im Notfall
- autorisierter Zugang (Schlüsselschalter/ Passwort)

Unter Umständen zusätzlich, bei nicht akzeptablem Restrisiko für den Bediener:

- besondere Qualifizierung der Mitarbeiter
- regelmäßige Unterweisung (schriftlicher Nachweis)

- persönliche Schutzausrüstung
- Betriebsanweisung für die zusätzliche Betriebsart anbringen

Oberstes Gebot ist immer, dass diese Betriebsart die absolute Ausnahme sein muss und deshalb in den Fällen, in denen sie nicht benötigt wird, nicht ständig zur Verfügung stehen darf. Der Schlüssel zum Aktivieren dieser Betriebsart ist unter Verschluss zu halten. Die Herausgabe und die Zurückgabe sollte dokumentiert werden.

Kann dies alles nicht gewährleistet werden, darf eine zusätzliche Betriebsart nicht eingeführt werden.

2.5.2.3 Gefährdungen beim Programmieren

Neben den Möglichkeiten einer offensichtlichen Fehlprogrammierung liegen Fehler und sich daraus ergebende Gefährdungen im Programmhandling.

Programme werden geschrieben

- im Programmierbüro; die Daten werden der Maschine über Kabel zugeleitet,
- an der Maschine selbst (Teach-In),
- in der Programmnachbearbeitung vor Ort an der Maschine,
- innerhalb des Programmtests an der Maschine.

Grundsätzlich müssen Programmierarbeiten an Anlagen innerhalb von Schutzzonen von

einem sicheren Standort ausgeführt werden, der vom Hersteller der Anlage vorgegeben werden muss. An diesen Standorten kommen in der Regel Programmierhandgeräte (PHG) zur Anwendung. Gefahr bringende Bewegungen innerhalb des von außen geschützten Bereiches werden grundsätzlich mit reduzierten Geschwindigkeiten gefahren, bei Geschwindigkeiten bis 5 m/min zusätzlich mit Bestätigung über Zustimmungstaste. Somit hat der Programmierer die Möglichkeit, sich der Gefahr bringenden Bewegung notfalls von selbst zu entziehen. Arbeiten mehrere Programmierer im Bereich Gefahr bringender Bewegungen, so muss jeder Einzelne eine Zustimmung über Zustimmungsschalter geben.

2.5.2.4 Gefährdungen bei der Fehlersuche, im Probe- und Reparaturbetrieb

Fehlersuche ist keine Improvisation! Fehlersuche ist, wie Probetrieb und Reparatur, die Tätigkeit, bei der dem Mitarbeiter die genauesten Kenntnisse der Maschine und über deren Betriebsabläufe abverlangt werden. Daher müssen diese Betriebsarten bereits bei der Planung der Maschine durch den Hersteller mitbedacht und den später Ausführenden bei der Einarbeitung vermittelt werden. Sichere Betriebszustände müssen die jeweiligen Arbeitsaufgaben unterstützen.

Die hier genannten Betriebsmodi, einschließlich der Reinigung, haben bei Anlagen eines grundlegend gemeinsam:

Während ein Maschinenteil oder ein Teil einer Anlage weiter im Automatikbetrieb produziert, soll eine Person in den von außen geschützten (stillstehenden) Bereich der Maschine/Anlage eintreten, um die entsprechende Arbeitsaufgabe zu lösen.

Dementsprechend ist es unumgänglich, dass die Kommunikation zwischen dem Hersteller und dem Betreiber von der ersten Planung einer Anlage bis zu deren Abbau sehr intensiv gepflegt wird. Fehlender Informationsaustausch bei der Planung einer Anlage führt gerade bei den hier aufgeführten Betriebsmodi zu vorhersehbarer Fehlanwendung und sicherheitswidrigem Verhalten der ausführenden Personen.

Bei der Planung sollten die Arbeitsaufgaben und deren Bereiche und die damit zusammenhängenden Gefährdungen in Abhängigkeit der projektierten Anlage bestimmt werden. Mit diesen Informationen können Anlagen in unterschiedliche Schutzzonen unterteilt werden, die durch Schutzeinrichtungen getrennt sind. Die verschiedenen Schutzzonen werden dann mit einer übergeordneten Steuerung verknüpft. Diese Reihenfolge bewirkt, dass der Planer einer solchen Anlage keine Arbeitsaufgaben vergisst und

sie im sicherheitstechnischen Konzept der Anlage realisiert.

2.5.2.5 Notbefehleinrichtungen (Not-Halt-Befehlsgeräte)

Jede Maschine, auch programmgesteuerte Maschinen, benötigen mindestens eine Notbefehleinrichtung.

Die Planung einzelner Not-Aus-Bereiche ist für größere Anlagen umfangreicher und bedarf genauerer Vorüberlegungen:

Abhängig vom Zonenkonzept muss ermittelt werden, ob für die sich in der Einzelzone bewegend Person die auf deren Programmierhandgerät (PHG) befindliche Notbefehleinrichtung nur die Gefahr bringenden Bewegungen der entsprechenden Zone zum Stillstand bringt oder ob weitere Zonen mit einbezogen werden müssen. Darüber hinaus ist selbstverständlich,



Bild 2-38: Große eingehauste Vertikal-Drehmaschine mit Freifahrereinrichtung

dass sich auch Notbefehlseinrichtungen an jeder einzelnen Maschine in einer Anlage befinden. Eine übergelagerte Not-Aus-Einrichtung zur Betätigung von außerhalb stehenden Personen ist zusätzlich zu installieren.

2.5.2.6 Freifahrmöglichkeiten im Gefahrenfall

Bei entsprechenden Gefahrenbereichen sind Einrichtungen zum manuellen Freifahren von Achsen – unabhängig vom Hauptbedienfeld – zur Verfügung zu stellen, um im Gefahrenfall gefährdete Personen schnell befreien zu können. Diese Einrichtungen sind sinnfällig/

eindeutig zu kennzeichnen, um Verwechslungen beim Auslösen von Freifahrbewegungen ausschließen zu können:

- Bei nicht abgeschalteter Antriebsenergie der Maschine sind dafür z. B. gekennzeichnete Tiptaster zur Verfügung zu stellen.
- Bei abgeschalteter Maschine sind entsprechende Einrichtungen deutlich zu markieren/kennzeichnen, z. B.
 - manuell betätigbare Druckentlastungsventile, wenn die Gefahr von unter Druck stehenden Maschinenteilen ausgeht oder
 - manuell lösbare Bremsen, wenn dies zum Befreien von Personen notwendig ist (Achtung: bei vertikalen Achsen ohne Gewichtsausgleich ist diese Lösung nicht zulässig).



Bild 2-39: Freifahrereinrichtung mit sinnfälliger Kennzeichnung der Achsbewegungen über eigene Tiptaster

2.5.2.7 Anforderungen an Spannfutter für die sichere Werkstückaufnahme

Die sichere Einspannung der Werkstücke zur spannenden Bearbeitung ist besonders bei Drehmaschinen wichtig, da der durch die Rotation hohe Energieinhalt der Werkstücke insbesondere bei Großdrehmaschinen durch trennende Schutzeinrichtungen nicht beherrschbar ist.

Aus diesem Grund ergeben sich folgende generelle Sicherheitsanforderungen:

- Handbetätigte und kraftbetätigte Spannfutter müssen EN 1550 entsprechen.

- Wenn die Hauptspindel einer Maschine in Betrieb ist, darf es nicht möglich sein, das Öffnen oder Schließen des Kraftspannfutters manuell auszulösen.
- Maschinensteuerungen müssen für die Eingabe/Bestätigung der zu programmierenden höchsten Spindeldrehzahl für das zu bearbeitende Werkstück und für die Eingabe/Bestätigung der höchstzulässigen Drehzahl des auf der Maschine gerüsteten Kraftspannfutters programmtechnische Einrichtungen aufweisen. Diese müssen in Betriebsart 1 (Automatikbetrieb) den Anlauf der Hauptspindel steuerungstechnisch verhindern, wenn der Bediener bei Programmwechsel (anderes Werkstück) versäumt, diese Drehzahlen erneut in die Steuerung einzugeben bzw. zu bestätigen.
Die Steuerung muss ferner den Anlauf der Hauptspindel automatisch blockieren, wenn die programmierte Höchstdrehzahl zur Bearbeitung des Werkstücks höher liegt als die höchstzulässige Drehzahl des gerüsteten Kraftspannfutters.
- Kraftbetätigte Werkstückspanneinrichtungen (z. B. Kraftspannfutter) müssen eine Spanndruck- und Spannwegüberwachungseinrichtung aufweisen. Diese Überwachungseinrichtung muss einen Anlauf der Hauptspindel verhindern, wenn die erforderliche Spannkraft nicht erreicht wird oder der erforderliche verbleibende Spannhub unzureichend ist.
- Wenn bei kraftbetätigten Werkstückspanneinrichtungen während des Maschinenbetriebs die Spannkraft oder der verbleibende Spannhub unter die vorgegebenen Mindestwerte fallen, muss automatisch ein Not-Aus ausgelöst werden. Die erforderliche Spannkraft muss dabei so lange aufrecht erhalten bleiben, bis die Hauptspindel zum Stillstand gekommen ist, z. B. durch ein geeignetes Rückschlagventil (Sitzventil) in der Spannhydraulik.
- Für den Fall, dass die Maschine so hohe Beschleunigungs- und Verzögerungswerte im Hauptspindeltrieb aufweist, dass dadurch die sichere Spannung der Werkstücke nicht mehr gewährleistet werden kann, müssen Einrichtungen vorgesehen werden, mit denen die Beschleunigungs- und Verzögerungswerte gemindert werden können. Diese Einrichtungen müssen dem Zugriff von unberechtigten Personen entziehbar sein (Schlüsselschalter, Zugriffscode).
- Bei manueller Werkstückspannung (z. B. durch handbetätigte Spannfutter) muss verhindert sein, dass der Spannschlüssel im Spannzeug vergessen wird und dabei die Hauptspindel anlaufen kann. Lösungen, die dies verhindern, sind z. B. – mit dem Hauptspindeltrieb verriegelte Futterschutzhaube, die bei stecken gebliebenem Spannschlüssel nicht geschlossen werden kann,

- codierte Positionsabfrage auf Vorhandensein des Spannschlüssels an einem sicheren Ort (eine derartige Schaltung darf nicht auf einfache Weise überbrückbar sein, z. B. durch einen Rundstahl gleichen Durchmessers),
- selbstauswerfende federgespannte Spannschlüssel.

2.5.2.8 Aufspannen und Bearbeiten von exzentrischen Rohlingen bzw. Werkstücken

Bei schweren Werkstücken mit großer Exzentrizität (keine zentrale Schwerpunktlage) können bei Dreharbeiten so große Unwucht- bzw. Fliehkräfte auftreten, dass ein ordnungsgemäßes Drehen nicht mehr möglich ist. Außerdem können die Spannzeuge überlastet werden, was zum Herausschleudern des Werkstücks aus der Werkstückaufnahme führen kann.

In diesen Fällen müssen geeignete Ausgleichsgewichte bestimmt werden (z. B. durch Berechnung), die zusammen mit dem Werkstück gerüstet werden müssen.

Für derartige Fälle sollte die Maschinensteuerung ein Softwareprogramm aufweisen, mit dessen Hilfe der Bediener die erforderlichen Ausgleichsgewichte nach Lage und Gewicht ermitteln kann.

Empfehlenswert ist auch der generelle Einbau eines Unwuchtsensors, der den Hauptspindeltrieb sicher stillsetzt, wenn der voreingestellte unveränderbare Grenzwert überschritten wird.

2.5.3 Automatisierte Fertigungssysteme

2.5.3.1 Konzeption

Automatisierte Fertigungssysteme unterscheiden sich von automatisierten Fertigungsmaschinen dadurch, dass viele Einzelsysteme zu einem großen System zusammengefasst werden. Alle Abläufe untereinander, wie Werkstücktransport und Folgefertigung sowie Werkstückwechsel und Werkzeugwechsel, erfolgen vollautomatisch.

Je besser die Planer die einzelnen Systeme in autonome Schutzzonen unterteilt haben, desto leichter lassen sich die einzelnen Systeme programmieren, testen, entstoren und instand halten, ohne gleich immer das ganze System abschalten zu müssen. Dies setzt aber voraus, dass sich die Bediener in den Einzelsystemen ungefährdet bewegen können, weder von Anlagenteilen aus benachbarten Systemen gefährdet werden oder benachbarte Systeme, welche nicht abgeschaltet worden sind, erreichen können, ohne dass diese zwangsweise abgeschaltet werden.

2.5.3.2 Besondere Gefährdungen und Schutzmaßnahmen an Werkzeugwechselstationen

Für Arbeiten an Werkzeugwechselstationen während des Automatikbetriebes gelten

besondere Schutzmaßnahmen. Bewegungen von Werkzeugmagazinen oder von Werkzeugwechslern müssen unterbunden werden, es sei denn, man sichert die Bereiche zusätzlich ab. Hier eignen sich insbesondere

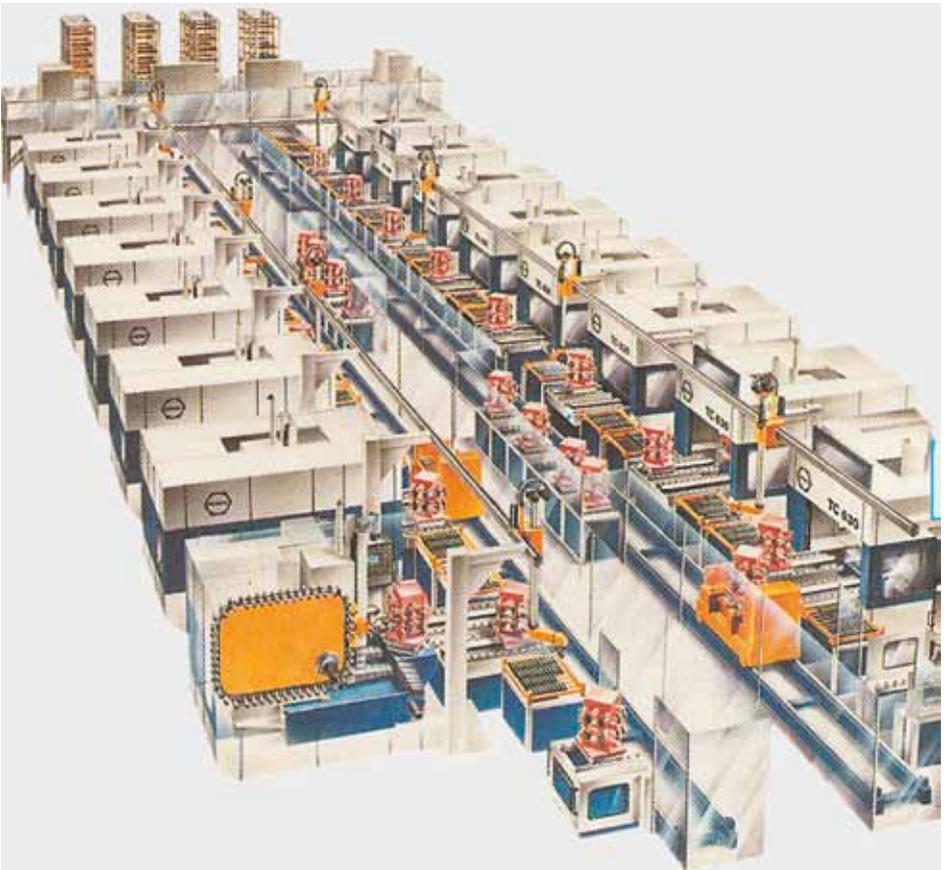


Bild 2-40: Schematische Darstellung eines automatisierten Fertigungssystems

fest trennende Schutzeinrichtungen. Nur so ist der Weiterbetrieb während der Anwesenheit von Bedienern erlaubt.

Bestückungsstationen für Werkzeugregale werden oft an den Systemgrenzen positioniert, wo sie die Fertigungsabläufe am wenigsten stören. Da Werkzeugwechsler mit sehr hohen Geschwindigkeiten verfahren (bis zu 50 m/min), müssen aufgrund diverser Gefährdungen Öffnungsklappen und Zugangstüren durch Positionsschalter Stellung überwacht sein, die beim Öffnen alle Gefahr bringenden Bewegungen stillsetzen. Der Bearbeitungsvorgang kann nur fortgesetzt werden, wenn der Bediener von den Öffnungen aus keine Gefahrstelle erreichen kann.

Um die Werkzeuge in die Werkzeugaufnahme des Wechslers sicher einlegen zu können, sind ortsbindende Schutzeinrichtungen, z. B. Fußschalter, erforderlich. Mit der ersten Betätigungsstufe des Fußschalters erfolgt die Entriegelung der Werkzeugaufnahme, mit der zweiten Stufe der Weitertransport des Werkzeuges in den Wechsler. Der Wechsler selbst darf sich im geöffneten Zustand grundsätzlich nur mit reduzierter Geschwindigkeit bewegen lassen. Beim Loslassen des Fußschalters muss der Wechsler umgehend stehen.

Aufwändiger ist das Bestücken von zentralen Werkzeugstationen für große Fertigungssysteme. Oft verteilt ein Handlinggerät die einzelnen Werkzeuge auf mehrere hundert Speicherplätze und bestückt von dort aus die einzelnen Fertigungssysteme. Im Allgemeinen werden zur räumlichen Abtrennung dieser Wechsler Umzäunungen verwendet. Zum Bestücken befindet sich meist im Kopfbereich des Bedieners eine Werkzeugein- und -ausgabestation in der Umzäunung. Die notwendige, nicht hintertretbare Abtrennung zum Automatikbereich erfolgt durch ein Werkzeugregal. Mit dem Öffnen der Zugangstür zu dieser Station wird ein Positionsschalter im bestimmten Abstand vor dem Regal auf der Fahrbahn des Handlinggerätes akti-



Bild 2-41: Räumliche Trennung in Werkzeugwechselstation durch Werkzeugregal

viert, welches jetzt nur noch Arbeiten in sicherer Entfernung in der Wechselstation erlaubt. Wird dieser bestimmte Abstand unterschritten, erfolgt eine geregelte Abschaltung ohne Not-Aus-Funktion.

2.5.3.3 Besondere Gefährdungen und Schutzmaßnahmen im Sonderbetrieb

Entstörungs- und Instandhaltungsarbeiten an Teilsystemen bedürfen der sorgfältigen Vorplanung, um möglichst geringe Unterbrechungszeiten des Gesamtsystems zu verursachen. Der Zugang zu den zu entstörenden Bereichen muss gefahrlos erfolgen, z. B. durch besondere Zugänge, kleine Brücken oder sichere Laufstege.

Innerhalb von abgeschalteten Teilsystemen darf nur gearbeitet werden, wenn die Instandhalter nicht in die benachbarten aktiven Anlagenteile gelangen können. Hierfür sind unter Umständen zusätzliche trennende Schutzeinrichtungen oder Einweglichtschranken vorzusehen. Bei der Verwendung von Einweglichtschranken an den Grenzen zwischen zwei Bereichen brauchen diese nur nach vorheriger Anmeldung des Instandhalters an der Steuerung zwangsläufig aktiviert werden. Für den Automatikbetrieb werden die Einweglichtschranken nach erfolgter Instandhaltung durch das Abmelden an der Steuerung abgeschaltet und ein flexibler Fertigungsablauf zwischen den Systemen ist wieder möglich.



Bild 2-42: Aktive Schutzzone innerhalb eines automatisierten Fertigungssystems mit Einweglichtschranken in dreistrahliger Ausführung (Maße: 0,3 m; 0,7 m; 1,1 m).

Mit Einweglichtschranken können auch innerhalb von Systemen aktive Schutzzonen (z. B. Beobachten komplizierter Fertigungsvorgänge) im Automatikbetrieb abgesichert werden. Mit dem Deaktivieren der äußeren Schutzeinrichtungen wird zwangsweise ein innerer, ebenfalls durch Einweglichtschranken abgesicherter Bereich aktiviert, in dem der Bediener sich frei bewegen kann. Durchschreitet er eine Einweglichtschranke, schaltet diese die Anlage aus.

Gefährdungen am Werkzeugmagazin und Werkzeugwechsler sind ebenfalls zu berücksichtigen:

- Bewegungen des Werkzeugmagazins und des Werkzeugwechslers (inklusive weiterer vorhandener Werkzeugtransporteinrichtungen) müssen durch feststehende trennende Schutzeinrichtungen gesichert sein. Diese müssen mechanisch stabil und zugriffssicher gestaltet sein.
- Für das manuelle Bestücken des Werkzeugmagazins ist ein Schutzfenster (ggf. Schutztür) mit einer Überwachungsschaltung vorzusehen. Bei geöffnetem Schutzfenster/-tür muss der Antrieb des Werkzeugmagazins und der Antrieb des Werkzeugwechslers zwangsläufig stillgesetzt werden.
- Bei nicht flurebenen Be- und Entladestellen sollten in Anbetracht der schweren Werkzeuge keine Treppen vorgesehen werden, sondern eine Hubarbeitsbühne.

