

Ausgabe: März 2014
GMBI 2014 S. 594 [Nr. 28/29]

Technische Regeln für Betriebssicherheit	Mechanische Gefährdungen – Allgemeine Anforderungen –	TRBS 2111
---	--	------------------

Die Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse für die Bereitstellung und Benutzung von Arbeitsmitteln sowie für den Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen wieder.

Sie werden vom **Ausschuss für Betriebssicherheit** ermittelt bzw. angepasst und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt gegeben.

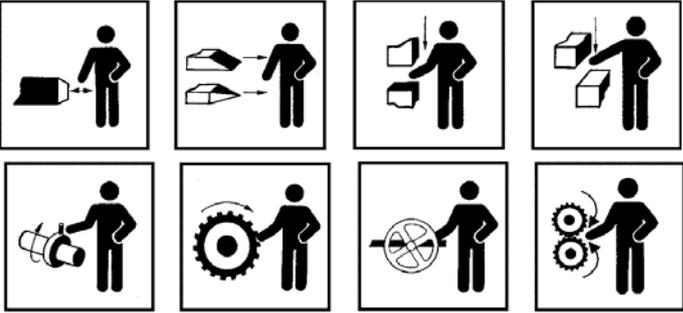
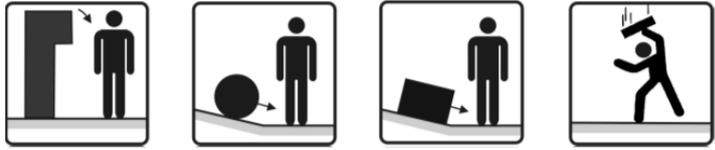
Diese TRBS konkretisiert im Rahmen des Anwendungsbereichs die Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung. Bei Einhaltung der Technischen Regel kann der Arbeitgeber insoweit davon ausgehen, dass die entsprechenden Anforderungen der Verordnungen erfüllt sind. Wählt der Arbeitgeber eine andere Lösung, muss er damit mindestens die gleiche Sicherheit und den gleichen Gesundheitsschutz für die Beschäftigten erreichen.

Inhalt

- 1 Anwendungsbereich
 - 2 Begriffsbestimmungen
 - 3 Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung
 - 4 Schutzmaßnahmen
 - 5 Beispielhafte Maßnahmen
- Anlage Literaturverzeichnis

1 Anwendungsbereich

(1) Nach der TRBS 1111 „Gefährdungsbeurteilung“ sind alle mechanisch bedingten Gefährdungen („mechanische Gefährdungen“) zu ermitteln, die beim Verwenden eines Arbeitsmittels auftreten können. Mechanische Gefährdungen im Sinne dieser TRBS sind:

Gefährdungen durch	Typische Gefahrstellen oder Gefahrquellen
kontrolliert bewegte ungeschützte Teile	<p>z. B. Quetsch-, Scher-, Stoß-, Stich-, Schneid-, Fang- oder Einzugsstellen</p> 
unkontrolliert bewegte Teile	<p>z. B. Kippen, Pendeln, Rollen, Gleiten, Wegfliegen, Herabfallen, Medien, die herausgeschleudert werden</p> 
gefährliche Oberflächen	z. B. Stoßstellen, Ecken, Kanten, Spitzen, Schneiden, raue Oberflächen, scharfkantige Späne oder Splitter, tiefkalte oder heiße Oberflächen
Sturz, Ausrutschen, Stolpern, Umknicken	z. B. ungeeignete Zugänge oder Bedienplätze sowie zum Begehen ungeeignete Oberflächen von Arbeitsmitteln
Transport von Lasten, das Verwenden mobiler Arbeitsmittel	z. B. An- oder Überfahren, Aufprallen, Umkippen, Quetschen

(2) Ergänzende Maßnahmen zum Schutz vor mechanischen Gefährdungen durch mobile Arbeitsmittel werden in einem separaten Teil dieser TRBS behandelt.

(3) Die Gefährdung von Personen durch Absturz zählt nicht zum Anwendungsbereich dieser TRBS (vgl. TRBS 2121).

2 Begriffsbestimmungen

(1) **Arbeits- und Verkehrsbereich** ist der Bereich an einem Arbeitsmittel, der durch Beschäftigte erreicht werden kann

1. von Arbeitsplätzen aus, die zum Betätigen des Arbeitsmittels eingenommen werden oder
2. von Verkehrswegen aus ohne Verwendung von Hilfsmitteln.

Dies schließt den Arbeitsplatz mit ein.

(2) **Gefahrquellen** sind Stellen, von denen aus

1. Arbeitsmittel,
2. Teile des Arbeitsmittels,
3. Arbeitsgegenstände oder ihre Teile

sich unkontrolliert bewegen und dabei Beschäftigte erreichen und verletzen können.

(3) **Gefahrstellen** sind Stellen, an denen Beschäftigte verletzt werden können durch kontrollierte Bewegungen von

1. Arbeitsmitteln,
2. Teilen des Arbeitsmittels (z. B. Maschine, Werkzeuge, Vorrichtungen),
3. Arbeitsgegenständen oder ihren Teilen.

(4) **Schutzeinrichtungen** sind Einrichtungen zum Schutz von Beschäftigten vor Gefährdungen, die

1. von Gefahrquellen ausgehen oder
2. durch Erreichen von Gefahrstellen entstehen.

(5) **Einrichtungen mit Schutzfunktion** sind Konstruktionselemente oder Hilfseinrichtungen, die

1. die Notwendigkeit zum Eingriff in Gefahrstellen oder Aufenthalt in Gefahrenbereichen einschränken oder entbehrlich machen oder
2. das Herabfallen oder Wegfliegen von Teilen, die von Gefahrquellen ausgehen, verhindern.

Sie können zusätzlich noch Funktionen haben, die dem Arbeitsvorgang dienen.

(6) **Störungen im Arbeitsablauf** sind

1. die Beeinträchtigung oder unbeabsichtigte Unterbrechung eines Arbeitsablaufs oder
2. die Beeinträchtigung der Funktion eines Arbeitsmittels oder -gegenstandes.

(7) **Verriegelungen** sind Einrichtungen, bei denen zwischen einer gefahrbringenden Bewegung und der Wirkung einer Schutzeinrichtung oder Einrichtung mit Schutzfunktion eine Abhängigkeit besteht.

(8) **Zuhaltungen** sind Einrichtungen, die eine Schutzeinrichtung in geschlossener und verriegelter Stellung halten, bis die gefahrbringende Bewegung nicht mehr besteht.