Diese sollte so groß dimensioniert sein, dass auch der Werkzeugwagen darauf genügend Platz findet.

2.5.4 Großwerkzeugmaschinen

2.5.4.1 Abgrenzung der Größe

Die unterschiedliche Größe von Werkzeugmaschinen bringt beim Bedienen auch entsprechend unterschiedlich große Gefahren und Risiken mit sich. Hauptursache ist, dass aus technologischen Gründen Bediener den Arbeitsbereich dieser Maschinen aufgrund ihrer Größe betreten müssen, um z. B. erforderliche Einrichtarbeiten durchführen zu können oder um auch während des Betriebs dieser Maschinen den Zerspanungsprozess ausreichend beobachten zu können.



Bild 2-43: Innenrundbearbeitung auf einem großen Ständerbohr- und Fräswerk

Im Bild 2-43 ist ersichtlich, dass von der höhenverstellbaren Bedienbühne die Werkzeugbahn nicht ausreichend eingesehen werden kann. Der Bediener muss sich deshalb zeitweise im Arbeitsbereich der Maschine aufhalten.

Drehmaschinen mit NC-Steuerung und Drehzentren unterscheiden sich dadurch, dass Drehzentren zusätzlich automatisch arbeitende Werkzeugwechsler und Werkzeugmagazine aufweisen. Bei Drehmaschinen und Drehzentren besteht eine Abgrenzung zwischen normal großen Drehmaschinen und Großdrehmaschinen. Diese Festlegungen wurden in entsprechenden europäischen Normen getroffen, die auch als DIN-EN-Normen zur Verfügung stehen.

- Große Horizontal-Drehmaschinen und -Drehzentren:



Bild 2-44: Große Horizontal-Drehmaschine

- Spitzenweite > 2000 mm und
- Außendurchmesser der Werkstückspanneinrichtung > 500 mm
- Vertikal-Drehmaschinen (Karussellmaschinen) und -Drehzentren:
 - Planscheibendurchmesser > 500 mm



Bild 2-45: Große Vertikal-Drehmaschine (Karussellmaschine), geschlossene Maschine



Bild 2-46: Große Vertikal-Drehmaschine (Karussellmaschine), geöffnete Maschine

Bei Bohrmaschinen, Fräsmaschinen und Bearbeitungszentren sind derzeit keine Abgrenzungsmerkmale hinsichtlich der Maschinengröße festgelegt.

2.5.4.2 Besondere mechanische Gefährdungen

Bei großen Werkzeugmaschinen ist es oft notwendig, dass Bediener den Arbeitsbereich dieser Maschinen betreten.

Gründe dafür sind z. B.:

- Werkstücke mit dem Kran auf- und abspannen.
- Werkzeuge durch Sichtkontrolle prüfen.
- Werkstücke „Einrichten“ bzw. mit Messuhr anfahren und dementsprechend Werkstücke ausrichten.
- Kontrollmessungen mit unterschiedlichsten Messzeugen durchführen, um damit die abgearbeiteten Fertigungsgänge bzw. die Maßhaltigkeit zu überprüfen.
- Einrichtbewegungen (Achsbewegungen) visuell steuern, um Kollisionen zwischen Maschine, Spindel, Werkzeug und Werkstück zu vermeiden.
- Werkstück an mehreren Stellen mit rotierender Spindel bzw. Werkzeug vorsichtig anfahren bzw. „ankratzen“, um die Lage des aufgespannten Werkstücks in der Maschine mit dem gespeicherten Bearbeitungsprogramm abzugleichen (Nullpunktfindung).

- Zerspanungsprozess beobachten, insbesondere wenn ein neues NC-Programm bzw. ein anderes Werkstück auf die Maschine kommt und noch unklar ist, ob es zwischen Teilen der Maschine, Werkzeug oder Werkstück zu Kollisionen kommen kann; das NC-Programm kennt nicht alle Störkonturen.

Darüber hinaus muss immer wieder auch der Spanfluss beurteilt werden und die dabei entstehende Oberflächenqualität am Werkstück, besonders wenn es sich um die Endbearbeitung handelt (rechtzeitiges Erkennen von Rattermarken oder ob sich bei Werkzeugwechsel Absätze bilden usw.).

- Einsatz der Maschine als konventionelle Maschine zu Bearbeitungszwecken, für welche keine NC-Programme erstellt werden.
- Durch das Betreten der Arbeitsbereiche von Großmaschinen können erhebliche Quetsch- und Schergerfahren aufgrund von Achsbewegungen (Aufspanntische, Werkzeugschlitten, Paletten usw.), Bewegungen von Werkzeugwechslern und Werkzeugmagazinen, Einzuggerfahren durch rotierende Werkzeuge, Spannfutter, Planscheiben usw. entstehen.
- Erhebliche Gefährdungen können auch durch wegfliegende Späne, wegfliegende Bruchstücke von gebrochenen Werkzeugen und ggf. von Kühlmitteln, die unter hohem Druck austreten, entstehen.

- Sturzgefährdungen durch Glätte. Das Betreten der Arbeitsbereiche von Großmaschinen bringt von Fall zu Fall auch große Sturzgefahren mit sich, insbesondere wenn „nass“ gearbeitet wird, d. h. bei Verwendung von Kühlemulsionen oder Schneidölen oder wenn Guss bearbeitet wird und Gussspäne aufgrund des Graphitgehalts ebenfalls zu glatten Aufspannbereichen oder glatten Werkstückoberflächen führen.
- Sturzgefährdungen durch Stolperstellen, durch Aufspannelemente, Spannpratzen usw.
- Absturzgefährdungen, wenn sich Bediener z. B. zu Messzwecken kurzzeitig auf hohen Werkstücken aufhalten oder wenn Maschinen in Gruben installiert sind, damit die Aufspannbereiche das Bodenniveau aufweisen.

Das Unfallgeschehen an Großwerkzeugmaschinen reicht von glimpflich verlaufenden Schnittverletzungen an scharfen Spänen und Schneiden von Werkzeugen bis zu tödlichen Verletzungen, z. B. durch Quetschgefahren an Portalmaschinen bei der Durchfahrt des Tisches mit aufgespanntem großen Werkstück durch das Maschinenportal.

2.5.4.3 Besondere Schutzmaßnahmen

Die Schutzmaßnahmen für Großwerkzeugmaschinen unterscheiden sich teilweise von Schutzmaßnahmen für normal große bzw.

nicht begehbare Werkzeugmaschinen. Ursache dafür sind unterschiedliche Anforderungen der Maschinenbetreiber an diese Maschinen, beispielsweise

- beabsichtigte Bearbeitung:
 - Außenbearbeitung,
 - Innenbearbeitung,
 - Mehrseitenbearbeitung (bis 5-Seitenbearbeitung),
- Steuern der Maschine:
 - manuelles Steuern,
 - Steuern mithilfe von Zyklen und Unterprogrammen,
 - Steuern mit NC-Steuerung (Vollautomatikbetrieb),
- ohne und mit Pendelbearbeitung (wechselseitige Bearbeitung),
- Beladen der Maschine, z. B. durch Kran oder Gabelstapler usw.

Aus vorstehenden Gründen sind Großwerkzeugmaschinen häufig einsatzbezogen zu planen und zu beschaffen, da sie in der Regel nicht als Serienmaschinen, sondern als Einzelmaschinen mit kundenspezifischen Anforderungen/Funktionen betrieben werden. Hierzu bedarf es einer intensiven Zusammenarbeit zwischen Hersteller/Lieferer und Kunden/Betreiber vor der Auftragsvergabe, mit dem Ziel, nicht nur die maschinenspezifischen Funktionen, sondern auch ein angepasstes und dennoch vorschriftengerechtes Schutzkonzept in einem Lasten-/Pflichtenheft festzulegen. Geschieht dies

nicht, kommt es später **häufig zu vorschriftswidrigem Betreiben** dieser Großmaschinen (mangelhaftes Bedienerkonzept).

2.5.4.3.1 Anforderungen an Arbeits- und Hubarbeitsbühnen

Folgende Anforderungen müssen Arbeitsbühnen und Hubarbeitsbühnen beim Einsatz an Großmaschinen erfüllen:

- Arbeitsbühnen von Horizontal-Drehmaschinen müssen neben Geländern gegen Abstürzen einen besonders griffigen Bodenbelag und ergonomische Haltemöglichkeiten aufweisen, da der Bediener auf der Arbeitsbühne mitfahren muss und dadurch den Anfahrbeschleunigungen und Bremsverzögerungen ausgesetzt ist, da die Arbeitsbühne mit dem Bettschlitten/Support eine Einheit bildet.
- Bei Horizontal-Drehmaschinen ist in unmittelbarer Nähe des Drehmeißels ein einstellbarer Spanabweiser erforderlich, damit der Bediener in Betriebsart 2 und 3 (ggf. offene Schutztür) vor Spänewurf oder Schnittverletzungen durch Späne geschützt ist.
- Hubarbeitsbühnen an Bohr- und Fräswerken sollten mindestens 1,8 m hohe, feststehende und bewegliche trennende Schutzeinrichtungen, z. B. Schutzwände oder besser Kabinen mit Fenstern und Türen, aufweisen. Sichtscheiben sollten aus Polycarbonat bestehen und eine Scheibendicke von mindestens 8 mm haben.

- Schutzfenster/Schutztüren zum Arbeitsbereich/Gefahrenbereich auf Arbeitsbühnen von Horizontal-Drehmaschinen müssen zur Absicherung des Automatikbetriebs mit Überwachungsschaltungen und Zuhalteeinrichtungen ausgerüstet sein.
- Schutztüren von Hubarbeitsbühnen (insbesondere bei Vertikal-Drehmaschinen), die u. a. zum kurzzeitigen Übertreten auf große Werkstücke dienen, z. B. zu Kontroll- oder Messzwecken, müssen mit Überwachungsschaltungen und Zuhalteeinrichtungen ausgerüstet sein. Wenn von der Hubarbeitsbühne ein Überstieg auf große Werkstücke oder ein Betreten des Arbeitsbereichs von der Hubarbeitsbühne aus nicht notwendig ist, darf die Hubarbeitsbühne keine Schutztür aufweisen, die zum



Bild 2-47: Hubarbeitsbühne an großem Bearbeitungszentrum für Pendelbearbeitung. Die Hubarbeitsbühne kann in jeder Position über eine Steigleiter sicher verlassen werden

Arbeitsbereich der Maschine führt (in diesem Fall nur feste trennende Schutzrichtung).

- Hubarbeitsbühnen an Vertikal-Drehmaschinen müssen in der horizontalen Ausschubrichtung in jeder Position sicher fixiert sein. Ausschubbewegungen dürfen nur im Einrichtbetrieb unter Verwendung eines Tippschalters ermöglicht werden. Automatikbetrieb darf nur freigegeben werden, wenn die Hubarbeitsbühne zuvor in die zurückgezogene Endlage gefahren wurde; diese Position muss überwacht sein.
- Der Verfahrweg von Arbeitsbühnen an Horizontal-Drehmaschinen muss längsseits durch eine ca. 1 000 mm hohe Barriere oder Umzäunung gesichert werden. An



Bild 2-48: Bedienstand (Support) einer Großdrehmaschine. Die Längsbewegung ist im Überhangbereich durch Schuttpuffer/Bumper zu beiden Seiten gesichert

den Enden des Verfahrwegs muss noch ein Sicherheitszuschlag für die erforderliche Gesamtlänge der Barriere von je 500 mm gemacht werden. Mit dieser Schutzmaßnahme können Quetschgefahren und Beschädigungen an der Arbeitsbühne vermieden werden, die z. B. durch im Verfahrweg der Arbeitsbühne abgestellte Materialbehälter, gelagerte Werkstücke und dergleichen entstehen können.

- Als Alternative zur Längsbarriere können auch zu beiden Seiten an den über das Drehmaschinenbett hinausragenden Teilen der Arbeitsbühne Schuttpuffer/Bumper angebracht werden. Sie sind so zu konzipieren, dass der Nachlaufweg der Arbeitsbühne zu keinen Quetschgefahren führen kann. Ihre maximale, kurzzeitige Schaltkraft ($= 0,5 \text{ s}$) darf 400 N nicht überschreiten.
- Hubarbeitsbühnen müssen aus jeder Arbeitsstellung heraus jederzeit verlassen werden können (z. B. über eine ortsfeste Steigleiter).
- Hubarbeitsbühnen mit einer Hubhöhe von über 3 000 mm sind prüfpflichtige Einrichtungen (Anhang IV der 9. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz – Maschinenverordnung). Es ist deshalb vom Hersteller eine EG-Baumusterprüfbescheinigung vorzulegen bzw. in der Konformitätsbescheinigung muss eine notifizierte Prüf- und Zertifizierungsstelle vermerkt sein.

2.5.4.3.2 Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen

Aufgrund der Gefahr von herausschleudern den Werkstücken, Spänen, Werkzeugbruchstücken und Kühlmitteln kommen zur Absicherung dieser Gefahrenbereiche nur trennende Schutzeinrichtungen in Betracht, die folgende Anforderungen erfüllen müssen:

- Trennende Schutzeinrichtungen sind gemäß EN 953 auszuführen (u. a. Stabilitätsanforderungen). Bei Großdrehmaschinen ist ein Rückhaltevermögen von mindestens 3 000 J nachzuweisen. Dieses Rückhaltevermögen ist erreichbar durch Verwendung von
 - 3 mm Stahlblech,
 - 8 mm Polycarbonat für Sichtscheiben.Bei großen Scheiben ist es empfehlenswert, aus Stabilitätsgründen eine höhere Scheibendicke als 8 mm zu wählen (10 mm oder 12 mm). In den Abmessungen müssen trennende Schutzeinrichtungen den Anforderungen von EN ISO 13857 entsprechen, um einen ausreichenden Zugriffsschutz zu gewährleisten.
- Die Werkstückspaneinrichtung (z. B. Kraftspannfutter, Planscheibe) an Horizontaldrehmaschinen muss durch eine Schutzhaube gesichert sein. Die Schutzhaube ist entweder mit einem seitlichen Fenster zu versehen, um einen ausreichenden Zugang zu den Spannbacken für Rüstzwecke zu haben oder sie ist als Schiebe-



Bild 2-49: Vertikal-Drehmaschine (ältere Bauart) mit trennender Schutzeinrichtung



Bild 2-50: Vertikal-Drehmaschine mit trennender Schutzeinrichtung (Schiebemechanismus)



Bild 2-51: Horizontal-Drehmaschine mit rückwärtiger Umzäunung (mindestens 1,4 m hoch)



Bild 2-52: Bearbeitungszentrum mit Umzäunung



Bild 2-53: Bearbeitungszentrum mit kompletter Einhausung. Im Vordergrund sind die Schienen eines Transportsystems für Werkstückpaletten erkennbar



Bild 2-54: Treppe zur Schaltschrankbühne eines großen Bearbeitungszentrums



Bild 2-55: Sicherer Aufstieg auf Bedienstand einer Horizontal-Drehmaschine

haube zu konzipieren. Die Schutzhaube ist mit dem Hauptspindeltrieb zu verriegeln.

- Schutztüren zu allen Gefahrenbereichen, die betreten werden können, z. B. zu Reinigungszwecken, Störungssuche usw. und die unübersichtlich sind, müssen neben der Überwachungseinrichtung zusätzlich aufweisen:
 - abschließbaren Quittiertaster außerhalb des Gefahrenbereichs oder
 - mechanische Blockiermöglichkeit der Schutztür in Offenlage, z. B. durch ein persönliches Vorhängeschloss

2.5.5 High Speed Cutting Maschinen (HSC-Maschinen)

2.5.5.1 Sicherheit bei der HSC-Bearbeitung

Die Hochgeschwindigkeitszerspannung – HSC-Bearbeitung (High Speed Cutting) – wird wegen ihrer technologischen und wirtschaftlichen Vorteile in zunehmendem Umfang eingesetzt, und zwar nicht nur in der Serienfertigung von Großunternehmen, sondern auch besonders in der Kleinserien- und Einzelfertigung in mittleren und kleineren Unternehmen.

Die HSC-Bearbeitung birgt aber auch ein erhebliches Risiko in sich. Für einen wirklichen Arbeits- und Gesundheitsschutz sind deshalb besondere Maßnahmen erforderlich.

2.5.5.2 Besondere Gefährdungen

Eine Beurteilung der Arbeitsbedingungen an einer HSC-Fräsmaschine ergibt, dass die Mehrzahl der auftretenden Gefährdungen in ihrer Art und Ursache identisch mit denen an Maschinen zur konventionellen Bearbeitung sind. Ein Unterschied besteht jedoch aus der bei der HSC-Bearbeitung wesentlich höheren Prozessdynamik, die um das Fünf- bis Zehnfache größer ist als bei der konventionellen Zerspanung.

Neben diesen mechanischen Gefährdungen bestehen weitere, für die HSC-Bearbeitung spezifische, Gefährdungen:

1. Herausschleudern von Massen mit hoher Energie

- Teile bzw. Bruchstücke des Werkzeuges
- Teile bzw. Bruchstücke der Werkzeugspannsysteme
- Freisetzen des Werkstückes
- Späne

2. Verkürzung der Reaktionszeiten wegen hoher Prozessgeschwindigkeiten

- zur Vermeidung von Kollisionen, z. B. von Werkzeug und Werkstück
- zum Verlassen der Gefahrenzone

3. Freisetzen gesundheitsgefährdender Stoffe durch hohe Prozessgeschwindigkeit und thermische Belastung

- Aerosol- und Dampfbildung von Kühlschmierstoffen
- in Abhängigkeit vom Werkstückwerkstoff lungengängige Fasern und Stäube, speziell bei der Trockenbearbeitung

- Reaktionsprodukte des Werkstückwerkstoffes durch thermische Zersetzung der Späne, speziell bei der Bearbeitung von Kunststoffen und Faserverbundstoffen

4. Brand- und Explosionsgefahr

- durch Schmiermitteldämpfe
- bei der Bearbeitung von Magnesium und magnesiumhaltigen Legierungen

2.5.5.3 Besondere Schutzmaßnahmen

Um die Sicherheit bei der HSC-Bearbeitung zu gewähren, müssen den Gefährdungen entsprechende Schutzmaßnahmen in folgender Rangfolge getroffen werden:

1. Unmittelbare Maßnahmen

zur Vermeidung der Gefahr, z. B. durch konstruktive und organisatorische Maßnahmen zur Bauteilsicherheit. Das bedeutet unter anderem auch, dass ausschließlich Werkzeuge und Werkzeug- bzw. Werkstückspannsysteme verwendet werden, die für die extremen Drehzahlen geeignet sind.

Beim HSC-Fräsen kann dies insbesondere durch folgende Maßnahmen sichergestellt werden:

- Ausschließlich Einsatz von Fräswerkzeugen, die den Sicherheitsanforderungen entsprechen.
- Beim Einsatz von Schaftwerkzeugen ausschließlich solche aus Vollhartmetall oder Werkstoffen mit noch geringerer elastischer und plastischer Verformbarkeit verwenden.

- Fachgerechte Montage zusammengesetzter Werkzeuge und modularer Werkzeugsysteme (z. B. vom Hersteller festgelegte Anzugsmomente für Schrauben einhalten, Befestigungsschrauben nicht mehrfach verwenden, Gewinde mit Kupferpaste behandeln, um bei gleichen Anzugsmomenten die maximale Vorspannung zu erreichen, Fügestellen sorgfältig reinigen und entfetten, um reproduzierbare Reibungsverhältnisse sicherzustellen).
- Nach der Montage Feinwuchten des kompletten Werkzeugs.

2. Mittelbare Maßnahmen

zur Sicherung gegen Gefahren, z. B. durch die Anordnung von Schutzeinrichtungen, die den hohen auftretenden Energien in jeder Situation standhalten. Allgemeine Anforderungen an die Beschaffenheit trennender Schutzeinrichtungen sind in der EN 953 festgelegt. Für Dreh-, Fräs-, Bohrmaschinen und Bearbeitungszentren liegen spezielle Produktnormen vor. Zu den vorliegenden Normen gehören die EN 12415 und 12417, welche zzt. in eine Norm zusammengefasst werden. In ihnen werden Anforderungen an die Rückhaltefähigkeit solcher Einrichtungen und die zur Prüfung anzuwendenden Verfahren beschrieben.

Bei Neuinvestitionen sollte überprüft werden, ob die Schutzeinrichtungen entsprechend diesen Normen konzipiert und ausge-

führt wurden. Bei der Nachrüstung bestehender Anlagen mit HSC-Spindeln **muss** die Rückhaltfähigkeit der vorhandenen Schutzeinrichtungen überprüft werden. Eine wesentliche Schwachstelle hierbei sind häufig die verwendeten Sichtscheiben. Hier sind Werkstoffe, Materialstärke, Alterungszustand und Einbauart von entscheidendem Einfluss.

3. Hinweisende Maßnahmen

durch Unterweisungen für das Bedienpersonal. Diese müssen in angemessenen Zeitabständen wiederholt werden, um das Gefahrenbewusstsein in ausreichendem Maß zu erhalten.

2.6 Instandhaltung

Mit zunehmender Mechanisierung und Automatisierung von Werkzeugmaschinen erlangt die Instandhaltung einen immer größeren Einfluss auf die Produktivität derartiger Maschinen. Mit zunehmender Betriebsdauer kommt es aber auch durch Verschleiß zu Einschränkungen in der Funktionsfähigkeit und -sicherheit an Werkzeugmaschinen. Hierdurch können ohne Weiteres auch sicherheitstechnisch bedenkliche Zustände auftreten, welche zu nicht akzeptierbaren Gefährdungssituationen führen können. Aufgabe der Instandhaltung ist es, derartige Gefährdungssituationen sowohl unter dem Gesichtspunkt der Aufrechterhaltung der Produktion als auch unter dem

Gesichtspunkt des Arbeits- und Gesundheitsschutzes auszuschließen.

Gefährdungen für das Instandhaltungspersonal ergeben sich z. B. durch

- laufende Maschinen,
- unwirksame Schutzeinrichtungen,
- Auslösen von gefährdenden Bewegungen,
- wegfliegende oder herunterfallende Teile,
- Umgebungseinflüsse, z. B. Kühlschmierstoffe, elektrischer Strom,
- Arbeitsausführung unter erschwerten Bedingungen, z. B. in engen Räumen,
- mangelnde Verständigungsmöglichkeiten,
- Zeitdruck und
- unzureichende organisatorische Vorbereitungsarbeiten.

Der Hersteller einer Werkzeugmaschine legt schon in der Betriebsanleitung Wartungs- und Inspektionsmaßnahmen fest, um einen sicheren Betriebszustand zu gewährleisten. Bezogen auf Werkzeugmaschinen beinhaltet der Begriff „Instandhaltung“ alle Maßnahmen

- zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes und
- zur Aufrechterhaltung und Wiederherstellung des Soll-Zustandes einer Werkzeugmaschine.

Die Maßnahmen an Werkzeugmaschinen setzen sich somit zusammen aus

- der Wartung,

- der Inspektion und
- der Instandsetzung.

Der Soll-Zustand einer Werkzeugmaschine ist der für den jeweiligen Zeitpunkt festgelegte geforderte Zustand. Er ergibt sich in der Regel aus Rechtsvorschriften, wie EG-Maschinenrichtlinie, EN-Normen, Regeln der Technik etc. Dieser Soll-Zustand ist durch obere und untere Grenzen festgelegt und kann z. B. durch Toleranzgrenzen, Abnutzungsgrenzen, Einstellwerte, Füllmengen usw. angegeben werden.

Die Wartung umfasst alle die Maßnahmen, welche zur Bewahrung des Soll-Zustandes einer Werkzeugmaschine erforderlich sind.

Dazu gehören

- die Erstellung eines Wartungsplanes – abgestimmt auf die Belange der Werkzeugmaschine bzw. auf betriebliche Belange,
- Vorbereitung der Wartungsarbeiten,
- Durchführung der Wartungsarbeiten und
- Rückmeldung nach Erledigung der Wartungsarbeiten.

Unter Inspektion werden alle Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes einer Werkzeugmaschine verstanden.

Hierzu gehören u. a.

- die Erstellung eines Planes zur Feststellung des Ist-Zustandes,

- Vorbereitung der Inspektion,
- Durchführung der Inspektion,
- Aufzeichnung der Ergebnisse,
- Auswertung der Ergebnisse zur Beurteilung und
- Ableitung der erforderlichen Maßnahmen.

Die Instandsetzung umfasst die Wiederherstellung des Soll-Zustandes. Instandsetzungsarbeiten an Werkzeugmaschinen resultieren in der Regel aus Störungen der Werkzeugmaschine und beinhalten ein hohes Gefährdungspotenzial für das dort tätig werdende Instandhaltungspersonal. Im Gegensatz zum Bedienpersonal, welches durch technische Schutzmaßnahmen geschützt ist, lassen sich derartige Anforderungen für das Instandhaltungspersonal nicht immer erfüllen.

Konstruktionsbedingt ist das Instandhaltungspersonal häufig gezwungen, Instandhaltungsarbeiten mit einem höheren Risiko auszuführen, als es gemeinhin üblich ist. Wo der Bediener einer Werkzeugmaschine z. B. keinen Zugang hat, muss das Instandhaltungspersonal Zugang haben, d. h., dass hier Maßnahmen der unmittelbaren bzw. mittelbaren Sicherheitstechnik nicht oder nur zum Teil angewandt werden können und das Instandhaltungspersonal nur durch hinweisende Sicherheitstechnik geschützt werden kann.

Dementsprechend ist auch das Unfallgeschehen in diesem Bereich hoch. Die Ursa-

chen für dieses überdurchschnittlich hohe Unfallgeschehen liegen überwiegend in der fehlenden oder unzureichenden organisatorischen Vorbereitung von Instandhaltungsarbeiten. Aus diesem Grund ist es besonders wichtig, dass das mit der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten und Prüfungen beauftragte Personal sorgfältig ausgewählt wurde.

Neben mangelhaften organisatorischen Vorbereitungen bei Instandhaltungsarbeiten

kann auch das strategische Verhalten eines Unternehmens eine Gefährdung darstellen. Bei einer störungsabhängigen Strategie in einem Unternehmen werden nicht nur die Werkzeugmaschinen bis zur Schadensgrenze bzw. bis zum Ausfall genutzt. Eine derartige Strategie führt unweigerlich auch zu einem erhöhten Instandsetzungsaufwand mit einer hohen Gefährdung für das Instandhaltungspersonal einschließlich Produktivitätsverlust für das Unternehmen. Besser ist es, nach einer bestimmten Nutzungsdauer die



Bild 2-56: Das Fehlerprotokoll informiert über die Störungsursache

entsprechenden Teile auszutauschen bzw. instand zu setzen, und zwar ohne Rücksicht darauf, ob die Teile aufgebraucht oder noch eine Weile weiter funktionsfähig sind. Eine derart zeitabhängige Strategie wird in der Regel dort angewandt, wo der Ausfall der Werkzeugmaschine ein hohes Risiko für das Unternehmen selbst und für die an der Werkzeugmaschine tätigen Mitarbeiter darstellt. Bei einer zustandsabhängigen Strategie werden bevorzugt die Maßnahmen der Inspektion angewandt, um den Ist-Zustand des Abnutzungsvorrates von Teilen der Werkzeugmaschine festzustellen und daraus die entsprechenden Maßnahmen abzuleiten.

Die bestimmenden Einflussfaktoren für eine sichere Ausführung von Instandhaltungsarbeiten an Werkzeugmaschinen lassen sich somit in Hersteller- und Betreiberpflichten gliedern:

Der Hersteller ist für die

- instandhaltungsgerechte konstruktive Ausführung der Werkzeugmaschine,
- ergonomisch richtige Gestaltung der Arbeitsplätze für das Instandhaltungspersonal und
- integrierte Sicherheitstechnik in der Konstruktion

verantwortlich.

Der Betreiber ist für die

- entsprechenden Qualifikationsanforderungen des ausgewählten Instandhaltungspersonals,

- Einsatzplanung des Instandhaltungspersonals einschließlich der Verantwortungsbereiche,
- Schulung und Unterweisung des Instandhaltungspersonals,
- Betriebsanweisungen für spezielle Instandhaltungsarbeiten und
- organisatorische Vorbereitung von Instandhaltungsarbeiten verantwortlich.

Grundsätzlich gilt für Instandhaltungsarbeiten, dass sie nur im sicher abgeschalteten Zustand durchgeführt werden dürfen, wobei die Werkzeugmaschine gegen irrtümliches Inbetriebsetzen gesichert sein muss. Wenn jedoch zur Beseitigung von Störungen an



Bild 2-57: Sichere Störungsbeseitigung; Absicherung mittels Vorhängeschloss

Werkzeugmaschinen Schutzeinrichtungen außer Betrieb gesetzt werden müssen, dürfen keine Gefährdungen in dem entsprechenden Arbeitsbereich auftreten. Bei geöffneten, beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen dürfen Bewegungen von Maschinenteilen nur unter folgenden Bedingungen möglich sein:

- Achsenbewegungen müssen auf eine Geschwindigkeit von nicht mehr als 2 m/min begrenzt sein. Die Bewegung muss mittels einer Befehleinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung – Tippschalter – gesteuert

oder auf schrittweise Bewegungen von nicht mehr als 6 mm beschränkt sein.

- Die Drehzahl von Haupt- und/oder Werkzeugspindeln darf 50 min^{-1} nicht überschreiten. Die Bewegung muss mittels einer Befehleinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung – Tippschalter – ausgelöst werden.
- Das Drehen/Schalten des Revolverkopfes – oder mehrerer – darf nur möglich sein, wenn sich beide Hände der Person außerhalb des Gefahrenbereiches befinden, z. B. durch Verwendung einer Zweihand-



Bild 2-58: Unvollständig abgedeckter Späneförderer

schaltung oder einer Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung – Tippschaltung – in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung.

- Betrieb der Reitstockpinole mittels Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung – Tippschaltung.

Lassen sich größere Störungen nicht auf einfache Weise beseitigen oder müssen zur Instandhaltung Bereiche der Werkzeugmaschine, hier im Speziellen bei größeren, verketteten Bearbeitungszentren mit ihrem spezifischen Gefährdungspotenzial, betreten werden, können derartige Anlagen in einzelne sichere Teilbereiche aufgeteilt werden, um dann ein sicherheitstechnisch sicheres Durchschleusen von Personen von einem Teilbereich in einen anderen zu ermöglichen. Durch derartige Maßnahmen, schon bei der Konzeption derartiger Anlagen bedacht, lassen sich später z. B. nicht nur unnötige Stillstandszeiten im Störfall vermeiden, sondern auch erst ein sicheres Instandhalten ermöglichen.

Bei der Vermeidung von Gefährdungssituationen für das Instandhaltungspersonal sind auch, soweit vorhanden, die von den Späneförderern ausgehenden Gefährdungen zu berücksichtigen. Wenn z. B. in verketteten Anlagen jede Werkzeugmaschine einen eigenen Späneförderer besitzt, so muss dieser beim Öffnen des abgesicherten Teilbereiches

mit abgeschaltet werden. Besitzt die Gesamtanlage nur einen Späneförderer, ist dieser ebenfalls stillzusetzen.

Arbeiten an offenen Schaltschränken dürfen nur von Elektrofachkräften oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen unter Anleitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft durchgeführt werden. Wenn andere Personen in der Nähe offener Schaltschränke arbeiten, ist der Bereich entsprechend abzugrenzen, z. B. mit Seilen oder Ketten. Verlässt die Elektrofachkraft auch nur kurzzeitig den offenen Schaltschrank, ist die Spannung abzuschalten oder die Türen sind zu schließen.

Um die Instandhaltbarkeit einer Werkzeugmaschine bzw. eines Bearbeitungszentrums zu gewährleisten, ist es deshalb erforderlich, dass sie ihre Funktion unter den Bedingungen der bestimmungsgemäßen Verwendung erfüllen kann und die hierfür notwendigen Tätigkeiten, z. B. die Instandhaltung, nach festgelegten Methoden und unter Einsatz festgelegter Mittel ausgeführt werden. Die hierfür notwendigen Benutzerinformationen, integraler Bestandteil einer jeden Werkzeugmaschine über die Betriebsanleitung, müssen u. a. auch Fehlersuche und Instandhaltung der Werkzeugmaschine im erforderlichen Umfang behandeln.

Den Unterlagen des Herstellers müssen u. a. entnommen werden können:

- Art und Häufigkeit von Inspektionen
- Angaben zu Instandhaltungseingriffen, welche spezielles Fachwissen und/oder besondere Fähigkeiten erfordern und somit nur von entsprechend geschultem Personal ausgeführt werden dürfen
- Anleitungen zu Instandhaltungsarbeiten, deren Ausführung keine besonderen Fähigkeiten voraussetzen
- Schaltpläne, Zeichnungen und Diagramme, welche dem Instandhaltungspersonal die sichere Ausführung ihrer Aufgabenstellung ermöglichen

Die geplante und vorbeugende Instandhaltung von Werkzeugmaschinen ist die Vorgehensweise zur Sicherstellung einer sicheren und wirtschaftlichen Arbeitsausführung. Systematisch geplante und vorbeugende Instandhaltung erhöht nicht nur die Sicherheit für die damit betrauten Personen, sondern auch die der Produktionsabläufe, da u. a. seltener auf die Nicht-Beachtung von Schutzbestimmungen zurückgegriffen werden muss, als bei einer ungeplanten Instandsetzung nach Betriebsstörungen.

2.7 Demontage

Für die Montage von Maschinen ist im Allgemeinen der Hersteller oder der Lieferant zuständig. Für die Demontage zeichnet gewöhnlich der Betreiber verantwortlich. Lässt er sie

durch eigenes Personal durchführen, hat er die entsprechenden Anweisungen in einer schriftlichen Demontageanweisung festzuhalten, wenn diese sicherheitsrelevant sind.

Dabei ist besonders einzugehen auf

- indifferente Schwerepunktlagen,
- Stückgewichte,
- Bereitstellung des notwendigen Platzbedarfs,
- Absperrungen,
- Einsatz eines Kranes und der zu verwendenden Anschlagmittel,
- Brandschutzmaßnahmen,
- Energieabtrennungen zur Maschine hin.

Oft führt auch die Auswahl ungeeigneter Mitarbeiter zu gefährlichen Situationen. Hier hat der Unternehmer durch besondere An- und Einweisungen seine Mitarbeiter so umfassend zu informieren, dass sie die Demontagen sicher durchführen können. Sie müssen dadurch u. a. in der Lage sein zu erkennen, inwieweit die Demontage eines Bauteils die Standsicherheit der restlichen Maschine beeinträchtigt.

Auch der Zeitpunkt, ab wann Maßnahmen gegen Absturz (insbesondere bei höheren Maschinen) anzuwenden sind, ist vom Verantwortlichen zu beurteilen. Er hat diese dann anzuordnen und deren Einhaltung zu überwachen.

3 Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen

In der EG-Maschinenrichtlinie und in den darüber hinaus detaillierenden Normen werden Anforderungen an den Brand- und Explosionsschutz von Maschinen gestellt.

Trotz allem kommt es, wie der Fachpresse zu entnehmen ist, immer wieder zu Unfällen mit Personenschaden an Werkzeugmaschinen.



Bild 3-1: Explosion in einer Werkzeugmaschine

3.1 Gefährdungen

Folgende Gefährdungen werden unterschieden:

- Gefährdungen durch die Bearbeitung von Stahl mit nicht wassermischbaren Kühlschmierstoffen (Ölen)
- Gefährdungen durch die Bearbeitung von Leichtmetalllegierungen Magnesium (Mg), Aluminium (Al), Titan (Ti) mit Öl als Kühlschmierstoff
- Gefährdungen durch die Bearbeitung von Stahl oder Leichtmetalllegierungen trocken bzw. mit Minimalmengenschmierung

3.1.1 Bearbeitung von Stahl mit nicht wassermischbaren Kühlschmierstoffen

Die Gefährdung bei Bearbeitungsprozessen, wie Schleifen, (Tiefloch-)Bohren, Drehen, Fräsen usw., besteht im Wesentlichen in der Verwendung von brennbaren Ölen als Kühlschmierstoff. Da die Anwendung von Öl als Kühlschmierstoff im Maschinenbau immer häufiger wird, steigt auch die Nachfrage nach technisch und wirtschaftlich optimierten Schutzmaßnahmen.

Durch Rotation der Antriebsspindel und hohe Aufprallgeschwindigkeit des Öles wird der Kühlschmierstoff feinst zerstäubt, es entsteht Ölnebel. Im ungünstigsten Fall wird bei ausreichender Zündenergie der Ölnebel gezündet – es kommt zur Verpuffung oder einer heftigeren Explosion.

Als Folge der Explosion mit hohen Temperaturen kann es zu einem Ölbrand in der Maschine kommen, da die Oberflächen sämtlicher Maschinenteile und Wandungen mit einem leicht entzündlichen Ölfilm behaftet sind.

Um der Zerstörung der Maschine und möglichen Personenschäden durch Druckaufbau vorzubeugen, muss eine ausreichend dimensionierte Druckentlastungseinrichtung installiert sein.

3.1.2 Bearbeitung von Leichtmetalllegierungen Magnesium (Mg), Aluminium (Al), Titan (Ti) mit nicht wassermischbaren Kühlschmierstoffen

Die Bearbeitung von leichtmetallhaltigen Werkstoffen unterliegt, Explosion und Ölbrand betreffend, ähnlichen Gefährdungen wie die oben erwähnte Stahlverarbeitung. Anders verhält sich das System im Brandverlauf. Durch die selbst brennbaren Metallpartikel (Späne), die häufig in der Maschine abgelagert sind, besteht das Risiko eines Metallbrandes (Metallglutbrand). Diesen gilt es unter allen Umständen zu vermeiden, da Metallglutbrände mit automatischen Brandschutzeinrichtungen überhaupt nur unter bestimmten Voraussetzungen zu löschen sind. Entscheidend für das Schutzkonzept ist in diesem Fall die Geschwindigkeit der Feuerdetektion und des Löschens.

3.1.3 Bearbeitung von Stahl oder Leichtmetalllegierungen trocken bzw. mit Minimalmengenschmierung

Bei Minimalmengenschmierung bzw. Trockenbearbeitung wird davon ausgegangen, dass der in geringsten Mengen vorhandene Kühlschmierstoff durch den Energieeintrag des Bearbeitungsprozesses verdunstet und der Werkstoff trocken vorliegt. Die Gefährdung liegt hier in einer möglichen Staubexplosion und/oder einem Metall(glut-)brand.

Bei der Bearbeitung von Aluminium und besonders Magnesium gelten wegen der stark erhöhten Risiken besondere Anforderungen sowohl an das Löschmittel, die Detektion und den erforderlichen Explosionsschutz. Berücksichtigt werden muss auch die Erstellung eines Explosionsschutz-Dokuments (siehe BG-Regel „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“ [BGR 143]).

3.2 Schutzmaßnahmen

Vor allen Planungen der Sicherheitstechnik sollten vorbeugende Maßnahmen, wie

- Vermeidung von explosionsfähigen Ölnebel-Luft- oder Staub-Luft-Gemischen,
- Vermeidung von wirksamen, d. h. energiereichen, Zündquellen,
- Auswahl des Kühlschmierstoffes hinsichtlich Viskosität, Flammpunkt und Volumenstrom,

- Konstruktion der Maschine und
- Programmierung des Arbeitsprozesses mit minimalem Fehlerrisiko ausgeschöpft werden.

Ausgehend von den genannten Gefährdungen sorgen – über die vorbeugenden und konstruktiven Maßnahmen hinaus – ausreichend dimensionierte Abluftanlagen mit Ölnebel- oder Staubabscheider für den Ersatz der ölnebel- oder staubhaltigen Luft mit Raum-/Hallenluft. Ein 100- bis 300-facher Luftwechsel pro Stunde ist je nach Ölnebel- oder Staubaufkommen realistisch. Hierdurch kann die Konzentration des Ölnebel- oder Staub-Luftgemisches niedrig gehalten werden.

Sollte es trotz vorbeugender Maßnahmen zur Zündung kommen, werden Schutzmaßnahmen gemäß der Blockbild-Darstellung auf der folgenden Seite erforderlich.

Im Folgenden werden einige Sicherheitskomponenten für einen effektiven Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen vorgestellt.

3.2.1 Druckentlastungsklappen

Die Explosion in einer Werkzeugmaschine kann verheerende Auswirkungen haben. Da Explosionen und der Explosionsdruckaufbau im Millisekundenbereich stattfinden, agieren für den Werkzeugmaschinenschutz einsetzbare Löschanlagen nicht schadenverhütend.

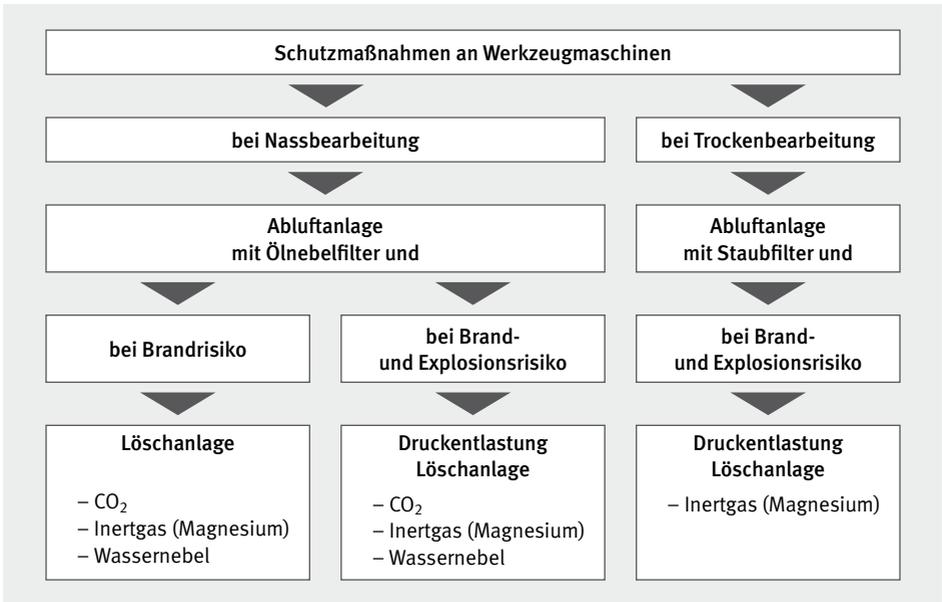


Bild 3-2: Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen

Deshalb werden zur Entlastung des Explosionsdruckes Druckentlastungskappen, sinnvollerweise auf dem Maschinendach, installiert.