(9) **Wirkbereich** ist der Teil des Arbeits- und Verkehrsbereiches, in dem die Arbeitsprozesse ablaufen, z. B. zur Be- und Verarbeitung oder Herstellung von Arbeitsgegenständen sowie zum Transport.

(10) **Freigabe eines Arbeitsmittels zur Verwendung** ist das vom Arbeitgeber auf Grundlage seiner Gefährdungsbeurteilung festgelegte Verfahren, das zu durchlaufen ist, bevor ein Arbeitsmittel von Beschäftigten erstmalig oder nach besonderen Ereignissen, die die Sicherheit beeinträchtigen können (wie Änderungen, Instandsetzungen, Umrüstungen oder Schadensfälle), wieder benutzt werden darf.

3 Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung

3.1 Informationsermittlung und Organisation

3.1.1 Informationsermittlung

(1) Der Arbeitgeber hat Maßnahmen entsprechend den allgemeinen Grundsätzen nach § 4 Arbeitsschutzgesetz festzulegen. Dabei kann er gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zu Verhalten und Betriebsorganisation sowie zur Gestaltung von Schutzmaßnahmen heranziehen oder gleichwertige Maßnahmen festlegen.

(2) Hinweise zur systematischen Ermittlung von mechanischen Gefährdungen bieten z. B. die Leitlinie Gefährdungsbeurteilung und Dokumentation der Nationalen Arbeitsschutzkonferenz, der Ratgeber zur Gefährdungsbeurteilung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) und die Gefährdungs- und Belastungskataloge der Unfallversicherungsträger. Spezifische Informationen sind der Betriebsanleitung des Arbeitsmittels sowie Informationen oder Auskünften von Herstellern zu entnehmen. Insbesondere sind Angaben der Betriebsanleitung zur bestimmungsgemäßen Verwendung des Arbeitsmittels und zu Restrisiken auszuwerten.

3.1.2 Organisation und Verantwortung

(1) Gemäß Arbeitsschutzgesetz ist der Arbeitgeber verpflichtet, im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung (siehe TRBS 1111 „Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung“) die erforderlichen Maßnahmen zum Schutz vor mechanischen Gefährdungen zu treffen. Er hat durch eine geeignete Organisation dafür zu sorgen, dass die dauerhafte Umsetzung der Maßnahmen sichergestellt ist, ihre Wirksamkeit überprüft und sie erforderlichenfalls an geänderte Gegebenheiten angepasst und dokumentiert wird.

(2) Zu den Vorkehrungen, die der Arbeitgeber treffen kann, damit die Durchführung der Maßnahmen bei allen Tätigkeiten in die betrieblichen Führungsstrukturen und Ablauforganisationen angemessen eingebunden wird, gehören z. B.:

- Verantwortliche benennen,
- Abläufe planen,
- Maßnahmen festlegen,
- Anweisungen erteilen,
- Informations- und Meldepflichten festlegen,
- sich von der Wirksamkeit der Maßnahmen überzeugen,

- Sicherstellen, dass die Beschäftigten ihren Mitwirkungspflichten nachkommen können oder
- Kontrollpflichten gestalten.

3.1.3 Phasen der Auswahl und Verwendung eines Arbeitsmittels

(1) Das Verwenden eines Arbeitsmittels kann auf eine kurzzeitige Verwendung (z. B. Anmietung eines Arbeitsmittels für einen bestimmten Auftrag) mit einem eng begrenzten Tätigkeitsspektrum begrenzt sein oder sich auch auf das langjährige Verwenden eines Arbeitsmittels mit sehr unterschiedlichen Phasen der Auswahl und Verwendung sowie einer Vielzahl von damit verbundenen Tätigkeiten erstrecken.

(2) Phasen der Auswahl und Verwendung eines Arbeitsmittels sind z. B.:

- Planung und Spezifikation,
- Abnahme, betriebliche Prüfung,
- Montage oder Aufstellung,
- Auf- und Abbau, Transport, Aufbewahrung,
- Inbetriebnahme,
- Einarbeitung von Mitarbeitern,
- Einrichten bzw. Rüsten,
- Bedienen bzw. Betreiben,
- betriebliche Erprobung z. B. nach Umrüstung, Instandsetzung,
- Störungsbeseitigung, Instandhaltung, Reinigung und
- Außerbetriebnahme und Entsorgung bzw. Rückbau.

(3) In der Gefährdungsbeurteilung sind alle Phasen des Verwendens eines Arbeitsmittels zu berücksichtigen, bei denen Beschäftigte Tätigkeiten mit einem Arbeitsmittel durchführen. Um die erforderlichen Schutzmaßnahmen systematisch vorab festlegen zu können, sind die mechanischen Gefährdungen für jede Phase der Verwendung des Arbeitsmittels und für alle zu erwartenden Tätigkeiten zu ermitteln.

3.1.4 Ermittlung gefährdender Tätigkeiten

Der Arbeitgeber hat zu ermitteln, bei welchen Tätigkeiten mit Arbeitsmitteln und Arbeitsgegenständen mechanische Gefährdungen bestehen. Diese Tätigkeiten müssen angemessen in der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden. Zur vollständigen Erfassung aller Tätigkeiten kann es hilfreich sein, die Arbeitsprozesse systematisch in einem Ablaufdiagramm darzustellen. Gleichartige Tätigkeiten können zusammengefasst beurteilt werden.

3.1.5 Berücksichtigung von verschiedenen Betriebsarten

(1) Wenn Arbeitsmittel in verschiedenen Betriebsarten benutzt werden, ist die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen ggf. auf einzelne Betriebsarten begrenzt. Mögliche Betriebsarten sind z. B.:

- Automatikbetrieb,
- manueller Betrieb,

- Rüsten, Einstellen und Einrichten,
- Störungsbeseitigung, Reinigung,
- Prozessbeobachtung,
- betriebliche Erprobung z. B. nach Störungsbeseitigung und
- gezielte Abweichung von der bestimmungsgemäßen Verwendung eines Arbeitsmittels entsprechend Anweisung des Arbeitgebers.

(2) Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung müssen für alle Betriebsarten wirksame Schutzmaßnahmen (technisch, organisatorisch und personengebunden) festgelegt werden, um die erforderliche Sicherheit zu gewährleisten.

(3) Die Tätigkeiten bei Instandhaltung sind in der TRBS 1112 „Instandhaltung“ geregelt.