Verschiedene Untersuchungen unabhängiger Institute beschäftigten sich während der letzten Jahre mit der Auslegungsgröße für Druckentlastungen. Durch Versuche wurde eine Mindestdruckentlastungsfläche von 0,1 m² pro m³ Maschinenraumvolumen bestätigt.

3.2.2 Löschanlagen

Unabhängig von Prozessbedingungen ist es sinnvoll, einen Brand so schnell wie möglich zu detektieren und unverzüglich den Löschvorgang auszulösen. Die Kombination von schnellen optischen Detektoren (in der Regel Infrarot) mit Thermoelementen (in der Regel Wärmemaximalmelder) entspricht hierbei dem aktuellen Stand der Technik.

CO₂ ist als Löschmittel für einfache Brandrisiken prädestiniert. Die Investitionskosten sind angemessen und CO₂ benötigt wegen

der flüssigen Bevorratung geringsten Lagerraum. Automatische Schwundmeldung des Löschmittels und Abgabe eines Störungssignals bei Kabelbruch und Fensterstörung (der optische Detektor überwacht sich selbst auf Sichtfähigkeit) gehören zu den Standardmeldungen. Nur bei komplexen Systemen, wie Transferstraßen oder Schutzobjekten mit mehreren Löschbereichen, kommen weitere Kontrollmeldungen und Steuerfunktionen zum Einsatz.

Besonders wichtig ist das Thema Personengefährdung durch CO₂. Insbesondere bei großvolumigen Schutzobjekten und im Zustand „Einrichtbetrieb der Maschine“ sind die Forderungen nach schnellstmöglicher Unterdrückung der anlaufenden Verpuffung und nach Personenschutz zuweilen schwer in Einklang zu bringen. Hier ist eine klare Abstimmung zwischen allen Partnern, d. h. dem Maschinenhersteller und dem Maschinenbetreiber, zwingend erforderlich.

INERGEN® hat sich als Inertgas-Gemisch als besonders geeignet qualifiziert, wenn es um die Ablöschung von Leichtmetallrisiken, insbesondere Magnesium, geht. Die Reaktionsfähigkeit von INERGEN® mit Magnesium ist sehr gering und begünstigt in keiner Weise das Brandverhalten von Magnesium. Das Gas löscht vollkommen rückstandsfrei und ist wegen seiner natürlichen Bestandteile zudem für den Menschen völlig ungefährlich.

Bei CO₂ und Wasser als Löschmittel hingegen besteht erhöhte Gefahr der Aufspaltung in die Elemente Sauerstoff und Wasserstoffgas, die eine Verbrennung fördern.

Wassernebel setzt sich als Löschmittel für Werkzeugmaschinen immer stärker durch. Wassernebel hat sich mit zwei gleichzeitig wirkenden Löschmechanismen, Energieentzug und Stickeffekt, als wirksam erwiesen. Wichtig bei dieser Löschtechnik sind die zentrale Auslösung und das gleichzeitige Beschicken aller Düsen mit Wasser, um im gesamten Schutzvolumen die notwendige Löschmittelkonzentration zu erzeugen. Wesentliche Vorteile sind die allgemeine Verfügbarkeit von Wasser und die Personensicherheit. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass der Einsatz von Wasser bei der Bearbeitung von Magnesium und Aluminium nicht möglich ist. Ebenso geht mit dem Wassereintrag, abhängig von der Wasserqualität, eine Verschmutzung der Maschine einher.

Zentrale Abluftanlagen machen es, unabhängig von der eingesetzten Löschtechnik, notwendig, die Absaugung aus der vom Brandfall betroffenen Maschine zu unterbinden. Einerseits wird aus dem Schutzvolumen kein Löschmittel abgesaugt, andererseits werden keine Rauchgase oder Flammen in die Abluftanlage gesaugt. Die Abtrennung muss mit einer für diesen Zweck prozessgeeigneten, extrem schnell wirkenden Abluft-

absperklappe realisiert werden. Die häufig in diesem Zusammenhang genannte „Brand-schutzklappe“ ist missverständlich, da die Verwendung einer Abluftabsperklappe keine Anforderungen brandabschnittsübergreifender Einbaurichtlinien zu erfüllen hat.

Bei **dezentralen Abluftanlagen** kann geprüft werden, ob die Einbeziehung des Ölnebel-filters in das Löschkonzept nicht wirtschaftlicher ist als der Einbau einer Abluftabsperklappe. Insbesondere bei kleinen Filtersystemen, deren Ventilator-Nachlaufzeit nach Abschaltung kurz ist, kann es günstiger sein, auf eine Abluftabsperklappe zu verzichten und den gesamten Filter mit Löschmittel zu fluten. Filterschutz bei Nassbearbeitung wird so z. B. bei vielen Maschinen realisiert, die Stahl mit Öl bearbeiten und wo die Filtereinheit direkt an der Maschine steht.

Filterschutz bei Trockenbearbeitung ist eine bedeutend aufwändigere Aufgabenstellung. Da Kennwerte für Explosionsheftigkeit und maximalen Explosionsdruck bei den zumeist verwendeten Leichtmetallen, insbesondere Magnesium, bisher nur unvollständig vorliegen, muss noch jeder Einzelfall betrachtet und ein Schutzkonzept individuell erstellt werden.

Man geht davon aus, dass die Zündung in der Werkzeugmaschine erfolgt und dass das brennende Produkt mit dem Abluftstrom in

den Staubfilter gesaugt wird. Da dort ständig mit explosionsfähigem Staub-Luft-Gemisch zu rechnen ist, besteht die Möglichkeit einer Staubexplosion. Hierdurch kann es im Extremfall zum „Zurückschlagen“ in die Werkzeugmaschine und zur Zündung einer Sekundärexplosion mit unvorhersehbaren Folgen kommen. Der Filter wird deshalb mit einer geeigneten Explosionsunterdrückungsanlage geschützt und die Werkzeugmaschine durch eine explosionstechnische Entkopplung in der verbindenden Rohrleitung vom Filter isoliert.

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass das Thema Brand- und Explosionsschutz für Werkzeugmaschinen weitaus komplexer ist, als hier dargestellt. Effektive Systemlösungen sind in den meisten Fällen kein Standard, sondern müssen in individuellen Planungsgesprächen und Diskussionen erarbeitet werden. Dies erfordert die Kooperation von Sicherheitsleuten der Maschinenhersteller und -betreiber.

4 Einsatz von Kühlschmierstoffen

4.1 Allgemeines

Kühlschmierstoffe (KSS) nehmen in der industriellen Fertigungstechnik eine Schlüsselrolle ein, denn nur mit ihrer Hilfe ist es möglich, die hohe Leistungsfähigkeit moderner Werkzeugmaschinen voll zu nutzen. Sie können die ihnen zugedachte Aufgabe jedoch nur erfüllen, wenn ihre Eigenschaften und Reaktionen auf den jeweiligen Bearbeitungsfall abgestimmt sind und ihr Leistungsvermögen durch fachgerechte Anwendung und Handhabung erhalten bleibt.

In der spanenden Formgebung wird die geometrische Gestalt der Werkstücke durch Abtrennen von Werkstoffteilchen auf mechanischem Weg geändert. Die dabei stattfindenden Vorgänge und Zusammenhänge lassen sich vereinfacht am Beispiel der Bearbeitung mit einem Drehmeißel erläutern. Sie können sinngemäß auf alle anderen spanenden Verfahren übertragen werden.

Die Spanbildung beginnt dort, wo Werkstück und Werkzeug im Eingriff sind. Unter der Wirkung der Zerspankraft dringt die Werkzeugschneide in das Werkstück ein und trennt einen Span ab. Dies geschieht durch ein Abheben und Wegdrücken des Metalls; es kommt zur Werkstofftrennung – also einem Abscheren von Werkstückpartikeln an der Werkzeugoberfläche. Der über das Werkzeug ablaufende Span steht durch den

Verformungsvorgang unter hohem Druck und übt auf die Berührungsstelle eine starke Flächenpressung aus. Dadurch ist auch die Reibung an der Werkzeugfläche sehr hoch; es entstehen durch die zum Zerspanen zu leistende Arbeit extrem hohe Temperaturen, die ohne Ableitung schnell zu einem Verschleiß infolge Verschweißungen der Werkzeuge führen kann. Die Quelle aller Verschleißprobleme ist letztlich die Hitze; die Auswirkung auf den Werkzeugverschleiß ist so gravierend, dass schon geringe Absenkungen der Temperaturen im Zerspanungsbereich genügen, um die Werkzeugstandzeit zu erhöhen.

4.2 Aufgaben der Kühlschmierstoffe

Für Kühlschmierstoffe stellt sich aufgrund der beschriebenen Probleme die Hauptaufgabe, die Reibung an den Berührungsstellen zwischen Werkzeug und Werkstück sowie zwischen Werkzeug und Span zu mindern, also zu schmieren und die beim Zerspanen entstehende Verformungs- und Reibungswärme abzuführen, d. h. zu kühlen. Hinzu kommt noch die weitere Aufgabe, die Späne wegzuspülen und für deren weiteren Transport aus der Maschine in Spänebehälter zu sorgen.

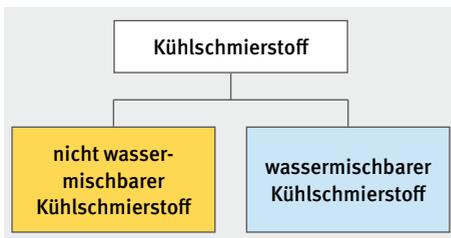
Die vorgenannten Anforderungsprofile

- Kühlen
- Schmieren
- Spülen
- Spänetransport

werden als Primäranforderungen bezeichnet.

Neben diesen Anforderungen spielen die Sekundäranforderungen eine erhebliche Rolle und sind entscheidend für das Zusammenwirken von Mensch, Maschine, Kühlschmierstoff, Umwelt.

Zur Erfüllung der vorgenannten Aufgaben bestehen die Kühlschmierstoffe aus Mischungen zwischen einem Konzentrat und Wasser (wassermischbare Kühlschmierstoffe) oder aus reinen Stoffen (Mineralöle, pflanzliche Öle, synthetische Stoffe).



Die weiter gesteigerten Anforderungen an die Eigenschaften moderner Kühlschmierstoffe machen den Einsatz so genannter Additive (Zusatzstoffe) notwendig. Diese beeinflussen im positiven Sinn gezielt die Ergebnisse der technologischen Anforderungen.

4.3 Gesundheitsgefahren durch Kühlschmierstoffe

Der verstärkte Einsatz von Kühlschmierstoffen, verbunden mit den hohen Anforderungen, die – wie schon erwähnt nur mit Additiven erreicht werden können – erzeugen ein Gemisch mit exzellenten technologischen Eigenschaften, jedoch auch mit Problemen für den menschlichen Organismus.

Nach Erkenntnissen der Berufsgenossenschaften können folgende Erkrankungen durch intensiven Kontakt mit Kühlschmierstoffen auftreten:

- Hauterkrankungen (Berufsdermatosen)
- Atemwegserkrankungen

4.3.1 Erkrankungen der Haut

Diese können entstehen infolge von

- a) Entwässerung und Entfettung durch
 - Grundöle,
 - oberflächenaktive Substanzen (Tenside),
 - Emulgatoren,
- b) Irritationen (Reizungen) durch
 - zu hohe Konzentrationen der wassergemischten Kühlschmierstoffe,
 - Eintrocknen von wassergemischten Kühlschmierstoffen **auf** der Haut,
 - Kontakt der Haut mit eingetrocknetem und somit aufkonzentriertem wasser-

gemischten Kühlschmierstoff auf Maschinenteilen, Werkzeugen, Werkstücken,

- zu hohen pH-Wert (Ansatz > 9,5),
 - Befall des wassergemischten Kühlschmierstoffes durch Mikroorganismen,
 - hautentfettende Öle in nicht wassermischbaren Kühlschmierstoffen und
 - Späne und Werkstoffabrieb (auch in Putzlappen), die zu Hautverletzungen führen und damit das Entstehen von Hauterkrankungen begünstigen können,
- c) allergisierenden Inhaltsstoffen, wie
- Korrosionsinhibitoren (Rostverhinderer),
 - Duftstoffe,
 - von Werkstücken abgetragene Metalle, z. B. Nickel, Kobalt.

4.3.2 Erkrankungen der Atemwege oder innerer Organe

Diese können entstehen durch Einatmen von Dämpfen und Aerosolen, durch Verschlucken oder durch Hautresorption. Sie hängen u. a. davon ab, wie hoch die Konzentration von Kühlschmierstoff, Dampf und/oder Aerosolen in der Atemluft ist.

4.4 Ermittlungspflicht

Bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen hat der Unternehmer dafür zu sorgen, dass Haut- und Augenkontakt, die Emission in die Atemluft und die Aufnahme von Kühlschmierstoffen in den Körper verhindert werden.

Ist dies nicht zu verhindern, hat der Unternehmer eine Gefährdungsbeurteilung gemäß Gefahrstoffverordnung in Verbindung mit TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ durchzuführen,

- ein Verzeichnis der eingesetzten Kühlschmierstoffe und
- eine Beschreibung der Fertigungsverfahren anzulegen.

Ferner sind Informationen über die eingesetzten Kühlschmierstoffe zu beschaffen und es ist zu prüfen, ob Ersatzstoffe einzusetzen sind.

Hersteller bzw. Lieferanten von Kühlschmierstoffen sind verpflichtet, ihren Kunden ein Sicherheitsdatenblatt gemäß EU-Verordnung 1907/2006 (REACH) mitzuliefern. Den Sicherheitsdatenblättern sind die wichtigsten Informationen zu entnehmen.

4.5 Schutzmaßnahmen

Der Unternehmer hat entsprechend dem Ergebnis seiner Ermittlungen Schutzmaßnahmen auszuwählen und zu treffen sowie für die Einhaltung dieser Maßnahmen zu sorgen.

Als Maßnahmen können – wie auch in vielen anderen Gefahrenbereichen – abgeleitet werden:

- Einsatz eines weniger gefährlichen Stoffes oder Verfahrens
- technische Schutzmaßnahmen
- organisatorische Schutzmaßnahmen
- Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen

4.5.1 Ersatzstoff, Ersatzverfahren

Zunächst ist zu prüfen, ob der Einsatz eines nicht oder weniger gefährlichen Stoffes oder Verfahrens möglich ist.

Beispiel: Verwendung von Minimalmengenschmierung anstelle konventioneller Kühlschmierung.

4.5.2 Technische Schutzmaßnahmen

Der Idealfall wäre die Minderung des Hautkontaktes mit den Kühlschmierstoffen, z. B. durch eine

- vollautomatische Beschickung der Maschine und Herausnahme der bearbeiteten Teile oder

- Entfernung der Kühlschmierstoffemulsion von den bearbeiteten Werkstücken vor weiterer Handhabung.

Da diese Maßnahmen selten durchzuführen sind, muss zur Vermeidung von Hauterkrankungen der Kühlschmierstoff in einem „hautverträglichen Zustand“ gehalten werden, bei gleichzeitigem Schutz und der Pflege der belasteten Hautpartien. Einzelheiten werden in den Abschnitten „Pflege von Kühlschmierstoffen“ und „Persönliche Schutzausrüstungen“ beschrieben.

Weitaus bessere Erfolge sind im Hinblick auf Vermeidung von Atemwegserkrankungen zu



Bild 4-1: Absaugung an einer CNC-Drehmaschine

erreichen. Bei Zerspanungsarbeiten ist mit der Entstehung und Ausbreitung von Aerosolen und Dämpfen aus den Kühlschmierstoffen zu rechnen.

Diese Formen der Kühlschmierstoffe sind in geschlossenen Systemen, in denen durch Absaugen ein Unterdruck entsteht, gut abzuführen, sodass nach Öffnung von Beschickungstüren nach Stand der Technik (Summenwert von 10 mg/m^3 für Kühlschmierstoffaerosole und -dämpfe) die Werte unterschritten werden.

Größerer Aufwand ist bei nicht geschlossenen Systemen nötig. Hier muss die Absauganlage so ausgelegt sein, dass über die gesamte Öffnung eine ständig nach innen gerichtete Luftströmung erreicht wird.

Die Abführung der in der Absaugluft enthaltenen Aerosole und Dämpfe erfolgt in Luftleitungssystemen oder Kanalnetzen. Innerhalb dieser Systeme kann es zu Ablagerungen von Kühlschmierstoffen kommen, die durch sinnvolle Rohrführung zu verhindern sind. Durch den Einsatz von Vorabscheidern in der Nähe der Erfassungsöffnungen lässt sich bereits ein Großteil der Kühlschmierstoffaerosole aus der Absaugluft entfernen.

Für die Abscheidung der Aerosole und Dämpfe sind filternde, elektrostatische und nassabscheidende Systeme geeignet. Der

Massenstrom in der Absaugluft ist je nach Art der Erfassungseinrichtung recht unterschiedlich. Bei Erfassungseinrichtungen offener Bauart wird immer ein hoher Anteil an Umgebungsluft (Falschluff) mit angesaugt; die Kühlschmierstoffkonzentration in der abgesaugten Luft ist also sehr klein.

Detaillierte Informationen zu Abscheidern und Randbedingungen zur Einhaltung des „Standes der Technik“ bietet der BGIA-Report 4/2004 „Einsatz von Kühlschmierstoffen bei der spanenden Metallbearbeitung“.

4.5.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Die betriebliche Praxis hat gezeigt, dass nur in den Fällen ein reibungsloser Umgang mit Kühlschmierstoffen gewährleistet ist, in denen sachkundige Personen die erforderlichen Maßnahmen einleiten und überwachen.

Die Aufstellung eines Prüf- und Pflegeplanes sowie die Führung entsprechender Nachweise haben sich als notwendig herausgestellt. Einzelheiten regelt die BG-Regel „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“ (BGR 143) ergänzend.

In diesen Nachweisen sind Angaben über die durchzuführenden Wartungs- und Pflegemaßnahmen vorzugeben.

Die Ergebnisse sind aufzuzeichnen und zu dokumentieren. Aus gesundheitlichen Gründen ist das Essen und Trinken zu unterlassen.

Pausenräume sollten außerhalb von Kühlschmierstoff-Bereichen vorhanden sein.

4.6 Pflege von Kühlschmierstoffen

Eine der Grundforderungen hinsichtlich des Einsatzes von Kühlschmierstoffen ist die Festlegung der erforderlichen Konzentration für jede Maschine nach den technischen Gegebenheiten.

Diese Konzentrationsvorgabe ist in der Dokumentation für jede Maschine festzulegen.

Regelmäßige Prüfungen von Kühlschmierstoffen

Bei Verwendung von wassergemischten Kühlschmierstoffen sind folgende Prüfgrößen und -intervalle zu beachten:

- tägliche Prüfung auf wahrnehmbare Veränderungen, wie Aussehen, Geruchsbildung, aufschwimmendes Fremdöl
- wöchentliche Kontrolle des pH-Wertes mittels Teststreifen oder pH-Meter

Maschinenbezeichnung:					Füllmenge:		
Maschinennummer:					Ansetzwasser:	Nitrat:	
Bearbeitungsart:						Nitrit:	
Kühlschmierstoff:					Härte:		
Einsatzkonzentration:					Refraktometerfaktor:		
Biozid:					Titrationsfaktor:		
Biozidkonzentration:					Zuständig ist:		
KW, Datum	Wahrnehmbare Veränderungen	pH-Wert	Konzentration Refraktometer	Konzentration Titration	Nitritkonzentration (mg/l)	Anmerkungen (Keimbefall-Konservierungsmaßnahmen, Korrosion, Leitfähigkeit)	Prüfer

Bild 4-2: Beispiel eines Prüfplanes

- wöchentliche Prüfung der Gebrauchskonzentration mittels Handrefraktometer oder Titrationsmethode (je nach Betriebsverhältnissen auch kürzere Intervalle)
- wöchentliche Prüfung des Nitritgehaltes durch Teststäbchen

Eine Prüfung von nicht wassermischbaren Kühlschmierstoffen ist nicht mehr erforderlich.