3.1.6 Wechselwirkungen mit der Arbeitsumgebung, Arbeitsgegenständen und anderen Arbeitsmitteln

(1) Bei der Gefährdungsbeurteilung sind auch mechanische Gefährdungen zu berücksichtigen, die am Arbeitsplatz durch Wechselwirkungen der Arbeitsmittel untereinander oder mit Arbeitsgegenständen oder mit der Arbeitsumgebung hervorgerufen werden.

(2) Beispiele für Gefährdungen durch Wechselwirkungen mit anderen Arbeitsmitteln:

- Umkippen, getroffen werden (Zusammenstoß zweier Turmdrehkrane),
- Versagen einer Lagereinrichtung durch Anfahren mit Transportmitteln oder
- Auslösen von gefahrbringenden Bewegungen durch die Verwechslung von Anschlüssen für Steuerungs- oder Versorgungsleitungen.

(3) Beispiele für mechanische Gefährdungen durch Wechselwirkungen des Arbeitsmittels mit Arbeitsgegenständen:

- Späneflug,
- Herausschleudern des Werkstücks oder seiner Teile,
- unerwarteter Anlauf einer Maschine während oder nach der Beseitigung einer Störung (z. B. Verstopfung oder Blockade),
- Versagen einer Lagereinrichtung aufgrund von Überlastung oder
- Herabfallen oder Umkippen von Lasten bei Aufnahme und Transport mit einem Arbeitsmittel.

(4) Beispiele für mechanische Gefährdungen durch Wechselwirkung des Arbeitsmittels mit der Arbeitsumgebung:

- Veränderung der Lage durch übertragene Vibrationen oder Schwingungen,
- unkontrollierte Bewegung durch Einsinken von Abstützungen (Bodenbeschaffenheit, Statik), durch Überlastung von Zwischenböden, Fundamenten etc., durch Windlast oder Gefälle,
- Rutschgefahr durch Glätte aufgrund von Verunreinigungen oder Eisbildung oder

- Beeinträchtigung des sicheren Zustands durch Korrosion, Feuchtigkeit, Verschmutzung, z. B. Seilbruch, der zur unkontrollierten Bewegung des Seils oder zum Herabfallen einer angehängten Last führt; Herabfallen eines Maschinenteils aufgrund von Korrosionsschäden an einer Abstützung.
- (5) Es ist zu ermitteln, welche Anforderungen Arbeitsmittel erfüllen müssen, damit sie für die am Arbeitsplatz gegebenen Bedingungen geeignet sind, z. B. klimatische Bedingungen, Beschaffenheit von Verkehrswegen und Arbeitsflächen, Beleuchtung.
- (6) Beispiele für mechanische Gefährdungen durch klimatische Gegebenheiten:
- Glätte durch Eisbildung oder Nässe auf Zugängen zu Arbeitsmitteln,
 - Umsturz einer Hubarbeitsbühne durch unzulässig hohe Windlast oder
 - Sichteinschränkung durch Nebel, Regen oder nicht ausreichende Beleuchtung beim Transport von Lasten mit einem Kran.

3.1.7 Berücksichtigung des Arbeitsablaufs und Koordination

(1) Mechanische Gefährdungen, die durch die Zusammenarbeit mehrerer Arbeitgeber entstehen, können durch Maßnahmen der Koordinierung ausgeschlossen oder reduziert werden. Dies bedingt eine ausreichende Abstimmung der beteiligten Arbeitgeber zur gemeinsamen Vermeidung von mechanischen Gefährdungen – ggf. Einsetzen eines Koordinators und Festlegen einer Weisungsberechtigung – und die Zusammenarbeit bei der Gefährdungsbeurteilung.

(2) Beispiele für Koordinationsbedarf:

- Baustelle, gemeinsame Benutzung von Gerüsten,
- Laderampe, Be- und Entladen von Fahrzeugen, Verladung,
- Abfertigung von Luftfahrzeugen,
- innerbetrieblicher Transport oder
- Instandhaltung, insbesondere von Anlagen.

(3) Maßnahmen der Koordinierung können auch dann erforderlich sein, wenn mehrere Arbeitgeber nacheinander Tätigkeiten mit Arbeitsmitteln oder Arbeitsgegenständen durchführen, bei denen das Auftreten mechanischer Gefährdungen bei nachfolgenden Tätigkeiten von den vorher durchgeführten Tätigkeiten beeinflusst wird, z. B.:

- Anbringen von Transportsicherungen, um Gefährdungen nach dem Transport zu vermeiden,
- Wiederanbringen von Verdeckungen nach Reinigungs- oder Instandhaltungsmaßnahmen,
- Sicherstellen der Erreichbarkeit von Bedienelementen, z. B. bei der Anlieferung von Materialien oder bei Montagearbeiten und Änderungen,
- Sicherstellen, dass Mängel oder Störungen gemeldet oder gekennzeichnet werden,
- Sichern von Gefahrstellen, die sich aus der Unterbrechung von Tätigkeiten ergeben, z. B. Sichern von Gegenständen gegen Herabfallen oder Umfallen oder
- Kennzeichnung des Lastschwerpunktes und geeigneter Anschlagpunkte an Arbeitsmitteln oder Arbeitsgegenständen vor Transportvorgängen mit dem Kran und das Bereitstellen sonstiger Informationen.

(4) Entsprechende Maßnahmen sind auch dann zu berücksichtigen, wenn innerhalb eines Betriebes durch die Zusammenarbeit verschiedener Teams oder Arbeitsschichten mechanische Gefährdungen entstehen oder wenn nacheinander Tätigkeiten mit Arbeitsmitteln oder Arbeitsgegenständen durchgeführt werden.

3.2 Beurteilung von mechanischen Gefährdungen

(1) Für jede Tätigkeit ist durch eine systematische Erfassung der bestehenden mechanischen Gefährdungen zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind. Die Systematik der Erfassung sollte der Komplexität der Tätigkeiten angemessen sein und deutlich machen, welche Prozesse, Tätigkeiten und Arbeitsplätze berücksichtigt werden.

(2) Auf Maßnahmen kann verzichtet werden, wenn eine Gefährdung nicht wirksam werden kann, z. B. wenn das Erreichen einer Gefahrstelle sicher ausgeschlossen ist oder wenn die freigesetzte Energie auf ein akzeptables Maß begrenzt werden kann, z. B. Schließkraftbegrenzung.