Prüfung	Häufigkeit
wahrnehmbare Veränderungen	täglich
Gebrauchskonzentration	täglich bis wöchentlich
Nitritgehalt	wöchentlich
pH-Wert	wöchentlich

Bild 4-3: Prüfintervall von wassergemischten Kühlschmierstoffen



Bild 4-5: Prüfung des Nitritgehaltes durch Farbvergleich

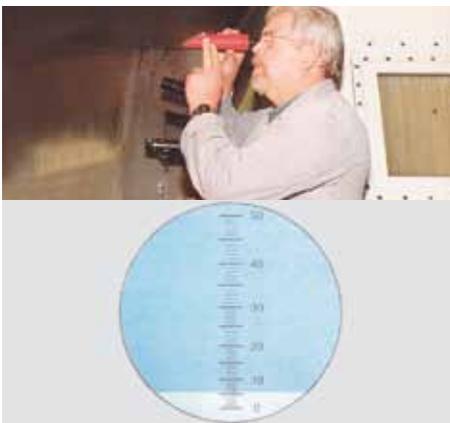


Bild 4-4: Konzentrationsüberwachung mit Handrefraktometer



Bild 4-6: Einsatz eines pH-Meters



Bild 4-7: Einsatz von pH-Papier

4.7 Maßnahmen nach Prüfung der Kühlschmierstoffe

Bei wahrnehmbaren Veränderungen

- Ursachen suchen und beseitigen, z. B. Öl abskimmen, Filter überprüfen, Kühlschmierstoff belüften

Bei Veränderungen des pH-Wertes

Der Soll-Wert ist im technischen Merkblatt des Lieferanten angegeben (in der Regel zwischen 8,5 und 9,2),

- bei Abfall des vorgegebenen Wertes um mehr als 0,5 bezüglich Erstbefüllung: Maßnahmen gemäß Herstellerempfehlungen, ggf. Zugabe von alkalischen Stoffen,
- bei Abfall um mehr als 1,0: Kühlschmierstoff austauschen, Kühlschmierstoff-Kreislauf reinigen,
- bei Erhöhung des vorgegebenen Wertes um mehr als 0,5 Maßnahmen suchen und beseitigen, z. B. Zugabe von Ansatzwasser.

Bei Erhöhung des Nitritgehaltes

Nach Überschreitung des Grenzwertes von 20 mg/l

- Austausch oder Teilaustausch des Kühlschmierstoffes oder Zugabe von Inhibitoren (beim Hersteller nachfragen!),
- Quellen der Einschleppung von Nitrit beseitigen; z. B. aus zu hohen Nitratanteilen im Ansatzwasser, Nitrit aus Härtesalzen, sauerstoffarmen Bedingungen, Rostschutzmitteln, Speiseresten, Zigarettenkippen, Stickoxiden aus Verbrennungsmotoren.

Bei Erhöhung des Nitratgehaltes

Nach Erhöhung bzw. Überschreitung des Grenzwertes von 50 mg/l

- Zumischung von nitratarmen oder demineralisierten Wassern (empfohlener Nitratgehaltswert 25 mg/l)

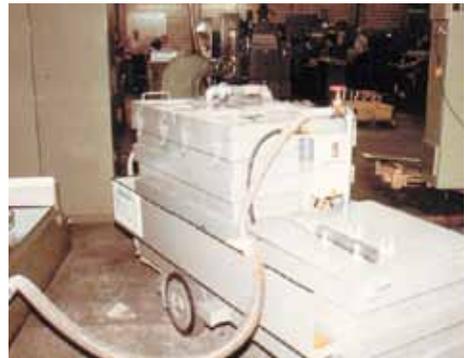


Bild 4-8: Wechseleinrichtung für Kühlschmierstoffe

4.8 Maßnahmen zur Gesunderhaltung der Haut

Die beste Möglichkeit zur Gesunderhaltung der Haut besteht im Vermeiden jeglichen Kontaktes mit einem hautbelastenden Stoff.

Da dies im Umgang mit Werkzeugmaschinen nur bedingt möglich ist, bleibt trotz aller technischen, organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen als „Ultima Ratio“ der Schutz und die Pflege der Haut durch entsprechende Präparate. Schon das Arbeiten im feuchten Milieu stellt eine Hautbelastung dar (vgl. TRGS 401).

4.8.1 Hautschutz

Trotz Anwendung der vorgenannten Schutzmaßnahmen kann in der Regel bei Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen nicht auf spezielle Hautschutz-, -reinigungs- und -pflegepräparate verzichtet werden. Hautschutzmittel müssen vor Aufnahme der Arbeit und nach jedem Händewaschen sorgfältig auf die betreffenden Hautflächen aufgetragen werden.

Bei der Auswahl der Hautschutzpräparate muss besonders auf den richtigen Typ in Bezug auf die Kühlschmierstoffe geachtet werden. Detaillierte Hinweise finden sich in der BG-Information „Hautschutz in Metallbetrieben“ (BGI 658).

Beim Umgang mit nicht wassermischbaren Kühlschmierstoffen müssen wasserlösliche Hautschutzmittel benutzt werden, beim Umgang mit wassermischbaren Kühlschmierstoffen ist eine Fettsalbe erforderlich.

Hat der Anwender in wechselnder Folge sowohl mit Öl als auch mit Emulsionen Hautkontakt, kann ein **breit wirkendes** Produkt verwendet werden. Seine Schutzwirkung kann aber selbstverständlich nicht in gleicher Weise „maßgeschneidert“ sein. Eine produktionstechnische Entflechtung der Arbeitsvorgänge sollte in solchen Fällen als beste Maßnahme angestrebt werden.

4.8.2 Hautreinigung

Jeder Reinigungsvorgang greift die Haut an. Hautreinigungsmittel wirken chemisch und/oder mechanisch. Die chemischen Bestandteile des Reinigungsmittels lösen das Fett oder Öl und den daran anhaftenden Schmutz. Die mechanische Reinigungswirkung wird durch zugesetzte Reibemittel erreicht, welche auch immer die Hornschicht mit angreifen. Je intensiver das Reinigungsmittel auf den Schmutz wirkt, umso stärker wirkt es auch auf die Haut ein, bis hin zur Schädigung.

Es empfiehlt sich, analog zu den Hautschutzmitteln, verschiedene Reinigungsmittel auf ihre Eignung für den Arbeitsplatz auszuprobieren, beginnend mit dem mildesten Reinigungsmittel.

Hautreinigungsmittel können im Wesentlichen folgende Bestandteile enthalten:

- waschaktive Substanzen (Tenside)
- Reibemittel
- Lösemittel
- rückfettende Substanzen

Welche Inhaltsstoffe enthalten sind, hängt von Art und Grad der Verschmutzung der Haut ab.

Entscheidend für die Hautverträglichkeit eines Reinigungsmittels sind Gehalt und Art von Reibe- und Lösemitteln sowie die Art der verwendeten Tenside (Seifen, synthetische Reinigungsmittel).

4.8.3 Hautpflege

Um der Haut nach der Arbeit wieder ausreichend Fett und Feuchtigkeit zuzuführen und die Regeneration ihrer Widerstandsfähigkeit zu unterstützen, kann auf eine entsprechende Hautpflege nicht verzichtet werden.

Hautpflegemittel sind fester Bestandteil des Hautschutzplanes (siehe Abschnitt 4.9) und keine „Herrenkosmetik“. Sie unterstützen den Regenerationsprozess der Haut nach der Arbeit und sollen nach der Hautreinigung aufgetragen werden. Sie helfen durch ihre Inhaltsstoffe bei der Wiederherstellung der Hornschichtbarriere.

Hautschutzplan A: wassermischbare Arbeitsstoffe

Beim Umgang mit wasserlöslichen, wassergelösten und wassergemischten Stoffen wie Kühlschmieremulsionen, Bremsflüssigkeit, Wasser-Basislacken, Reiniger etc. ist ein wasserunlösliches Hautschutzmittel (Wasser in Öl- W/O-Emulsion) zu verwenden.

allgemeine Anforderungen	Hautschutz (vor der Arbeit und nach jedem Händewaschen), W/O-Emulsion, wasserunlöslich, mit hohem Fettanteil	Hautreinigung saures – neutrales Syndet reib- und lösemittelfrei	Hautpflege (nach der Arbeit) W/O-Emulsion oder O/W-Pflegecreme, bei sehr trockener Haut Fettsalbe
HautschutzhHersteller	geeignete Präparate	geeignete Präparate	geeignete Präparate
			

Hautschutzmittel sollen vor Arbeitsbeginn und nach jeder Pause auf die saubere Haut aufgetragen und sorgfältig auch zwischen den Fingern und an den Nagelfälzen eingerieben werden.

Zur Hautreinigung sollen Präparate verwendet werden, die auf den Grad der Verschmutzung abgestimmt sind.

Nach der Arbeit ist zur Regenerierung der Haut ein Pflegemittel aufzutragen, welches dem Hauttyp angepasst ist



Bild 4-9: Beispiel eines Hautschutzplanes für wassermischbare Arbeitsstoffe

Hautschutzplan B: nicht wassermischbare Arbeitsstoffe			
Beim Umgang mit wasserunlöslichen Stoffen wie Ölen, Fetten, organischen Lösemitteln etc. ist wasserlösliches Hautschutzmittel (Öl in Wasser-, O/W-Emulsion) zu verwenden.			
allgemeine Anforderungen	Hautschutz (vor der Arbeit und nach jedem Händewaschen), O/W-Emulsion, wasserlöslich, mit geringem Fettanteil	Hautreinigung saures – neutrales Syndet bei Bedarf mit Reibemittel	Hautpflege (nach der Arbeit) W/O- oder O/W-Pflegecreme, bei sehr trockener Haut Fettsalbe
Hautschutzhersteller	geeignete Präparate	geeignete Präparate	geeignete Präparate
			
<p>Hautschutzmittel sollen vor Arbeitsbeginn und nach jeder Pause auf die saubere Haut aufgetragen und sorgfältig auch zwischen den Fingern und an den Nagelfalten eingerieben werden.</p> <p>Zur Hautreinigung sollen Präparate verwendet werden, die auf den Grad der Verschmutzung abgestimmt sind.</p> <p>Nach der Arbeit ist zur Regenerierung der Haut ein Pflegemittel aufzutragen, welches dem Hauttyp angepasst ist</p>			



Bild 4-10: Beispiel eines Hautschutzplanes für nicht wassermischbare Arbeitsstoffe

4.9 Hautschutzplan

Der Betrieb hat je nach Hautgefährdungen unterschiedliche Hautschutzpläne für wassergemischte Kühlschmierstoffe und für nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe aufzustellen, in denen die Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegemittel unter Berücksichtigung der verwendeten Kühlschmierstoffe festgelegt sind. Die Pläne für wassergemischte Kühlschmierstoffe sollen auf blauem Untergrund, die für Öle auf gelbem Untergrund im Arbeitsbereich ausgehängt werden.

In Waschräumen, an Waschplätzen etc. sind die erforderlichen Hautschutz-, Hautreini-

gungs- und Hautpflegepräparate bereitzustellen.

4.10 Persönliche Arbeitshygiene

Arbeitskleidung und Straßenkleidung sollten getrennt aufbewahrt werden. Durch wassergemischte Kühlschmierstoffe benetzte Kleidungsstücke sind bald zu wechseln, da nach dem Trocknen hohe Konzentrationen von reizenden Substanzen zurückbleiben können. Gleiches gilt für Textilien, die zum Reinigen von Maschinenteilen und Werkstücken benutzt werden.

In diesen können feinste Metallpartikel zurückbleiben und so beim schnellen Reinigen von Händen und Unterarmen zu zusätzlicher Hautbelastung führen.

4.11 Betriebsanweisungen

Da beim Umgang mit Kühlschmierstoffen Gesundheitsgefährdungen für die Beschäftigten entstehen können, hat der Unternehmer Betriebsanweisungen für den Umgang mit Kühlschmierstoffen zu erstellen und an den entsprechenden Arbeitsplätzen auszuhängen.

5 Ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen an Werkzeugmaschinen

5.1 Sicherheitslaufroste

Der größte Prozentsatz der krankheitsbedingten Ausfallzeiten entfällt auf Erkrankungen des Muskel- und Skelettsystems und der Bindegewebe. Durch die korrekte Auswahl der richtigen Stehunterlagen kann diesen Fehlzeiten wirkungsvoll begegnet werden. Die Forderung für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz für eine optimale Stehunterlage gliedert sich wie folgt:

- Die Standfläche sollte eben und rutschfest sein, um Unfallgefahren durch Stolperstellen vorzubeugen.
- Die Standfläche sollte eben und stabil sein, Belastungen und Erschütterungen sollten an eine elastische Stehunterlage abgegeben werden.

- Zum Schutz gegen thermische Einflüsse sollte eine Isolation zwischen Hallenboden und Schuhsohle bestehen.

Holzlaufroste haben sich in vielen Jahren an Steharbeitsplätzen in der Metall verarbeitenden Industrie bestens bewährt. Holzlaufroste sind aus Hartholz gefertigt und dadurch sehr widerstandsfähig gegen das Eindringen von Spänen und die Einwirkung von Kühlschmierstoffen. Sicherheits-Holzlaufroste sollten elastisch, trittsicher, stabil, flexibel, aufrollbar und wartungsfrei sein.

5.2 Beleuchtung

Die Beleuchtung trägt wesentlich zur Qualität des Arbeitsergebnisses und zur Arbeitssicherheit bei. Will man bei beiden einen zufriedenstellenden Stand erzielen, muss man sich Gedanken machen, welche Beleuchtung für den vorgesehenen Einsatz geeignet bzw. gebrauchstauglich ist.

Maschinen, insbesondere Werkzeugmaschinen, sind ein typisches Beispiel für Arbeitsplätze, die durch allgemeine Beleuchtung nicht zufriedenstellend zu beleuchten sind. Oft wird das Licht im Inneren des Bearbeitungsraumes benötigt. Leuchten üblicher Bauart können die notwendigen Funktionen einer Maschinenleuchte nicht erfüllen. Dies wird deutlich, wenn man die Sehaufgabe an



Bild 5-1: Sicherheits-Holzlaufrost

einer Maschine und die Anbaumöglichkeiten für die Lampe näher betrachtet.

Einige typische Sehaufgaben sind

- ein Werkstück auf einer Drehmaschine einspannen und positionieren,



Bild 5-2: Halogenmaschinenleuchte IP 65 bei mech. Beanspruchung und Einsatz von KSS

- den Zerspanungsprozess an einer Fräsmaschine beobachten,
- Skalen und Anzeigen kontrollieren.

Jede Sehaufgabe erfordert eine andere Beleuchtung. In manchen Fällen ist starkes Punktlicht ideal, in anderen Fällen großflächiges Licht mittlerer Intensität. Manche Sehaufgabe erfordert fest installierte Leuchtkörper. Andere Situationen wiederum brauchen eine Leuchte mit beweglichem Kopf oder Gestänge. Ein besonders kritischer Punkt sind die Umgebungsbedingungen am Einsatzort der Leuchte, wenn mit Kühlmittleinsatz und herumfliegenden Zerspanungsteilen zu rechnen ist. Die Anforderungen an Maschinenleuchten sind Robustheit, Wasserdichtheit, Vielfältigkeit. Maschinenleuchten in der Schutzart IP 54 bzw. IP 65 eignen sich besonders für den Einsatz in Werkzeugmaschinen und Bearbeitungszentren, wenn mit Kühlmittleinsatz und mechanischen Beanspruchungen zu rechnen ist.



Bild 5-3: Maschinenschutzrohrleuchten in Werkzeugmaschinen

5.3 Hebehilfsmittel

Zur Vermeidung von Unfall- und Gesundheitsgefahren beim Handhaben von Lasten sollen

- die Handhabung so gestaltet sein, dass durch Druck auf die Wirbelsäule und Häufigkeit ihrer Belastung die Grenzen der Erträglichkeit nicht überschritten,



Bild 5-4: Kurbelwellenbeladung mittels Hebehilfe



Bild 5-5: Positionierung der Kurbelwelle mittels Balancer

Tätigkeit	Geschlecht	Alter in Jahren	zumutbare Last in kg abhängig von der Häufigkeit pro Schicht		
			selten < 5 %	wiederholt 5 – 10 %	häufig 11 – 35 %
Heben	Männer	15 – 18	35	25	20
		19 – 45	55	30	25
		> 45	50	25	20
	Frauen	15 – 18	13	9	8
		19 – 45	15	10	9
		> 45	13	9	8
Tragen	Männer	15 – 18	30	20	15
		19 – 45	50	30	20
		> 45	40	25	15
	Frauen	15 – 18	13	9	8
		19 – 45	15	10	10
		> 45	13	9	8

Bild 5-6: Zumutbare Lasten (nach Hettinger)

- die körperliche Eignung und der Gesundheitszustand der Beschäftigten berücksichtigt werden.

Zumutbare Lasten richten sich nach Geschlecht und Häufigkeit des Hebens und Tragens.

6 Betriebsanleitung und Betriebsanweisung

6.1 Betriebsanleitung

Die Betriebsanleitung muss nach Anhang I 1.7.4.2 der EG-Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) zu folgenden Mindestinformationen Aussagen treffen:

- Angaben zum Hersteller
- Angaben zur Bezeichnung und eine allgemeine Beschreibung der Maschine
- Angaben zur bestimmungsgemäßen Verwendung der Werkzeugmaschine
- Angaben zu den Arbeitsplätzen, die vom Bedienpersonal eingenommen werden können
- Angaben über Handhabung und Transport
- Angaben zur vorhersehbaren Fehlanwendung der Maschine
- Angaben über die Installation
- Angaben über Montage und Demontage
- Angaben über die Inbetriebnahme
- Angaben zum Rüsten
- Angaben zur Instandhaltung und Störungsbeseitigung
- Angaben zu erforderlichen Prüfungen

Weiter muss die Betriebsanleitung auf unzulässige und sachwidrige Verwendung sowie auf noch vorhandene Restgefährdungen hinweisen und wie man sich dagegen bei bestimmungsgemäßer Verwendung schützen kann.

Weiter muss vor üblichem Missbrauch gewarnt werden. Dabei sind die erfahrungsgemäß vorkommenden und als bekannt vor-



Bild 6-1: Transport zum Aufstellort



Bild 6-2: Vertikale Abstützung eines in der Montage befindlichen Werkzeugschlittens

auszusetzenden unzulässigen Arbeitsweisen bei Werkzeugmaschinen einzeln aufzuzeigen und als verboten zu deklarieren. Für das Fachpersonal gedachte Wartungsanleitungen müssen Hinweise auf verbleibende Restgefährdungen enthalten.

Mit dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Werkzeugmaschine muss die Original-Betriebsanleitung in der Sprache des Verwenderlandes vorliegen. Die in der Betriebsanleitung enthaltenen Informationen müssen u. a. Auskunft geben über

- Lagerung und Aufstellung,
- Anbringung und Abbau von Ausrüstungen,
- Einarbeitung der Maschinenbenutzer,
- wesentliche Merkmale der Werkzeuge, welche an der Maschine zum Einsatz kommen,
- Reinigung der Werkzeugmaschine,
- Zubehör, Ersatz- und Verschleißteile sowie Kundendienst,
- die Außerbetriebnahme und die Entsorgung,
- den Notfall und
- Hinweise zur sicheren Demontage.



Bild 6-3: Dateneingabe nach Betriebsanleitung

6.2 Betriebsanweisung

Betriebsanweisungen sind vom Unternehmer an seine Mitarbeiter gerichtet und regeln arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogen das Verhalten im Unternehmen zur Vermeidung von Unfall- und Gesundheitsgefahren. Sie unterstützen die Vorgesetzten bei der Unterweisung ihrer Mitarbeiter sowie bei einer eventuell notwendigen Verhaltenskorrektur. Betriebsanweisungen helfen allen Mitarbeitern bei der sicheren und gesundheitsgerechten Ausführung ihrer Arbeit.

Betriebsanweisungen sind im Unternehmen in geeigneter Weise bekannt zu machen. Sie sollen in Form und Sprache so gestaltet sein, dass die Mitarbeiter die sachlichen Inhalte verstehen und in der betrieblichen Praxis auch umsetzen können. Wenn ausländische Mitarbeiter der deutschen Sprache nicht ausreichend mächtig sind, ist die Betriebsanweisung in deren Muttersprache abzufassen.

Als Grundlage für eine Betriebsanweisung dienen

- für verwendungsfertige Maschinen und Einrichtungen die Angaben des Herstellers in der Betriebsanleitung,
- bei Gefahrstoffen die nach der Gefahrstoffverordnung vorgeschriebenen Kennzeichnungen sowie die Hinweise auf die besonderen Gefahren und Sicherheitshinweise für den Umgang,

- bei sonstigen chemischen Stoffen und Zubereitungen, die nicht unter den Geltungsbereich der Gefahrstoffverordnung fallen, Angaben aus dem Sicherheitsdatenblatt.

Die Betriebsanweisung muss alle Angaben enthalten, um einen gefahrungsfreien Betrieb der Werkzeugmaschine, deren Einrichtungen und eingesetzten Stoffen sicherzustellen. Ebenso ist das Verhalten bei Störungen zu regeln, wie auch bei Unfällen und Maßnahmen zur Ersten Hilfe. Aus der Betriebsanweisung muss der sachliche, personelle, örtliche und zeitliche Geltungsbereich eindeutig hervorgehen.