(3) Hinweise zur Beurteilung mechanischer Gefährdungen gibt die in Abschnitt 6 aufgeführte Literatur.

4 Schutzmaßnahmen

4.1 Allgemein

(1) Der Hersteller eines Arbeitsmittels sieht in der Regel Schutzmaßnahmen vor, die sich an der bestimmungsgemäßen Verwendung orientieren. Falls bei der betrieblich vorgesehenen Verwendung unter den gegebenen Einsatzbedingungen eine mechanische Gefährdung nicht ausreichend reduziert ist, muss der Arbeitgeber zusätzliche Maßnahmen treffen, um die erforderliche Sicherheit zu gewährleisten. Beim Verwenden eines Arbeitsmittels übernimmt der Arbeitgeber die Verantwortung für die Wirksamkeit der insgesamt getroffenen Maßnahmen.

(2) Sofern durch technische Maßnahmen lediglich die Sicherheit eines Arbeitsmittels erhöht wird, stellt dies in der Regel keine wesentliche Änderung¹ dar. Daraus ergibt sich, dass der Arbeitgeber in diesen Fällen z. B. für Maschinen nicht zum Hersteller wird und kein erneutes Konformitätsbewertungsverfahren durchführen muss. Die Bewertung, ob Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung erbracht werden müssen, ist ggf. im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren.

4.2 Konstruktive Vermeidung von mechanischen Gefährdungen

(1) Bei der Verwendung von Arbeitsmitteln müssen mechanische Gefährdungen durch konstruktive Maßnahmen vermieden oder minimiert sein. Höchste Priorität hat daher die Beschaffung sicherheitsgerecht gestalteter Arbeitsmittel, die für die am Arbeitsplatz gegebenen Bedingungen geeignet und bei deren vorgesehener Verwendung Sicherheit und Gesundheitsschutz gewährleisten sind. So lassen sich z. B. Quetschstellen konstruktiv vermeiden, in dem Arbeitsmittel beschafft werden, die eine Aufstellung mit ausreichendem Abstand zu benachbarten Arbeitsmitteln oder Raumgrenzen erlauben.

¹ Interpretationspapier des BMA und der Länder zum Thema „Wesentliche Veränderung von Maschinen“, Bek. des BMA vom 7. September 2000; BArbBl. 11/2000, S. 35

(2) Bei der Veränderung oder Eigenherstellung von Arbeitsmitteln wie z. B. Vorrichtungen und Hilfsmitteln müssen Gefahrstellen soweit wie möglich durch konstruktive Maßnahmen vermieden werden, z. B. durch

- sicherheitsgerechtes Gestalten der Arbeitsmittel,
- Begrenzen der wirksamen Energie,
- Einhaltung von Sicherheitsabständen und
- unverwechselbare Gestaltung von Leitungsanschlüssen.

(3) Bei der Änderung und Herstellung von Arbeitsmitteln zum eigenen Gebrauch ist zu prüfen, ob diese Arbeitsmittel von weiteren Vorschriften erfasst werden, z. B. Vorschriften des Bereitstellens auf dem Markt.

4.3 Handlungsgrundsätze zur Festlegung von Schutzmaßnahmen

(1) Maßnahmen sind mit dem Ziel zu planen, Technik, Arbeitsorganisation, sonstige Arbeitsbedingungen, soziale Beziehungen und Einfluss der Umwelt auf den Arbeitsplatz sachgerecht zu verknüpfen. Sie sind so anzulegen, dass bei allen von Beschäftigten durchgeführten Tätigkeiten, also vorrangig im Arbeits- und Verkehrsbereich, mechanische Gefährdungen vermieden oder minimiert werden.

(2) Die in diesem Abschnitt dargestellten Handlungsgrundsätze dienen der Orientierung bei der Festlegung von Maßnahmen zum Schutz vor mechanischen Gefährdungen und geben eine grundsätzliche Rangfolge vor:

1. Technische Maßnahmen
2. Organisatorische Maßnahmen
3. Personenbezogene Maßnahmen

(3) Maßnahmen zum Schutz vor mechanischen Gefährdungen sind so zu gestalten und festzulegen, dass die zur Durchführung der vorgesehenen Tätigkeiten erforderlichen Bewegungs- und Arbeitsabläufe nicht oder möglichst wenig gestört werden. Die Möglichkeit und der Anreiz zur Manipulation, zum Außerkraftsetzen oder Umgehen von Schutzmaßnahmen sind zu analysieren und zu vermeiden.

4.4 Verknüpfung von Schutzmaßnahmen

(1) Häufig kann eine bestehende mechanische Gefährdung nicht durch eine einzelne Schutzmaßnahme vermieden oder hinreichend reduziert werden. Dies trifft insbesondere auch dann zu, wenn ein Arbeitsmittel in verschiedenen Phasen der Bereitstellung oder in unterschiedlichen Betriebsarten verwendet wird. Grundsätzlich führt die Gefährdungsbeurteilung daher zu einer fachgerechten Verknüpfung von technischen, organisatorischen und personenbezogenen Maßnahmen (TOP) unter Einhaltung der o. g. Handlungsgrundsätze.

(2) Eine fachgerechte Verknüpfung von technischen, organisatorischen und personenbezogenen Maßnahmen zum Verhindern mechanischer Gefährdungen liegt vor, wenn:

1. Technische Maßnahmen so ausgewählt werden, dass bei vorhersehbarem Gebrauch des Arbeitsmittels eine mechanische Gefährdung vermieden oder, wo dies nicht möglich ist, minimiert wird. Gegebenenfalls ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln, welche ergänzenden organisatorischen oder personenbezogenen Maßnahmen erforderlich sind.

2. Organisatorische Maßnahmen so ausgewählt werden, dass die Wirksamkeit von technischen Maßnahmen dauerhaft erhalten bleibt und in allen zu erwartenden Betriebszuständen eine mechanische Gefährdung vermieden oder, wo dies nicht möglich ist, minimiert wird. Gegebenenfalls ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln, welche ergänzenden personenbezogenen Maßnahmen erforderlich sind.
3. Personenbezogene Maßnahmen so ausgewählt werden, dass Beschäftigte befähigt und dazu angehalten werden, sich und andere ausreichend gegen mechanische Gefährdungen zu schützen.