In Fällen, in denen der Betreiber über keine Unterlagen verfügt, setzt seine Ermittlungspflicht ein, um sich die entsprechenden Informationen bezüglich vorgenannter Benutzerinformationen zu besorgen.

Betriebsanweisungen sollten so kurz wie möglich gefasst, verständlich abgefasst und überschaubar sein. Daher kann es z. B. für verketete programmierte Werkzeugmaschinen sinnvoll sein, Teilbereichs-Betriebsanweisungen für bestimmte Arbeits- und Tätigkeitsbereiche zu erstellen, welche dann Bestandteil der Gesamt-Betriebsanweisung sind.

Neben Betriebsanweisungen für den Normalbetrieb ist es deshalb ganz besonders erforder-

derlich, spezielle Betriebsanweisungen für den Sonderbetrieb

- Einrichten und Rüsten,
- Probelauf,
- Störungsbeseitigung,
- Instandhaltung (Wartung, Inspektion und Instandsetzung)

zu erstellen.

Die Art der Bekanntmachung von Betriebsanweisungen richtet sich nach den betriebs-spezifischen Erfordernissen im Einzelfall vor Ort, wie auch nach den Vorgaben in einschlägigen Vorschriften. Beim Betreiben von Werkzeugmaschinen ist es daher ratsam, für jede Werkzeugmaschine in deren Umfeld eine Betriebsanweisung öffentlich auszuhängen. Des Weiteren sollte dem dort tätigen Personal eine Betriebsanweisung ausgehändigt werden, wobei ein Gegenzeichnen des Empfängers sinnvoll ist. Darüber hinaus sind sie auch ein ideales Hilfsmittel für die Unterweisung der Arbeitnehmer.

Firma

Betriebsanweisung

Stand: 14. Juli 2002

Seite 1 von 2

Werk: _____

Abteilung: _____

KST: _____

Unterschrift

1. Anwendungsbereich**Bedienen von Bearbeitungszentren**

- Betriebsarten:
 - Betriebsart 1 = **Automatikbetrieb**
 - Betriebsart 2 = **Einrichtbetrieb**
 - Betriebsart 3 = **Manueller Eingriff**
- eingehauste Maschine (zugriffssicher)
- Kühlmittel mit Ölanteilen < 15 % (Emulsion) oder Minimalmengenschmierung
- Bei Magnesiumlegierungen Mg-Anteil < 80 % oder Spänegröße > 0,5 mm Ø

2. Gefahren

- **Automatikbetrieb**

Beim manuellen Handling der Werkstücke

 - Fußverletzungen durch herabfallende Werkstücke
 - Schnittverletzungen durch scharfkantige Werkstücke und Späne
 - Hauterkrankungen durch kühlmitelbenetzte Werkstücke
- **Einrichtbetrieb, Manueller Eingriff**
 - Erfasstwerden durch rotierende Spindel und Werkzeuge (Hände, Haare, Kleidung)
 - Quetsch- und Schergefahren durch Achsbewegungen
 - Gefahr des Herausschleuderns von Teilen bei Werkzeugbruch oder Versagen der Spannvorrichtung für Werkstücke
 - Augenverletzungen durch Späneflug und Kühlmittel
 - Fußverletzungen durch herabfallende Werkstücke
 - Schnittverletzungen durch scharfkantige Werkstücke und Späne
 - Haut- und Atemwegserkrankungen durch Kühlmittel

3. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

- **Schutzmaßnahmen/Schutzeinrichtungen**
 - ▶ **Betriebsartenwahlschalter** (abschließbar) zur Vorwahl der Betriebsart
 - ▶ **Automatikbetrieb** nur bei geschlossener Maschine (überwachte Schutztüren)
 - ▶ **Einrichtbetrieb** bei geöffneter Schutztür unter folgenden Einschränkungen:
 - Kein programmierter Betrieb (weder Einzelsatz noch Folgesatz)
 - Betrieb einzelner Achsen nur über Tipptaster oder elektronisches Handrad mit maximal 2 m/min
 - Spindeldrehzahl maximal 600 U/min (Kantentaster)
 - Betätigung einer Zustimmungtaste
 - Keine Funktionen wie Werkzeugwechsel, Palettenwechsel, Späneförderer (nicht abgedeckt), keine Kühlmittelversorgung mit Hochdruck
 - ▶ **Manueller Eingriff** bei geöffneter Schutztür unter folgenden Einschränkungen:
 - Einzel- oder Folgesatz
 - Achsgeschwindigkeiten maximal 5 m/min, keine Eilgänge
 - Spindeldrehzahl manuell begrenzt auf technologisch erforderliches Maß, keine Hochgeschwindigkeitsdrehzahlen
 - Betätigung einer Zustimmungtaste
 - Keine Funktionen wie Werkzeugwechsel, Palettenwechsel, Späneförderer (nicht abgedeckt), keine Kühlmittelversorgung mit Hochdruck

3. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

■ Verhaltensregeln

- Automatikbetrieb** nur durch unterwiesene Bedienperson
- Schutzhandschuhe oder Hautschutzcreme (Hautschutzplan)
 - Entfernen von Spänen nur mit Spänehooken oder Besen
 - Sicherheitsschuhe



Einrichtbetrieb, Manueller Eingriff

- nur durch ausgebildete und unterwiesene Bedienperson (Schlüsselbefugnis zum Schalten des Betriebsartenwahlschalters)
- Unterweisung schriftlich bestätigen
- Hinweise des Maschinenherstellers zu diesen Betriebsarten sorgfältig beachten



Manueller Eingriff

- nur in zwingenden technologischen Fällen wie
 - Anfahren an vorhandene Werkstückkonturen oder Anfahren beim Zirkularfräsen
 - Vermeiden von Kollisionen
 - Beobachten von langen Fingerfräsen in der Endbearbeitung
- Achsvorschübe und Spindeldrehzahl so weit wie technologisch möglich reduzieren
- Werkzeuge rechtzeitig wechseln, bevor sie stumpf werden und dadurch Bruchgefahr entsteht
- Spanneinrichtung vor dem Einlegen des Werkstücks säubern
- Schutzbrille
- eng anliegende Kleidung (ggf. Maschinenschutzanzug)
- Verbot Schutzhandschuhe zu tragen
- Entfernen von Spänen nur mit Spänehooken oder Besen
- Haarschutz
- Hautschutz (gemäß Hautschutzplan)
- Sicherheitsschuhe

4. Verhalten bei Störungen

Maschine ausschalten (NOT-AUS, Hauptschalter)

Vorgesetzten verständigen, Telefon: _____

5. Verhalten bei Unfällen – Erste Hilfe

Notruf:



- Maschine sofort über NOT-AUS stillsetzen
- Verletzten bergen und Erste Hilfe leisten
- Rettungskette einleiten
 - ▶ Notruf, _____ Sanitäter: _____
 - ▶ Funkruf, _____
 - ▶ Ersthelfer, _____
- Unfall melden, Vorgesetzter: _____



6. Instandhaltung

- Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten nur bei stillgesetzter Maschine (Hauptschalter gesichert)
- Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten nur durch Fachpersonal
- Vor Wiederinbetriebnahme prüfen, ob Schutzeinrichtungen wieder ordnungsgemäß montiert sind und funktionieren
- Wartungs- und Prüfzeiten, z. B. für kritische Verschleißteile, Schutzeinrichtungen, Kühlmittel, Filter usw., einhalten

Datum: _____ Unterschrift (Vorgesetzter)

Datum: _____ Unterschrift (BR)

Bild 6-4: Muster einer Betriebsanweisung

7 Unterweisung

Unterweisungen enthalten immer Elemente aus der direkten Arbeitsanweisung, aber auch weitergehende Elemente mit Informationen über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der jeweiligen Tätigkeit sowie Erläuterungen der zugehörigen Schutzmaßnahmen. Eine derartige Unterweisung dient aber nicht nur der Vermittlung von Kenntnissen und Informationen, sondern auch der Sensibilisierung und Motivierung der Mitarbeiter. Denn durch Unterweisungen besteht die Möglichkeit, den Mitarbeitern klare, verständliche und eindeutige Aufträge und „Anweisungen“ für ihre Arbeit zu geben. Derartige Anweisungen müssen die erforderlichen Schutzmaßnahmen auf der Basis der Gefährdungsbeurteilung des Herstellers wie der Arbeitsplatzbeurteilung des Betreibers mit einbeziehen.

Hierdurch sollen die Mitarbeiter in die Lage versetzt werden, Anweisungen zum Arbeitsschutz richtig zu erfassen und in ihr eigenes Verhalten zu übernehmen. Zu unterweisen sind alle Mitarbeiter eines Unternehmens. Hierzu zählen Mitarbeiter mit Dauerarbeitsverhältnis genauso wie Mitarbeiter mit befristetem Arbeitsverhältnis. Da auch Leiharbeitnehmer in die Arbeitsschutzorganisation des Unternehmens einzugliedern sind, müssen sie ebenfalls unterwiesen werden, denn nur das Unternehmen kann die Gefährdungen und Schutzmaßnahmen an seinen Arbeitsplätzen kennen.

Die Inhalte der Unterweisung sind auf der Grundlage der Anweisungen aufzubauen. Hinzu kommen Informationen und Erläuterungen, welche die Hintergründe und Zusammenhänge der Schutzmaßnahmen an den Werkzeugmaschinen betreffen. Auch Angaben darüber, was bei und nach einem Unfall zu tun ist, gehören in die Unterweisung. Die Unterweisungen sind vor der Aufnahme der Tätigkeit durchzuführen und regelmäßig zu wiederholen, z. B. bei Veränderungen im Tätigkeitsbereich oder wenn angenommen werden muss, dass die Wirkung einer Unterweisung nachgelassen hat. Unterweisungen sind arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogen aufzubauen und müssen mindestens einmal jährlich erfolgen. Schematisierte Unterweisungen, insbesondere vor einer großen Zahl von Mitarbeitern, sind nicht zweckmäßig. Unterweisungen werden im Allgemeinen mündlich gehalten und sollen genaue Hinweise auf Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Schutzmaßnahmen sowie über das richtige Verhalten und den sicheren Umgang mit der Werkzeugmaschine, den Arbeitsmitteln und -stoffen enthalten.

Die Form einer wirkungsvollen Unterweisung an einer Werkzeugmaschine sollte neben der Vermittlung von theoretischen Kenntnissen auch die aktive Einübung des praktischen Handelns beinhalten. Das Gespräch, die Diskussion, die direkte Beteiligung der Mitarbeiter sind wirkungsvoller als jeder Vortrag.

Daher hat der Vorgesetzte alle erforderlichen Vorkehrungen zu treffen, damit den Mitarbeitern

- alle erforderlichen Informationen, insbesondere zu den sie betreffenden Gefährdungen, welche sich aus den in ihrer Arbeitsumgebung vorhandenen Werkzeugmaschinen, Arbeitsmitteln und Gefahrstoffen ergeben – auch wenn sie diese nicht selbst benutzen – und
- soweit erforderlich, Betriebsanweisungen für die bei der Arbeit benutzte Werkzeugmaschine, Arbeitsmittel, einschließlich Gefahrstoffe,

in der für die Mitarbeiter verständlichen Form und Sprache zur Verfügung stehen.

Werden Instandhaltungsarbeiten oder Umbauarbeiten durchgeführt, hat der Vorgesetzte auch hier die erforderlichen Vorkehrungen zu treffen, damit die mit der Durchführung beauftragten Mitarbeiter eine angemessene spezielle Unterweisung erhalten. Weiter sollte der Unterweisende wissen, welches Wissen und Können er bei den zu Unterweisenden voraussetzen kann, einschließlich der persönlichen Eigenheiten des Einzelnen, und deren Motive für ihr bisheriges Verhalten kennen.

Auf Folgendes sollte der Unterweisende bei Drehmaschinen besonders hinweisen:

- Glatte Wellen und Wellenenden sind zu verkleiden. Denn die Gefahr, die von sich

drehenden Wellen ausgeht, wird immer wieder unterschätzt. Besonders leicht werden hier lange Haare oder weite Kleidungsstücke erfasst und aufgewickelt.

- An normalen Drehmaschinen sind Gefährdungsstellen und -quellen im unmittelbaren Arbeitsbereich des Bedieners anzutreffen, welche durch geeignete Maßnahmen zu sichern sind.
- Nach dem Einspannen des Werkstückes in das Dreibackenfutter darf nicht vergessen werden, den Futterschlüssel wieder abziehen.
- Zur Vermeidung von Handverletzungen beim Entfernen von Drehspänen müssen Handfeger und Spänehaken zur Verfügung stehen. Beim Entfernen von Fließspänen muss ein Spänehaken mit Handschutz benutzt werden.



Bild 7-1: Verboten: Entfernen von Fließspänen mit Spänehaken ohne Handschutz (Bild nachgestellt)

Bei Säulenbohrmaschinen sollte auf Folgendes hingewiesen werden:

- Die meisten Unfälle lassen sich darauf zurückführen, dass das Werkstück während des Bearbeitungsvorganges nicht gegen Herumschlagen gesichert, sondern mit der Hand festgehalten wurde.

An Bohrmaschinen lassen sich folgende Unfallschwerpunkte ausmachen:

- Herumschlagen des Werkstückes
- Erfassen der Kleidung

- Schnittwunden durch Körperkontakt mit dem Bohrer oder mit Bohrspänen
- Herunterfallen des Werkstückes vom Bohrtisch

Derartige Gefährdungssituationen lassen sich durch entsprechende Unterweisung und entsprechender Verhaltensbeobachtung leicht vermeiden:

- Grundsätzlich sind bei allen Bohrarbeiten die Werkstücke gegen Herumschlagen zu sichern. Dies kann z. B. durch die Verwen-



Bild 7-2: Verboten: Bohren mit Handschuhen und ohne Sicherung gegen Herumschlagen (Bild nachgestellt)



Bild 7-3: Vermeidung unnötiger Risiken beim Bohren

derung eines Maschinenschraubstockes, welcher auf dem Bohrtisch befestigt ist, erreicht werden.

- Zur sicheren Beseitigung von Bohrspänen sind geeignete Hilfsmittel, wie Spänehacken mit Handschutz oder Handfeger, zu benutzen.
- Wegen der Gefahr des Erfasstwerdens vom Bohrer ist es verboten, bei Bohrarbeiten Handschuhe zu tragen. Weiter ist darauf zu achten, dass eng anliegende Arbeitskleidung – hier speziell die Ärmel – getragen wird. Bei langen Haaren muss ein Haarnetz getragen werden.

Ein Unterweisungsablauf könnte dann wie folgt aufgebaut sein:

1. Wissensstand ermitteln
2. Lernziele festlegen
3. Unterweisungsstoff strukturieren
4. Interesse wecken
5. Unterweisungsstoff theoretisch und praktisch vermitteln durch Zeigen und Üben!
6. Lernerfolg kontrollieren

Die zu behandelnden Unterweisungsthemen an Werkzeugmaschinen ergeben sich aus der Gefährdungsbeurteilung und spiegeln somit die betrieblichen Gegebenheiten wider.

Unterweisungsinhalte könnten u. a. sein an:

Drehmaschinen ohne NC-Steuerung

- Der Einsatz von Futterschutzhauben und wenn dies nicht möglich ist, welche Alternativen es gibt, z. B. fest angebrachte Schutzwand oder bei kleineren Maschinen Steckblech auf der Rückseite der Maschine.
- Bei Verwendung von Futtern überprüfen, dass diese für die vorgesehenen Drehzahlen geeignet sind.
- Verwendung fester Verkleidungen (Schutzrohre) für herausstehende rotierende Werkstücke.
- Einsatz eines ordnungsgemäßen Spänehackens (Handschutzteller, keine Öse).
- Trageverbot für Schutzhandschuhe.
- Tragen von Schutzbrillen, z. B. bei Messingwerkstoffen usw.
- Tragen von eng anliegender Kleidung.
- Verbot des manuellen Haltens loser Schmirgelleinwandstücke o. Ä.

Drehmaschinen mit NC-Steuerung

- Überprüfung, dass alle Gefahrenbereiche verdeckt sind.
- Überprüfung, dass Verdeckungen in geöffneter Stellung die Maschinen zwangsläufig stillsetzen.
- Überprüfung, dass eine feste Verkleidung (Schutzrohre) für herausstehende rotierende Werkstücke vorhanden ist.
- Einsatz von Spannfutter mit Drehzahlkennzeichnung.
- Spannfutter müssen für die Drehzahl geeignet sein.

- Trageverbot für Schutzhandschuhe.
- Welche Schutzmaßnahmen erforderlich sind, wenn in Sonderfällen die Maschine bei offener Verdeckung betrieben werden muss (z. B. Schutzbrille, eng anliegende Kleidung usw.).

Fräsmaschinen ohne NC-Steuerung

- Überprüfung, dass eine Fräaserschutzhaube oder Verdeckung für Umfangsgeschwindigkeiten von ca. 1 m/s und mehr (Die Verwendung von Fräaserschutzhauben bei Einsatz der Fräsmaschine in der Produktion ist höher zu bewerten als bei Einsatz der Fräsmaschine im Werkzeug- und Formenbau und in Reparaturwerkstätten.) eingesetzt wird.
- Überprüfung, dass Kühlmittleitungen so angeordnet sind, dass zum Verstellen nicht in den Wirkungsbereich des Fräswerkzeugs gegriffen werden muss.
- Einsatz von Verkleidungen für umlaufende Wellenenden von Frässpindeln.
- Trageverbot für Schutzhandschuhe.
- Bei kurzen Spänen, z. B. bei Messingwerkstoffen usw., Hinweis, dass Schutzbrille getragen werden muss.
- Eng anliegende Kleidung tragen.

Bearbeitungszentren, einschließlich Fräsmaschinen mit NC-Steuerung

- Trageverbot für Schutzhandschuhe.
- Bei kurzen Spänen, z. B. bei Messingwerkstoffen usw., Schutzbrille tragen.

- Eng anliegende Kleidung tragen.
- Alle Maßnahmen zum Erhalt des Sicherheitszustandes, wie vom Hersteller entsprechend der Betriebsanleitung vorgesehen.
- Überprüfung, dass Kühlmittleitungen so angeordnet sind, dass zum Verstellen nicht in den Wirkungsbereich des Fräswerkzeugs gegriffen werden muss.

Bohrmaschinen und Radialbohrmaschinen

- Überprüfung, dass die Verkleidung des oberen Keilriementriebs vorhanden ist.
- Verwendung eines Maschinenschraubstocks zum Spannen von Werkstücken oder Spannmitteln oder Anschläge gegen Herumschlagen von Werkstücken.
- Benutzung von Verdeckungen von Bohrspindeln, soweit dies möglich ist.
- Trageverbot für Schutzhandschuhe bei offen laufenden Bohrspindeln.
- Bei kurzen Spänen: Schutzbrille tragen.
- Eng anliegende Kleidung tragen und, wenn erforderlich, Mützen und Haarnetze benutzen.
- Zum Entfernen von Spänen Handbesen o. Ä. benutzen, keine Putzwalze oder Lappen.

Sägen

- Bei *Bügelsägen*: Das Sägeblatt (Sägebügel) in Ruhestellung sichern.
- Bei *Bandsägen*: Verkleidung des Sägebandes bis auf den zum Schneiden erforderlichen Teil zustellen.

Unterweisung

- Bei *Horizontalbandsägen*: Sicherung gegen unbeabsichtigtes Einschwenken in die Arbeitsstellung benutzen.
- Bei *Kaltkreissägen*: Benutzen der Schutzhaube für das Sägeblatt, welche in Arbeitsstellung nur den zum Schneiden erforderlichen Teil des Sägeblattes frei lässt und in Ruhestellung das Sägeblatt vollständig verdeckt. Benutzung der Sicherung in Ruhestellung gegen unbeabsichtigte Bewegungen und zum Entfernen von Spänen Handbesen o. Ä. verwenden.

Unterweisungen sind gemäß der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV A 1) zu dokumentieren.

Sofern der Betreiber einer Werkzeugmaschine nicht in der Lage ist, seine Mitarbeiter ausreichend zu unterweisen, hat er eine sachkundige Unterweisung zu veranlassen.

Hilfe bieten hier die Hersteller von Werkzeugmaschinen an.

Ebenso vermitteln die Berufsgenossenschaften fachspezifische Kenntnisse in ihren Schulungsstätten oder vor Ort für die an einer Werkzeugmaschine eingesetzten Mitarbeiter.

8 Prüfen von Arbeitsmitteln bzw. Maschinen der Zerspantung

Die Maschinensicherheit hängt von vielen Faktoren ab, vom ordnungsgemäßen Funktionieren vorhandener Schutzeinrichtungen, vom Beachten der Benutzungshinweise in den Betriebsanleitungen der Maschinenhersteller und der Hinweisschilder auf den Maschinen. Auch Schulungen von Maschinenbedienern bei Inbetriebnahme neuer Maschinen oder wesentlich veränderter Maschinen tragen entscheidend zur Maschinensicherheit bei. Letztlich hängt die Sicherheit auch vom pfleglichen Umgang mit diesen Maschinen, ihren Werkzeugen und auch mit Kühlschmierstoffen und entsprechenden Absaugeinrichtungen ab.