4.5 Technische Maßnahmen

(1) Schutzeinrichtungen und sonstige technische Maßnahmen sollen hinsichtlich ihrer Wirkung nach Möglichkeit so ausgewählt, kombiniert und, soweit erforderlich, zusätzlich mit den gefahrbringenden Bewegungen so verriegelt oder so gekoppelt sein, dass ein Erreichen der Gefahrstellen zuverlässig verhindert wird bzw. dass sie Gegenstände und Teile zurückhalten, bevor Beschäftigte verletzt werden, solange die mechanische Gefährdung besteht. Bei der Auswahl und Gestaltung technischer Maßnahmen sind z. B. Mindestabstände zur Vermeidung von Verletzungen, Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrenstellen und Annäherungsgeschwindigkeiten gemäß dem Stand der Technik festzulegen.

(2) Wenn technische Maßnahmen nicht zwangsläufig wirken, muss deren Wirksamkeit durch zusätzliche organisatorische Maßnahmen sichergestellt werden, z. B. sicherheitsgerechte Verwendung von Schlüsselschaltern an Arbeitsmitteln, Benutzung eines Schiebestocks an der Kreissäge, Beobachtung eines Arbeitsprozesses durch ein Videosystem, Einsetzen einer Abstützung zum Vermeiden des Absinkens von Teilen eines Arbeitsmittels.

4.5.1 Sichern von Gefahrstellen

Lassen sich Gefahrstellen nicht durch konstruktive Maßnahmen vermeiden, so ist vorrangig zu prüfen, ob die mechanische Gefährdung durch eine der nachfolgend aufgeführten Schutzeinrichtungen minimiert werden kann:

1. trennende Schutzeinrichtungen verhindern das Erreichen von Gefahrstellen, z. B. Verkleidung, Verdeckung, Umzäunung, Umwehrung,
2. Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion verhindern eine mechanische Gefährdung durch Abschalten oder Stillsetzen der Gefahr bringenden Bewegung, z. B. Lichtschranke, Lichtgitter, Laserscanner,
3. ortsbindende Schutzeinrichtungen binden Beschäftigte oder ihre Körperteile während der Gefahr bringenden Bewegung, z. B. Zweihandschaltung oder
4. abweisende Schutzeinrichtungen entfernen vor dem Wirksamwerden der Gefährdung Beschäftigte oder ihre Körperteile aus dem Gefahrenbereich, z. B. Fußabweiser.

4.5.2 Sichern von Gefahrquellen

Können Gefahrquellen nicht durch konstruktive oder verfahrenstechnische Maßnahmen vermieden werden, so ist zu prüfen, ob rückhaltende Schutzeinrichtungen eingesetzt werden können, um die Gefährdung auf ein akzeptables Maß zu reduzieren, z. B.:

- Hauben, Bügel, Bleche, Unterfangungen,
- Reifenbefüllkäfig einer Reifenbefüllanlage verhindert die mechanische Gefährdung durch wegfliegende Reifenteile oder
- Schlauchfangsicherung verhindert die mechanische Gefährdung durch unkontrolliert bewegte Druckschlauchleitungen.

4.5.3 Vermeidung von Tätigkeiten im Wirk- und Gefahrenbereich

Die Notwendigkeit des Zugriffs oder Zutritts zur Gefahrstelle kann eingeschränkt oder vermieden werden durch Einrichtungen mit Schutzfunktion, z. B.:

- durch die Positionierung von Bedienelementen außerhalb des Wirk- oder Gefahrenbereiches,
- Hilfsmittel und Verfahren zur Prozessbeobachtung an einem sicheren Standort oder
- Vermeidung des Eingriffs in Gefahrenbereiche z. B. durch automatische Zuführung, Positionierung und selbsttätiges Entfernen von Abfällen.

4.6 Organisatorische Maßnahmen

Durch organisatorische Maßnahmen wird sichergestellt, dass alle für die sichere Durchführung von Arbeiten erforderlichen personellen und sächlichen Ressourcen rechtzeitig zur Verfügung stehen, Arbeitsabläufe sicher und fachgerecht geplant und durchgeführt werden sowie Arbeitsmittel und persönliche Schutzausrüstungen bestimmungsgemäß benutzt werden. Organisatorische Maßnahmen sind betriebliche Maßnahmen und Festlegungen, z. B. zu

- Auswahl, Qualifikation und Unterweisung von Führungs- und Fachkräften,
- Planung von Arbeitsabläufen, und Erteilung von Anweisungen,
- Berechtigungen für Zugang, Nutzung, Freigabe und Tätigkeiten,
- Prüfungen von Arbeitsmitteln, Melden und Beseitigen von Mängeln,
- Schulungen und Informationsangebote,
- Kommandos, Handzeichen und Signale oder
- Auswertung von Unfallereignissen und Gesundheitsbeschwerden sowie ggf. Sachschäden und Fehlverhalten.

4.6.1 Ergänzende Maßnahmen zur Erkennbarkeit eines Gefahrenbereiches

(1) Verbleibende Gefahren müssen für die Beschäftigten deutlich erkennbar sein. Maßnahmen zur Verbesserung der Erkennbarkeit sind z. B.:

- farbliche Gestaltung von Gefahrstellen, die eine gefahrbringende Bewegung erkennbar macht (z. B. Rotornabe an Flugzeugtriebwerken),

- optische Warneinrichtungen (z. B. Rundum- oder Warnleuchten bei Quetschgefahr durch die Bewegung von Teilen eines Arbeitsmittels),
- akustische Warneinrichtungen (z. B. Anlauf- oder Rückfahrwarneinrichtungen),
- taktile Markierungen (z. B. Abweiser, tastbare Bodenbeläge) oder
- Gefahrenhinweise und Sicherheitskennzeichnung (z. B. nicht unter schwebende Lasten treten).

(2) Die Hinweise auf Gefahren müssen deutlich wahrnehmbar sein und sollen soweit möglich nur dann aktiviert sein, wenn die Gefährdung tatsächlich wirksam ist. Ein Gewöhnungseffekt oder die dauerhafte Beeinträchtigung von Beschäftigten (z. B. durch regelmäßige akustische Warnung) ist zu vermeiden.

(3) Wenn bei Tätigkeiten mit Arbeitsmitteln die Einsicht in Gefahrenbereiche nicht zuverlässig sichergestellt ist oder die Verständigung mit anderen Beschäftigten im Wirkungsbereich erschwert ist, kann die mechanische Gefährdung durch den Einsatz von Warneinrichtungen reduziert werden. Warneinrichtungen müssen so gestaltet sein, dass ein deutlich wahrnehmbares und in seiner Bedeutung eindeutiges Warnsignal gegeben werden kann.