Bis September 2002 waren Prüfungen bezüglich der Sicherheit von Zerspangungsmaschinen u. a. in den Unfallverhütungsvorschriften

- „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“,
- „Grundsätze der Prävention“

sowie in Berufgenossenschaftlichen Regeln zu Schutzeinrichtungen, z. B. zu

- Zweihandschaltungen,
- berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen (z. B. Lichtschranken, Laserscannern),
- Kühlschmierstoffen geregelt.

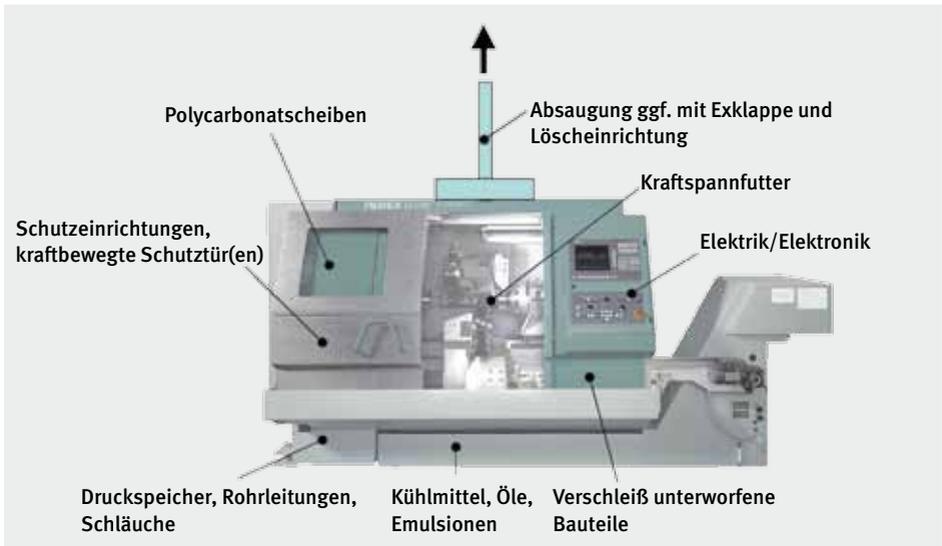


Bild 8-1: Wichtige Prüfobjekte an einer CNC-Drehmaschine

Seit Oktober 2002 ist die **Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)** hinzugekommen, die insbesondere die Benutzung aller Arbeitsmittel und damit auch erforderliche Prüfungen an Arbeitsmitteln bzw. Maschinen der Zerspanung neu regelt.

Die BetrSichV gibt derzeit nur Leitmerkmale zu notwendigen Prüfungen vor, die vermutlich in der Zukunft noch durch neu zu formulierende Technische Regeln zu einzelnen Maschinengattungen ergänzt werden. Inhaltliche Grundlage für diese Technischen Regeln werden nationale Vorschriften sein – im Fall der Zerspanungsmaschinen sind dies die

oben genannten Unfallverhütungsvorschriften und BG-Regeln. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass in diesen neuen Technischen Regeln bewährte Prüfbestimmungen des Berufsgenossenschaftlichen Vorschriftenwerks fortgeschrieben werden. Empfehlenswert ist deshalb, für Maschinenprüfungen die oben genannten BG-Vorschriften so lange anzuwenden, bis sie von neuen Technischen Regeln zur BetrSichV abgelöst werden.

Die Prüfbestimmungen der BetrSichV können ohne die noch fehlenden Technischen Regeln derzeit folgendermaßen dargestellt werden:

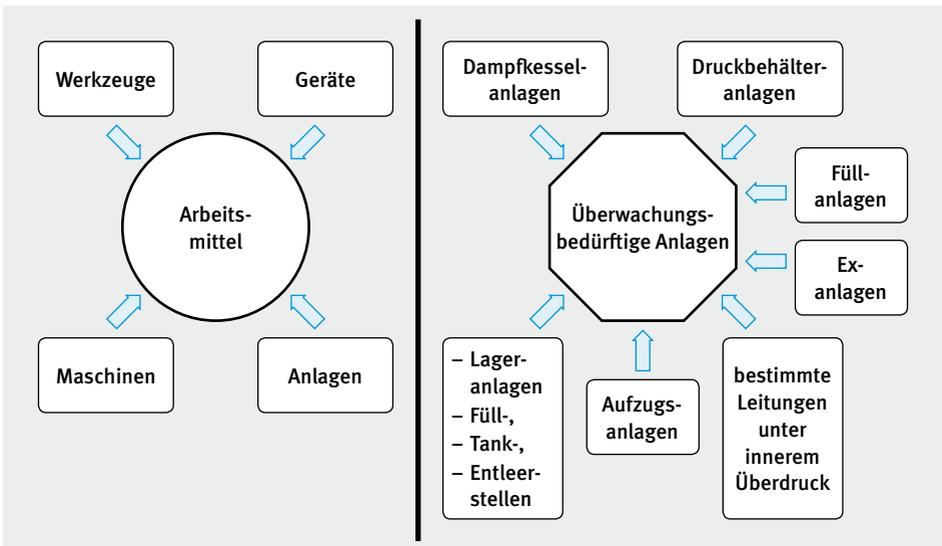


Bild 8-2: Anwendungsbereich der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)

8.1 Anwendungsbereich der BetrSichV

Der Anwendungsbereich der BetrSichV umfasst Arbeitsmittel und „Überwachungsbedürftige Anlagen“.

Maschinen der Zerspanung fallen in den Bereich Arbeitsmittel, deren Spektrum von einzelnen Werkzeugen bis zu Maschinenverkettungen/Anlagen reicht.

8.2 Ermittlungspflicht von Prüfungen

Der Arbeitgeber/Betreiber von Zerspanungsmaschinen muss Art, Umfang und Fristen erforderlicher Prüfungen zur Maschinensicherheit ermitteln.

Empfehlenswert ist die Hinzuziehung von Servicediensten der Maschinenhersteller oder Lieferer.

8.3 Durchführung von Prüfungen

Die BetrSichV schreibt vor, dass Prüfungen nur durch hierzu „befähigte Personen“ durchgeführt werden dürfen.

Der Arbeitgeber/Betreiber hat die notwendigen Voraussetzungen zu ermitteln und fest-

zulegen, welche Voraussetzungen diese Personen erfüllen müssen, die von ihm mit der Prüfung von Arbeitsmitteln zu beauftragen sind.

Befähigte Personen im Sinne der BetrSichV sind Personen, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Fachkenntnisse zur Prüfung der Arbeitsmittel verfügen.

8.4 Prüfanlässe

Die BetrSichV kennt keine den Unfallverhütungsvorschriften (UVVen) und BG-Regeln vergleichbaren wiederkehrenden Prüfbestimmungen.

Sie verlangt vom Arbeitgeber/Betreiber, dass er Prüfungen veranlasst und Prüfintervalle festlegt, wenn Arbeitsmittel Schäden verursachenden Einflüssen unterliegen, die zu gefährlichen Situationen führen können. Ferner hat der Arbeitgeber Arbeitsmittel zu überprüfen, wenn deren Sicherheit von Montagebedingungen abhängt, insbesondere

- nach der Montage,
- vor der ersten Inbetriebnahme,
- nach jeder Montage an einem neuen Standort.

Darüber hinaus verlangt die BetrSichV außerordentliche Prüfungen, wenn außergewöhnliche Ereignisse schädigende Auswirkungen auf die Sicherheit der Arbeitsmittel haben können, z. B.

- Unfälle,
- Veränderungen am Arbeitsmittel,
- Instandsetzungsarbeiten, welche die Sicherheit des Arbeitsmittels beeinträchtigen können,
- längere Zeit der Nichtbenutzung,
- Naturereignisse, wie Blitzschlag, Überschwemmung.

8.5 Prüfnachweis

Der Arbeitgeber/Betreiber hat die Ergebnisse der Prüfungen aufzuzeichnen (schriftl.

Nachweis). Die Aufzeichnungen sind mindestens bis zur nächsten Prüfung aufzubewahren.

Die BetrSichV erleichtert damit den Archivierungsaufwand. Es ist jedoch zu empfehlen, davon keinen Gebrauch zu machen, um für die befähigten Personen bessere Erfahrungswerte für Folgeprüfungen und ggf. auch für die vorbeugende Instandhaltung zu sammeln.

8.6 Prüfung auf „Augenfällige Mängel“

Neben den Prüfungen durch befähigte Personen sind Zerspanungsmaschinen vor Schichtbeginn auf augenfällige Mängel durch Bedienpersonen/Maschinenführer zu über-

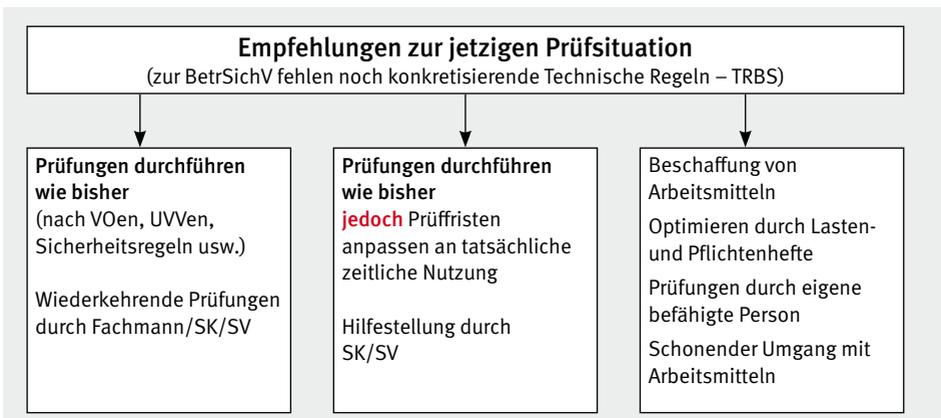


Bild 8-3: Flexible Prüfintervalle für Zerspanungsmaschinen

prüfen, um Schäden rechtzeitig erkennen und beheben zu können, bevor Unfallgefahren oder Maschinenschäden entstehen.

Festgestellte Mängel sollten dem Vorgesetzten in Schriftform gemeldet werden.

8.7 Neue Prüfungskonzepte

Die BetrSichV öffnet die Prüfintervalle in Richtung belastungsbezogener Prüfungen. Bei entsprechenden Kenntnissen können die bekannten wiederkehrenden Prüfintervalle

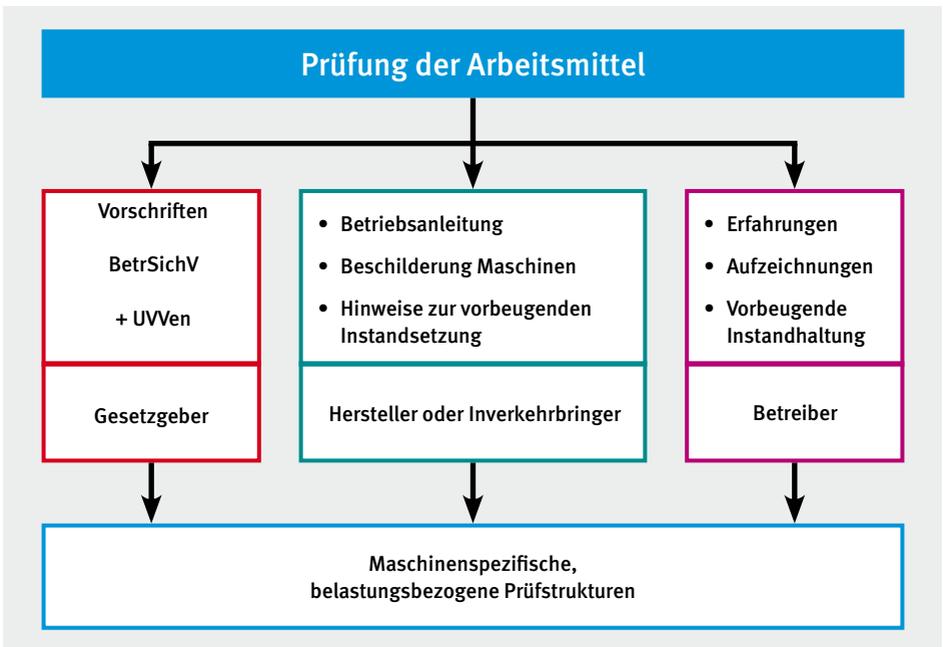


Bild 8-4: Gesamtkonzept zur Prüfung von Zerspanungsmaschinen

möglicherweise verlängert werden. Längere als in den UVVen und BG-Regeln vorgeschriebene Prüfintervalle müssen jedoch begründet werden bzw. der Arbeitgeber/Betreiber trägt die Verantwortung für verlängerte Prüfintervalle. Hierzu könnte er z. B. Erfahrungen der Servicedienste der Hersteller oder Sachkundiger (SK) oder ggf. Sachverständiger (SV) nutzen.

Bei der Beschaffung neuer Arbeitsmittel/ Zerspanungsmaschinen bietet sich an, bestimmte Prüfungen bzw. Prüfintervalle in Lasten- und Pflichtenheften näher zu beschreiben bzw. bewusst vorzugeben.

Empfehlenswert ist, in Prüfkonzepten nicht nur die Prüfbestimmungen zutreffender Vorschriften umzusetzen, sondern Gesamtkonzepte zu erstellen, in welchen Hinweise der Hersteller zu Verschleißteilen, Hilfsstoffen, Wartungsempfehlungen usw. und auch eigene Erfahrungswerte einbezogen werden.

Bei der Anwendung von Gesamtkonzepten von Prüfungen zur Maschinensicherheit eröffnet die BetrSichV also die Möglichkeit, von wiederkehrenden zu belastungsbezogenen Prüfstrukturen zu kommen.

9 Bemerkenswerte Unfälle

Unfallbericht 1 Tödlicher Unfall an konventioneller Drehmaschine

Unfallhergang

Ein Mitarbeiter war damit beauftragt worden, Ventilgehäuse an den Flanschen plan zu drehen. Das Ventilgehäuse wurde im Dreiba-ckenfutter gespannt und zusätzlich mit einer Spannvorrichtung fixiert. Von der mitlaufenden unsymmetrischen Spannvorrichtung wurde der Mitarbeiter plötzlich erfasst und in die Drehmaschine eingezogen. Hierbei erlitt er die tödlichen Verletzungen.

Unfallursache

Ursächlich für diesen Unfall war die fehlende bewegliche Verdeckung über den Wirkbereich bei der Zerspanung von unsymmetrischen Werkstücken. Im Weiteren kam erschwerend hinzu, dass die Einrückhebelsicherung an der Maschine durch Verschleiß kein sicheres Ein- und Ausschalten durch Formschlüssigkeit aufwies.

Unfallverhütung

Gefahrstellen und Gefahrenquellen müssen durch trennende Schutzeinrichtungen gesichert werden. Bei der Bearbeitung von nicht symmetrischen Bauteilen sind auch an konventionellen Maschinen bewegliche trennende Schutzeinrichtungen einzusetzen. Bei der Verwendung von Spannvorrichtungen ist darauf zu achten, dass diese möglichst

kreisförmig geschlossen sind und keine Fang- oder Einzugstellen während der Rotationsbewegung entstehen können. Die Wirksamkeit von Einrückhebelsicherungen (Ein/Aus-Schalter) ist regelmäßig zu prüfen,



Bild 9-1: Drehmaschine mit sicherheitswidriger Spanneinrichtung, *Beispiel 1*

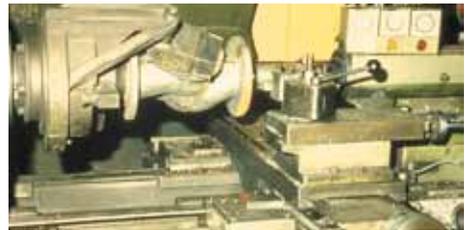


Bild 9-2: Drehmaschine mit sicherheitswidriger Spanneinrichtung, *Beispiel 2*

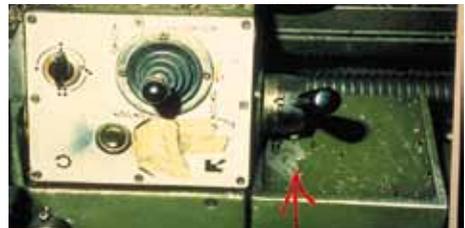


Bild 9-3: Defekter Einrückhebel

damit ein Einrasten (Ausstellung) gewährleistet ist und nicht durch zufälliges Betätigen ein Ingangsetzen der Maschine erfolgen kann.

Unfallbericht 2

Kettenrad durchschlägt Sichtscheibe an zyklengesteuerter Drehmaschine – Mitarbeiter erlitt schwerste Gesichtsverletzungen

Unfallhergang

An einer zyklengesteuerten Drehmaschine war ein Mitarbeiter damit beschäftigt, Kettenräder mechanisch zu bearbeiten. Der programmgesteuerte Zerspanungsprozess beinhaltete das mittige Aufbohren und anschließende Innendrehen für die Sackbohrungen. Im Fortgang der Arbeiten, vermutlich nach dem Aufbohren, durchschlug das Kettenrad die Sichtscheibe (Sicherheitsglas der beweglich trennenden Schutzeinrichtung) und traf den Mitarbeiter am Kopf, wobei er schwerste Gesichtsverletzungen erlitt.

Unfallursache

Die Unfalluntersuchung ergab, dass vermutlich ein Programmierfehler für den Unfall ursächlich war. In der Programmabfolge wurde festgestellt, dass der notwendige Nullpunkt noch nicht positioniert war und das im Eilgang mit dem Werkzeug in das Werkstück hineingefahren wurde. Das herstellerseitige maschinentechnische Konzept war gegen Gefahren von Herausschleudern-

den Gegenständen nicht ausreichend dimensioniert.

Unfallverhütung

Entsprechend der Maschinenrichtlinie 98/37/EG Anhang 1 müssen Vorkehrungen getroffen werden, um das Herausschleudern von gefährlichen Gegenständen, insbesondere von zu bearbeitenden Werkstücken, zu vermeiden.

Die DIN EN 953 „Sicherheit an Maschinen – Trennende Schutzeinrichtungen“ gibt sicherheitstechnische Lösungen vor, die einem Herabsetzen des Risikos durch Herausschleudern und/oder zum Rückhalten von zu bearbeitenden Werkstücken entsprechen.



Bild 9-4: Durchschlagene Sichtscheibe



Bild 9-5: Werkstück Kettenrad

Unfallbericht 3 Tödlicher Unfall an einer CNC-Drehmaschine

Unfallhergang

Ein erfahrener Dreher war beauftragt, eine Edelstahlwelle auf einer CNC-Drehmaschine zu bearbeiten. Dieser mechanische Zerspanungsprozess kann ausschließlich im Automatikbetrieb ausgeführt werden. Aus nicht bekannten Gründen hatte der Dreher ein Zungenstück nachgefertigt und in den Personenschutzalter der Bauart 2 eingesteckt. Somit war die trennende Schutzeinrichtung an der CNC-Drehmaschine unwirksam gemacht worden. Im Fortgang der Arbeiten beugte sich der Mitarbeiter in den Arbeitsraum und wurde vom rotierenden Dreibackenfutter in die Maschine eingezogen und erlitt hierbei tödliche Verletzungen.

Unfallursache

Mit ursächlich für den Unfall war der offen und frei zugänglich angebrachte Positionsschalter an der Schiebetür zum Zerspanungsraum. Der Hersteller hatte keine Maßnahmen ergriffen, die das Umgehen des Positionsschalters auf einfache Weise verhindert oder zumindest erschwert hätten. Die trennende Schutzeinrichtung konnte somit auf einfache Weise manipuliert werden. Das sicherheitstechnische Fehlverhalten des Mitarbeiters, dass mithilfe eines nachgefertigten Zungenstückes der Positionsschalter manipuliert wurde, ist sicherlich

in die Ursachenbetrachtung mit einzubeziehen.

Unfallverhütung

Im Rahmen einer sicherheitstechnischen Beanstandung eines technischen Arbeitsmittels wurde der herstellereitige Konstruktionsfehler an der CNC-Maschine und baugleichen CNC-Maschinen angezeigt. Zukünftig ist das Umgehen des Positionsschalters auf



Bild 9-6: „Offener“ Arbeitsraum CNC-Drehmaschine



Bild 9-7: Manipulation des Positionsschalters

einfache Weise nicht mehr möglich. Der Betreiber führte innerbetriebliche Sonderunterweisungen durch, die auf die bestimmungsgemäße Verwendung der Werkzeugmaschinen einging.