(4) Wenn ein Warnsignal auf das Ingangsetzen von gefahrbringenden Bewegungen hinweist, so muss die Zeit zwischen dem Signal und dem Ingangsetzen der gefahrbringenden Bewegung so bemessen sein, dass Beschäftigte ausreichend Zeit haben, den Gefahrenbereich zu verlassen oder sonstige zu ihrem Schutz vorgesehene Maßnahmen zu treffen.

4.6.2 Freigabe eines Arbeitsmittels zur Verwendung und Entziehen der Verwendung

(1) Die Pflicht des Arbeitgebers zum Verwenden sicherer Arbeitsmittel um mechanische Gefährdungen zu vermeiden, umfasst erforderlichenfalls Maßnahmen, um

1. sichere Arbeitsmittel zur Verwendung freizugeben und
2. nicht sichere Arbeitsmittel der Verwendung zu entziehen.

(2) Beispiele für das Entziehen der Verwendung von nicht sicheren Arbeitsmitteln sind:

- besondere Ereignisse wie Beinaheunfall, Unfall, Schadensfall,
- Feststellung von Mängeln bei wiederkehrenden Prüfungen,
- Meldung von Störungen oder bei Überprüfungen festgestellten Mängeln durch Beschäftigte oder
- mangelhafte Einrichtung oder Rüstung.

(3) Beispiele für die Freigabe eines sicheren Arbeitsmittels sind:

- Freigabe nach abgeschlossener Reparatur oder nach Störungsbeseitigung,
- Freigabe nach Umrüstung (besondere Maschinen – z. B. Pressen) oder
- Freigabe nach Umbau (wesentliche Veränderung oder Nachrüstung).

(4) Der Arbeitgeber legt eine Verfahrensweise fest, wie die erforderlichen Maßnahmen zum Entziehen der Verwendung von nicht sicheren Arbeitsmitteln und die Freigabe von sicheren Arbeitsmitteln in die betrieblichen Abläufe eingebunden werden. Dabei ist z. B. festzulegen,

- welche Beschäftigte beauftragt werden,
- welche Informations- und Dokumentationspflichten zu beachten sind und
- wie die Wirksamkeit der Maßnahme sichergestellt wird.

(5) Die Verfahrensweise muss allen beteiligten Beschäftigten z. B. in der Sicherheitsunterweisung zur Kenntnis gebracht werden. Durch technische und organisatorische Maßnahmen ist sicherzustellen, dass unsichere Arbeitsmittel nicht benutzt werden können.

4.6.3 Festlegen des Benutzerkreises

(1) Mechanische Gefährdungen, die auf unbefugtes Verwenden von Arbeitsmitteln oder auf mangelnde Qualifikation von Bedienern zurückzuführen sind, können durch das Festlegen des Benutzerkreises ausgeschlossen oder reduziert werden.

(2) Der Arbeitgeber trägt dafür Sorge, dass Arbeitsmittel nur von Beschäftigten benutzt werden, die aufgrund ihrer Qualifikation und Eignung für die ihnen übertragenen Aufgaben befähigt sind. Beim Festlegen des Benutzerkreises sind Verantwortung und Kompetenzen der Beteiligten eindeutig zu definieren und schriftlich festzuhalten, z. B. die Erlaubnis, genau bestimmte Tätigkeiten durchzuführen, wie

- Tätigkeiten, bei denen eine erhöhte mechanische Gefährdung besteht (z. B. Lasten anschlagen),
- besondere Betriebsarten wählen (z. B. Einrichtbetrieb),
- Maschinen einrichten, Störungen beseitigen, Alarm quittieren oder
- Freigeben eines Arbeitsmittels nach Einstell- oder Reinigungsarbeiten.

(3) Maßnahmen zur Qualifizierung von Beschäftigten sind geeignet, um mechanische Gefährdungen zu vermeiden. Sie können bei der Festlegung des Benutzerkreises verbindlich gestaltet werden. Dabei sind die theoretischen und fachlichen Inhalte der Schulungs- und Qualifikationsmaßnahmen so detailliert wie erforderlich festzulegen.

(4) Für Arbeiten, die mit besonderen Gefahren verbunden sind, oder bei komplexen Arbeitsabläufen können schriftliche Arbeitsgenehmigungen eingesetzt werden, um spezifische Gegebenheiten und Maßnahmen zu dokumentieren. Dabei werden auch die Befugnisse der beteiligten Beschäftigten festgelegt.

4.6.4 Bereitstellen von Informationen

(1) Mechanische Gefährdungen, die auf unzureichende Information von Beschäftigten zurückzuführen sind, können durch die gezielte Bereitstellung erforderlicher Informationen und Anweisungen ausgeschlossen oder reduziert werden.

Beispiele:

- Kenntlichmachen der Lage des Schwerpunktes einer Last ermöglicht ein sicheres Anschlagen am Kran ohne Pendeln oder Kippen der Last,
- Gewichtsangabe einer Last ermöglicht es, die Überlastung einer Lagereinrichtung zu vermeiden oder
- Information über den Gefahrenbereich aufgrund des Rückschlages eines Arbeitsgegenstandes (z. B. Kreissäge).

(2) Der Arbeitgeber hat zu ermitteln, welche Informationen zum Vermeiden mechanischer Gefährdungen bei der vorgesehenen Tätigkeit erforderlich sind und diese den Beschäftigten zur Verfügung zu stellen. Dabei soll der Informationsgehalt auf das individuelle Tätigkeitsspektrum der Benutzer angepasst, übersichtlich und verständlich sein sowie bedarfsgerecht zur Verfügung gestellt werden, z. B.:

- zur Verfügung stellen der Betriebsanleitung,
- Ausarbeitung einer Betriebsanweisung,
- Bereitstellen von Arbeits- und Verfahrensanweisungen,
- Notfall- und Gefahrenabwehrpläne oder
- arbeitsbegleitende elektronische Informationssysteme.