Unfallbericht 4 **Auszubildender erlitt schwere Schnittverletzungen an Fräsmaschine**

Unfallhergang

Im Rahmen der Ausbildung an Zerspanungsmaschinen absolvierte ein Auszubildender einen Fräsmaschinengrundlehrgang. Im Fortgang der Fräsarbeiten an der konventionellen Fräsmaschine griff der Auszubildende zwischen rotierendem Scheibenfräser und Fräsmaschinenständer hindurch, um den Kühlschmiermittelschlauch nachzustellen. Hierbei wurden die Arme des Auszubildenden von dem rotierenden Scheibenfräser erfasst und die linke Hand zwischen Werkstück und Scheibenfräser durchgezogen, wobei er sich schwerste Schnittverletzungen zuzog.

Unfallursache

Fehlende Verdeckung am oberen nicht benutzten Teil des Scheibenfräasers.

Unfallverhütung

Auch an konventionellen Fräsmaschinen sind die Gefahrstellen durch Verdeckungen zu schützen. In der Praxis bewährte Verfah-

ren, wie Fräferschutzhauben für den nicht benutzten Teil von den Fräswerkzeugen oder komplette Verdeckungen, die einen Zugriff in den Zerspanungsraum nicht ermöglichen, sind anzuwenden.

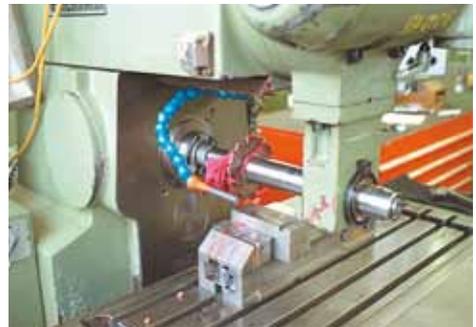


Bild 9-8: Haut- und Kleidungsreste am ungeschützten Scheibenfräser

Unfallbericht 5 **Tödlicher Unfall und schwerste Verletzungen an einer CNC-Drehmaschine**

Unfallhergang

Während des Zerspanungsprozesses nahm ein Mitarbeiter ein sehr lautes (wie der Start eines Düsenjets) Betriebsgeräusch der Maschine wahr. Plötzlich löste sich das Werkstück aus der Spannvorrichtung, schleuderte aus der Maschine, flog gegen die Hallendachkonstruktion, verformte diese, wurde abgelenkt und stürzte auf den Fußboden. Zu diesem Zeitpunkt standen zwei Mitarbeiter unmittelbar vor der Unfallmaschine und

wurden durch die wegschleudernden Teile im Kopfbereich getroffen.

Unfallursache

Unzulässig hohe Spindeldrehzahl durch Programmierfehler. Kritische Drehzahl 2000 U/min, tatsächliche Drehzahl war 3500 U/min. Keine Drehzahlüberwachung! Keine Vorkehrungen zur Drehzahlbegrenzung!

Maschine war **nicht** EG-Richtlinien- und Normkonform! (MRL 98/37/EG i. V. EN 12415)

Unfallverhütung

- a) Bestätigung der höchsten Drehzahl nach Programmwechsel
- b) Anlaufsperre bei Nichtbestätigung bzw. Anlauf nur in niedrigsten Drehzahl
- c) Überwachung
 - Drehzahl
 - Spanndruck
 - Spannweg



Bild 9-9: Unfallmaschine und Werkstückaufprall (Fußboden)



Bild 9-10: Unfallmaschine mit durchschlagener Sichtscheibe

10 Quellennachweis

- Hüning, Reudenbach
„Sichere Maschinen in Europa (Teil 1) – Europäische und nationale Rechtsgrundlagen – Kurzinformation für Hersteller und Benutzer“, Verlag Technik & Information e.K., Bochum
- Hüning, Schulze
„Sichere Maschinen in Europa (Teil 5), Verlag Technik & Information e.K., Bochum
- Hüning, Kirchberg, Schulze
„Die neue EG-Maschinenrichtlinie“, Bundesanzeiger Verlag
- Europäische Kommission
„Leitfaden für die Anwendung der neuen Maschinenrichtlinie“, Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, Brüssel, Juni 2010
- Link, W.; v. Locquenghien; Preuße, Chr.; Dr. Umbreit, W.
„Prozessbeobachtung in der Fertigung“, Die BG, Mai 2002
- HVBG-Report
„Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen“, Februar 2006, www.hvbg.de
- BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500), HVBG, Januar 2004
- Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd „Verkettete Anlagen“, Gesund + Sicher, 3/1997
- Unfallverhütungsvorschrift „Bauarbeiten“ (BGV C 22)
- BG-Regel „Tätigkeiten mit Kühlschmierstoffen“ (BGR 143)
- BG-Information „Keimbelastung wassergemischter Kühlschmierstoffe“ (BGI 762)
- BG-Information „Hautschutz in Metallbetrieben“ (BGI 658)
- BG-Information „Minimalmengenschmierung in der spanenden Fertigung“ (BGI 718)
- Boveleth, Rabente
Sonderdruck „Kühlschmierstoffe“, Info Medien Verlag, 10/2010
- CD-ROM „Kühlschmierstoffe“ BGIA, Storck-Verlag, www.Kuehlschmierstoff.de
- Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen, Fa. Total-Walther, 63225 Langen
- BG-Information „Brand- und Explosionsschutz an Werkzeugmaschinen“ (BGI 719)
- Fachstelle „Maschinensicherheit“ der BGHM
Checkliste für die Überprüfung von Arbeitsmitteln
Checkliste für Sicht- und Funktionsprüfungen an Werkzeugmaschinen

Sämtliche Bildrechte liegen bei den Autoren.

Anhang 1 – Muster –

Die Checkliste kann als pdf-Datei aus dem Internet heruntergeladen werden (www.bghm.de).

Checkliste für die Überprüfung von Arbeitsmitteln			
gem. Anhang 1 Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) vom 3.10.2002			
Arbeitsmittel:			Datum:
Hersteller:	Typ:	Prüfer:	
Inventar-Nr.:	Bauj.:		
Standort:			Unterschrift:

Nr.	Mindestvorschriften	1	2	3	4	5	Bemerkungen
	Ankreuzen: Spalte 1 = vorhanden bzw. ja Spalte 4 = nicht erforderlich						
	Spalte 2 = teilw. vorhanden Spalte 5 = Nachrüstung erforderlich						
	Spalte 3 = nicht vorh. bzw. nein						
<p>1. Vorbemerkung</p> <p>Die Anforderungen des Anhangs 1 der BetrSichV gelten nach Maßgabe der Verordnung in den Fällen, in denen mit der Benutzung des betreffenden Arbeitsmittels eine entsprechende Gefährdung für Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten verbunden ist.</p> <p>Für bereits in Betrieb genommene Arbeitsmittel braucht der Arbeitgeber zur Erfüllung der nachstehend abgefragten Mindestvorschriften nicht die Maßnahmen gemäß den grundlegenden Anforderungen für neue Arbeitsmittel treffen, wenn</p> <ul style="list-style-type: none"> a) der Arbeitgeber eine andere, ebenso wirksame Maßnahme trifft oder b) die Einhaltung der grundlegenden Anforderungen im Einzelfall zu einer unverhältnismäßigen Härte führen würde und die Abweichung mit dem Schutz der Beschäftigten vereinbar ist. <p>2. Allgemeine Mindestvorschriften für Arbeitsmittel</p> <p>2.1 Befehlseinrichtungen</p> <p>Sind Befehlseinrichtungen, die Einfluss auf die Sicherheit haben,</p> <ul style="list-style-type: none"> a) deutlich sichtbar? b) als solche identifizierbar? c) gegebenenfalls gekennzeichnet? d) Anordnung des Gefahrenbereiches so, dass die Betätigung keine zusätzlichen Gefährdungen mit sich bringt? e) Ist unbeabsichtigtes Betätigen verhindert? f) Ist vom Bedienungsstand der Gefahrenbereich einsehbar? g) Falls f) nicht möglich: Ist dem Ingangsetzen automatisch ein sicheres System (z. B. zur Personenerkennung) oder mindestens ein Warnsignal (akustisch oder optisch) vorgeschaltet? h) Im Falle von g): Ausreichende Zeit/Möglichkeit zum Gefahrenentzug oder zur Verhinderung des Ingangsetzens? 							

Nr.	Mindestvorschriften	1	2	3	4	5	Bemerkungen
Ankreuzen: Spalte 1 = vorhanden bzw. ja Spalte 4 = nicht erforderlich		Spalte 2 = teilw. vorhanden Spalte 5 = Nachrüstung erforderlich		Spalte 3 = nicht vorh. bzw. nein			
	i) Ist die Befehlseinrichtung sicher?						
	j) Sind bei ihrer Auslegung die vorhersehbaren Störungen, Beanspruchungen und Zwänge berücksichtigt?						
2.2	Ingangsetzen des Arbeitsmittels						
	a) nur durch absichtliche Betätigung einer Befehlseinrichtung möglich?						
	b) ...auch beim Wiedereingangsetzen nach jedem Stillstand?						
	c) ...auch für die Steuerung einer wesentlichen Änderung des Betriebszustandes (z. B. der Geschwindigkeit oder des Druckes)?						
	b) und c) gilt nicht, wenn gefahrlos für die Beschäftigten und während des normalen Programmablaufs im Automatikbetrieb						
	d) Sind mehrere Befehlseinrichtungen vorhanden, geben diese <u>nicht</u> gleichzeitig das Ingangsetzen frei?						
2.3	Befehlseinrichtungen zum sicheren Stillsetzen (bei kraftbetriebenen Arbeitsmitteln)						
	a) für das gesamte Arbeitsmittel vorhanden?						
	b) an jedem freien Arbeitsplatz entsprechend der Gefahrenlage für das gesamte Arbeitsmittel oder nur für bestimmte Teile vorhanden?						
	c) Ist der Abschaltbefehl dem Einschaltbefehl übergeordnet?						
	d) Kann nach dem Stillsetzen die Energieversorgung des Antriebs unterbrochen werden?						
	Sind die Befehlseinrichtungen nach Nr. 2.1 gleichzeitig die Hauptbefehlseinrichtungen nach Nr. 2.13, gelten die dortigen Forderungen sinngemäß.						
2.4	Not-Befehlseinrichtung(en)						
	a) Ist für ein kraftbetriebenes Arbeitsmittel mindestens eine Not-Befehlseinrichtung vorhanden?						
	b) Sind Stellteile schnell, leicht und gefahrlos erreichbar und auffällig gekennzeichnet?						
	Dies gilt nicht, wenn durch die Not-Befehlseinrichtung die Gefährdung nicht gemindert werden kann, da sie entweder die Zeit bis zum normalen Stillsetzen nicht verkürzt oder es nicht ermöglicht, besondere, wegen der Gefährdung erforderliche, Maßnahmen zu ergreifen.						

Nr.	Mindestvorschriften	1	2	3	4	5	Bemerkungen
Ankreuzen: Spalte 1 = vorhanden bzw. ja Spalte 4 = nicht erforderlich		Spalte 2 = teilw. vorhanden Spalte 5 = Nachrüstung erforderlich			Spalte 3 = nicht vorh. bzw. nein		
2.5	Sind vorhanden						
	a) Schutzvorrichtungen gegen herabfallende oder herausgeschleuderte Gegenstände?						
	b) Vorrichtungen zum Zurückhalten oder Ableiten von ausströmenden Gasen, Dämpfen, Flüssigkeiten oder Stäuben? (s. auch Nr. 2.16)						
2.6	Sind das Arbeitsmittel und seine Teile z. B. durch Befestigungen gegen unbeabsichtigte Positions- und Lageänderungen stabilisiert?						
2.7	a) Halten die verschiedenen Teile eines Arbeitsmittels sowie die Verbindungen untereinander den Belastungen aus inneren Kräften und äußeren Lasten stand?						
	b) Sind geeignete Schutzeinrichtungen vorhanden bei Splitter- oder Bruchgefahr ?						
2.8	Sind Schutzeinrichtungen vorhanden, die den unbeabsichtigten Zugang zum Gefahrenbereich von beweglichen Teilen verhindern oder diese vor dem Erreichen stillsetzen?						
	a) Sind diese stabil gebaut?						
	b) Werden durch sie keine zusätzlichen Gefährdungen verursacht?						
	c) Können sie nicht auf einfache Weise umgangen oder unwirksam gemacht werden?						
	d) Haben sie ausreichenden Abstand zum Gefahrenbereich?						
	e) Wird die Beobachtung des Arbeitszyklus nicht mehr als notwendig eingeschränkt?						
	f) Können Einbau oder Austausch von Teilen sowie Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten möglichst ohne Demontage der Schutzeinrichtungen durchgeführt werden?						
	g) Ist bei f) der Zugang auf den für die Arbeit notwendigen Bereich beschränkt?						
2.9	Sind Arbeits- bzw. Instandsetzungs- und Wartungsbereiche ausreichend beleuchtet ?						
2.10	Sind Schutzeinrichtungen gegen das Berühren sehr heißer oder sehr kalter Teile vorhanden?						
2.11	Sind Warnvorrichtungen und Kontrollanzeigen leicht wahrnehmbar und unmissverständlich?						
2.12	Instandsetzungs- und Wartungsarbeiten						
	a) bei Stillstand des Arbeitsmittels						
	b) wenn a) nicht möglich ist: Können geeignete Schutzmaßnahmen ergriffen werden?						

Nr.	Mindestvorschriften	1	2	3	4	5	Bemerkungen
Ankreuzen:	Spalte 1 = vorhanden bzw. ja Spalte 4 = nicht erforderlich	Spalte 2 = teilw. vorhanden Spalte 5 = Nachrüstung erforderlich	Spalte 3 = nicht vorh. bzw. nein				
	Wenn a) und b) nicht möglich ist, muss die Instandsetzung und Wartung außerhalb des Gefahrenbereichs erfolgen.						
	c) Können angehobene Teile oder Arbeitseinrichtungen mit geeigneten Einrichtungen gegen Herabfallen gesichert werden, wenn darunter gearbeitet werden muss?						
	d) Sind Einrichtungen vorhanden, die Systeme mit Speicherwirkung energiefrei machen, wenn nach dem Trennen von jeder Energiequelle noch Energien gespeichert sein können?						
	e) Sind Einrichtungen gem. d) gekennzeichnet?						
	f) Sind Gefahrenhinweise vorhanden, wenn ein vollständiges Energiefreimachen gem. d) nicht möglich ist?						
2.13	Hauptbefehlseinrichtungen						
	a) Sind deutlich erkennbare Vorrichtungen (z. B. Hauptbefehlseinrichtungen) zur Trennung von jeder einzelnen Energiequelle vorhanden?						
	b) Sind die betreffenden Beschäftigten beim Wiedereingangssetzen keiner Gefährdung ausgesetzt?						
	c) Können die Vorrichtungen gegen unbefugtes oder irrtümliches Betätigen gesichert werden?						
	Die Trennung einer Steckverbindung ist nur dann ausreichend, wenn die Kupplungsstelle vom Bedienungsstand überwacht werden kann.						
	d) Haben diese Vorrichtungen (ausgenommen Steckverbindungen) jeweils nur eine „Aus“- und „Ein“-Stellung?						
2.14	Sind die zur Gewährleistung der Sicherheit der Beschäftigten erforderlichen Kennzeichnungen (z. B. Hersteller, technische Daten) oder Gefahrenhinweise vorhanden?						
2.15	Besteht für Produktions-, Einstellungs-, Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten ein sicherer Zugang und gefahrloser Aufenthalt zu/anden dafür notwendigen Stellen?						
2.16	Ist das Arbeitsmittel ausgelegt gegen Gefährdungen durch						
	a) Brand oder Erhitzung?						
	b) Freisetzung von Gas, Staub, Flüssigkeiten, Dampf oder anderen Stoffen , die in dem Arbeitsmittel erzeugt, verwendet oder gelagert werden?						

Nr.	Mindestvorschriften	1	2	3	4	5	Bemerkungen
Ankreuzen:	Spalte 1 = vorhanden bzw. ja Spalte 4 = nicht erforderlich	Spalte 2 = teilw. vorhanden Spalte 3 = Nachrüstung erforderlich	Spalte 3 = nicht vorh. bzw. nein				
2.17	Ist das Arbeitsmittel so ausgelegt, dass jegliche Explosionsgefahr , die vom Arbeitsmittel selbst oder von Gasen, Flüssigkeiten, Stäuben, Dämpfen und anderen freigesetzten oder verwendeten Substanzen ausgeht, vermieden wird?						
2.18	Ist der Schutz gegen direktes oder indirektes Berühren spannungsführender Teile gewährleistet?						
2.19	a) Ist das Arbeitsmittel gegen Gefährdungen aus der von ihm verwendeten nicht elektrischen Energie (z. B. hydraulische, pneumatische, thermische) ausgelegt?						
	b) Sind Leitungen, Schläuche und andere Einrichtungen zum Erzeugen oder Fortleiten dieser Energien so verlegt, dass mechanische, thermische oder chemische Beschädigungen vermieden werden?						
3.	Zusätzliche Mindestvorschriften für besondere Arbeitsmittel						
3.1	Mindestvorschriften für mobile Arbeitsmittel, die selbstfahrend oder nicht selbstfahrend sind Sind die Mindestvorschriften gemäß Nr. 3.1.1 – 3.1.9 erfüllt?						
3.2	Mindestvorschriften für Arbeitsmittel zum Heben von Lasten Sind die Mindestvorschriften gemäß Nr. 3.2.1 – 3.2.4 erfüllt?						
Zusammenfassende Beurteilung/Vermerke							

Anhang 2 – Muster –

weitere Checklisten siehe
www.bghm.de

Checkliste für Sicht- und Funktionsprüfungen

(ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

Handgesteuerte Bohrmaschinen (alt) ohne CE-Kennzeichnung

Die Mindestanforderungen gemäß Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und UVVen

(Die Checkliste gilt in erster Linie für Tisch- und Ständerbohrmaschinen.

Für Radial-, Tiefloch- und Mehrspindelbohrmaschinen gelten u. U. zusätzliche Anforderungen)

Angaben zur überprüften Werkzeugmaschine

Hersteller: _____

Typenbezeichnung: _____ Baujahr: _____

Standort: _____ Masch.-Nr.: _____

1.	Allgemeine Vorschriften für die Benutzung (s. BetrSichV und BGV A 1*)	J/N
1.1	Sind geeignete Hilfseinrichtungen zur Beseitigung von Spänen vorhanden? (Handfeger und Pinsel, keine Putzlappen und Putzwolle)	
1.2	Ist ein Trageverbot für Schutzhandschuhe und Schmuckgegenstände ausgesprochen?	
1.3	Wird eng anliegende Arbeitskleidung getragen?	
1.4	Werden Schutzbrillen bei Gefahr von Augenverletzungen benutzt?	
1.5	Werden lange Haare unter Mützen/Haarnetzen verborgen?	
1.6	Werden Schutzschuhe getragen?	
1.7	Befinden sich Holzlatenroste in einwandfreiem Zustand?	
1.8	Sind die Maschinenbediener entsprechend unterwiesen ?	

*) BGV A 1 = Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“

2.	Beschaffenheitsanforderungen (siehe Anhang 1 BetrSichV und VBG 5**)	J/N
2.1	Ist eine Not-Aus-Schalteinrichtung , mindestens aber ein Hauptschalter im Handbereich vorhanden?	
2.2	Ist ein abschließbarer Hauptschalter vorhanden? (ab Baujahr 4/1989)	
2.3	Ist die Einrückeinrichtung gegen unbeabsichtigtes Betätigen gesichert?	
2.4	Ist ein Maschinenschraubstock zum Einspannen von Werkstücken vorhanden?	
2.5	Sind Einrichtungen vorhanden, die Spanneinrichtungen gegen Herumschlagen sichern?	
2.6	Sind Kraftübertragungseinrichtungen (Keilriementriebe, Zahntriebe) verkleidet?	
2.7	Ist der Deckel am Keilriemen – Stufenantrieb – fest verschraubt oder bei häufigem Zugriff mit einem manipulationssicheren, zwangsöffnenden Positionsschalter versehen, der auf den Antrieb wirkt?	
2.8	Sind Bohrer und Bohrspindel – soweit möglich – gegen Berühren und Einziehen (von Haaren) gesichert (z. B. durch eine einstellbare Verdeckung)?	
2.9	Ist eine Maschinenleuchte der Schutzart IP 54 oder mit Schutzkleinspannung vorhanden?	
2.10	Läuft bei Spannungsausfall und -wiederkehr die Maschine nicht an?	
2.11	Werden bei kraftbetriebenem Axialvorschub der Bohrspindel (automatisierter Bohrvorgang) Verletzungen infolge Gefahr bringender Bewegungen durch geeignete Schutzmaßnahmen vermieden (z. B. durch eine trennende Schutzeinrichtung oder Zweihandschaltung)?	
2.12	Ist die Bohrmaschine standsicher aufgestellt?	
Zusammenfassende Beurteilung:		
**) VBG 5 = Unfallverhütungsvorschrift „Kraftbetriebene Arbeitsmittel“		

Standorte der BGHM



**Berufsgenossenschaft
Holz und Metall**

Internet: www.bghm.de
kostenfreie Servicehotline 0800 9990080-0