5 Beispielhafte Schutzmaßnahmen

5.1 Verknüpfung von Maßnahmen

Eine fachgerechte Verknüpfung von technischen, organisatorischen und personenbezogenen Maßnahmen wird beispielhaft am Betreiben und Einrichten von Pressen oder anderen Maschinen beschrieben:

1. technische Maßnahmen zur Absicherung von Gefahrenstellen im Regelbetrieb (z. B. sichere Werkzeuge, Ortsbindung durch Zweihandschaltung, Ortsbindung ggf. bis zu einem Übergabepunkt an dem das Werkzeug so weit geschlossen ist, dass keine Gefährdung mehr besteht, Betriebsartenwahlschalter mit Schlüsselsicherung),
2. in Verbindung mit organisatorischen Maßnahmen (z. B. Festlegung des Benutzerkreises, Festlegung zur Einarbeitung von Benutzern, Festlegungen zu Aufsicht und Kontrolle, Werkzeugwechsel und Einrichten durch autorisierte Fachkräfte, Festlegung zum Wechsel von Betriebsarten) und
3. in Verbindung mit personenbezogenen Maßnahmen (z. B. Unterweisung, Feedback- und Korrektorgespräche, persönliche Schutzausrüstungen wie auffällige Arbeitskleidung oder Schutzhandschuhe).

5.2 Technische Maßnahmen

5.2.1 Schutzeinrichtungen

5.2.1.1 Allgemeine Anforderungen

Schutzeinrichtungen werden eingesetzt, um das Erreichen des Gefahrenbereichs bzw. das Herausschleudern von Teilen zu verhindern oder um die gefahrbringende Bewegung vor dem Erreichen stillzusetzen. Sie

1. müssen stabil gebaut sein,
2. dürfen keine zusätzlichen Gefährdungen verursachen,
3. dürfen nicht auf einfache Weise umgangen oder unwirksam gemacht werden können,
4. müssen ausreichend Abstand zum Gefahrenbereich haben,
5. dürfen die Beobachtung des Arbeitszyklus nicht mehr als notwendig einschränken,
6. müssen die für Einbau oder Austausch von Teilen sowie für die Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten erforderlichen Eingriffe möglichst ohne Demontage der Schutzeinrichtungen zulassen, wobei der Zugang auf den für die Arbeit notwendigen Bereich beschränkt sein muss,
7. müssen soweit erforderlich in die Steuerung des Arbeitsmittels gemäß der Steuerungsaufgabe eingebunden sein,
8. sollen den vorgesehenen Arbeitsablauf und die dazu erforderlichen Tätigkeiten nicht oder so wenig wie möglich behindern und
9. sind so zu gestalten, dass keine Möglichkeit und Anreiz zur Manipulation besteht.

5.2.1.2 Beispiele für Schutzeinrichtungen

5.2.1.2.1 Trennende Schutzeinrichtungen

(1) Eine trennende Schutzeinrichtung wird eingesetzt, um das Erreichen einer Gefahrstelle zu verhindern und unkontrolliert bewegte Teile (z. B. Späne) zurückzuhalten. Dies ist z. B.:

- eine Verkleidung einer Werkzeugmaschine,
- eine Verdeckung eines Kettentriebs oder Hydraulikschlauches,
- eine Umzäunung eines Gefahrenbereiches, der nicht betreten werden darf (z. B. Roboterzelle),
- eine Abdeckung von gefährlichen Oberflächen bei Instandsetzung- oder Reinigungsmaßnahmen oder
- ein Behälter zum Transport scharfkantiger Werkzeuge oder Arbeitsgegenstände.

(2) Die Schutzwirkung muss erhalten bleiben solange die Gefährdung besteht. Dies wird bei beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen z. B. erreicht durch

- eine Verriegelung, die sicherstellt, dass die Gefahr bringende Bewegung zum Stillstand kommt, sobald die Schutzeinrichtung geöffnet wird, oder
- eine Zuhaltung die sicherstellt, dass die Schutzeinrichtung erst geöffnet werden kann, nachdem die Gefahr bringende Bewegung zum Stillstand gekommen ist.

5.2.1.2.2 Ortsbindende Schutzeinrichtungen

(1) Ortsbindende Schutzeinrichtung wie Zweihandschaltungen oder Tippschalter mit selbsttätiger Rückstellung verhindern mechanische Gefährdungen, wenn durch ihre Betätigung der Bediener außerhalb des Gefahrenbereichs gebunden wird.

(2) Von der Bedienposition aus muss der Gefahrenbereich einsehbar sein, um sicherzustellen, dass sich keine Beschäftigten oder Hindernisse im Gefahrenbereich befinden.

5.2.1.2.3 Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion

(1) Schutzeinrichtungen mit Annäherungsreaktion verhindern mechanische Gefährdungen, wenn nach Auslösen der Schutzeinrichtung die Gefahr bringende Bewegung rechtzeitig vor dem Erreichen der Gefahrstelle zum Stillstand kommt. Deshalb müssen das Nachlaufverhalten der Gefahr bringenden Bewegung und die Abstände der Schutzeinrichtungen mit Annäherungsfunktion aufeinander abgestimmt sein.

(2) Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen (BWS) wie Lichtschranken, Lichtgitter oder Laserscanner erkennen das Eindringen von Beschäftigten, Körperteilen oder Hindernissen im Gefahrenbereich und halten die gefahrbringende Bewegung an.

(3) Schalmatten oder Schaltleisten halten bei Berührung die gefahrbringende Bewegung an.

(4) Schutzeinrichtungen mit Annäherungsfunktion haben keine rückhaltende Schutzfunktion.

5.2.1.2.4 Abweisende Schutzeinrichtungen

Eine abweisende Schutzeinrichtung kann eine mechanische Gefährdung vermindern, wenn ein unbeabsichtigtes Erreichen einer Gefahrstelle erschwert wird, z. B. Anbringung eines Fußabweisers an einer Fahrzeughebebühne.

5.2.2 Schutzmaßnahmen für besondere Betriebsarten

(1) Wenn für den Automatikbetrieb vorgesehene Schutzeinrichtungen außer Kraft gesetzt werden (z. B. im Einrichtbetrieb), haben sich z. B. folgende Maßnahmen zur Minimierung der mechanischen Gefährdungen bewährt:

- sicher reduzierte Geschwindigkeit, sodass der Bediener die Gefahr bringende Bewegung rechtzeitig stoppen oder den Gefahrenbereich verlassen kann,
- sicher reduzierte Kräfte (z. B. Schließkräfte, Drehmomente),
- räumliche Begrenzung der gefahrbringenden Bewegung oder
- einzelne Ansteuerung von Achsbewegungen.

(2) Zum Starten und Aufrechterhalten der Bewegungen haben sich sicherheitstechnisch beispielsweise folgende Einrichtungen bewährt:

- Ortsbindung (z. B. Zweihandschaltung),
- Tiptaster oder Zustimmungseinrichtung (z. B. Befehlseinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung, Dreipunkt-Zustimmungsschalter),
- unmittelbare wirkende, sinnfällige Bedienungseinrichtung (z. B. elektronisches Handrad) oder

- manuelle Dateneingabe mit Zyklus-Startbefehl in Verbindung mit einer Zustimmungseinrichtung.

(3) Hinweise zum sicheren Arbeiten bei verschiedenen Betriebszuständen können Betriebsanleitungen der Hersteller, einschlägige Normen und branchenspezifische Regelwerke geben.

5.2.3 Vermeidung, Beseitigung oder Minimierung von gefährlichen Oberflächen

(1) An gefährlichen Oberflächen kann eine unmittelbare mechanische Gefährdung bestehen (z. B. durch Schneiden, Stechen, Reißen) oder eine mittelbare Gefährdung (z. B. durch Aus- oder Abrutschen).

(2) Konstruktive Maßnahmen zur sicheren Gestaltung von Oberflächen sind z. B.:

- Glätten von Oberflächen,
- ausreichende Dimensionierung von Biegeradien,
- Entgraten oder Abrunden von Kanten,
- Auswahl ungefährlicher Materialien (flexibel, nicht splitternd) oder
- rutschhemmende oder griffeste Gestaltung von Oberflächen.

(3) Gefährliche Oberflächen an Arbeitsmitteln werden vermieden, beseitigt oder minimiert, wenn z. B.

- Kanten mit Kantenschützern versehen sind,
- Schneiden, Spitzen und sonstige gefährliche Oberflächen bei Transport und Lagerung von Werkzeugen und Werkstücken abgedeckt oder umschlossen sind,
- Werkzeuge und Werkstücke mit gefährlichen Schneiden und Spitzen so gelagert und transportiert werden, dass ein sicherer Zugriff besteht (z. B. Handwerkzeuge unmittelbar am Griff angefasst werden können),
- Werkzeuge und Werkstücke mit gefährlichen Oberflächen automatisch zu- und abgeführt oder positioniert werden,
- Hilfsmittel zur Bereitstellung und Handhabung von Werkzeugen und Werkstücken mit gefährlichen Oberflächen eingesetzt werden,
- am Körper getragene Werkzeuggürtel oder -taschen so ausgeführt sind, dass Stich- und Schnittverletzungen bei allen vorgesehenen Tätigkeiten und Bewegungsabläufen vermieden werden,
- gefährliche Oberflächen (z. B. scharfkantige Bauteile, auch tiefkalte oder heiße Flächen) abgedeckt werden,
- rutschige Oberflächen aufgeraut oder rutschhemmende und trittsichere Beschichtungen aufgebracht werden,
- an Tritten und begehbaren Flächen von Arbeitsmitteln Handgriffe in griffgünstiger Position vorhanden sind oder
- Arbeits- und Instandsetzungsbereiche des Arbeitsmittels der Sehaufgabe entsprechend ausgeleuchtet werden.

(4) Bei manuellen Montage- oder Schneidaufgaben werden Gefährdungen aufgrund des Abrutschens von Werkzeugen z. B. minimiert

- durch selbsttätiges Versenken der Klingen in der Kontur des Werkzeugs,
- durch Auswahl bzw. Formgebung von Klingen, Werkzeugen und Hilfsmitteln wie beispielsweise Führungen und Laden,
- durch ergonomische Gestaltung der Montagearbeiten und sicheres Positionieren des Werkstückes,
- wenn manuelle Schneidarbeiten so gestaltet werden, dass Klingen vom Körper weg geführt werden, oder
- durch die Auswahl von Werkzeugen mit ergonomisch gestalteten Griffen mit Abrutschschutz.

5.2.4 Ausreichender Bewegungsraum und Einrichten von Schutzräumen

(1) Ausreichender Bewegungsraum und das Einhalten von Schutzabständen verringern mechanische Gefährdungen, wenn dadurch für Tätigkeiten mit Arbeitsmitteln

1. ausreichend groß dimensionierte Bewegungsräume geschaffen,
2. ausreichende Handfreiräume bei Montage und Wartung von Arbeitsmitteln geschaffen und
3. Bewegungseinschränkungen vermieden werden, die einen Kontakt mit gefährlichen Oberflächen begünstigen.

(2) Wenn mechanische Gefährdungen in ausgedehnten räumlichen Bereichen während eines definierten Zeitraums bestehen, werden diese durch Schutzräume reduziert, in denen ein sicherer Aufenthalt möglich ist. Der Schutzraum ist so zu gestalten, dass er den zu erwartenden einwirkenden Energien standhält.

5.2.5 Werkzeuge und Hilfsmittel

Werkzeuge oder Hilfsmittel reduzieren die mechanische Gefährdung, wenn durch deren Verwendung Eingriffe in den Gefahrenbereich vermieden werden können, z. B.:

- Schiebestock zum Führen von Werkstücken bei Kreissägen zur Holzbearbeitung,
- Schmiedezange zum Führen des Werkstückes beim Schmiedevorgang oder
- Spänehaken zum Entfernen von Spänen an Drehmaschinen.

5.2.6 Maßnahmen zum Schutz gegen unbeabsichtigte Bewegung und Lageänderung von Arbeitsmitteln, deren Teilen oder Arbeitsgegenständen

(1) Eine unbeabsichtigte Gefahr bringende Bewegung oder Lageänderung von Arbeitsmitteln, deren Teilen oder Arbeitsgegenständen kann in horizontaler Richtung (z. B. gequetscht oder getroffen werden) oder in vertikaler Richtung (z. B. herabfallende Gegenstände) erfolgen. Eine Gefährdung wird verhindert durch

1. Einrichtungen zum formschlüssigen Festsetzen (z. B. Bolzen, Arretierungen, Aufnahmevorrichtungen, entsperbare Rückschlagventile in hydraulischen Haltesystemen); in Abhängigkeit von der Gefährdung kann ein zwangsläufiges Wirksamwerden oder eine Verriegelung mit Positionsüberwachung erforderlich sein,

2. Einrichtungen zum kraftschlüssigen Festsetzen (z. B. ausreichend dimensionierte und ggf. redundante Federsicherungen oder Gasdruckfedern, Zurrgurte und zugeordnete Zurrpunkte, Aufnahmemulden zur sicheren Aufnahme von rollfähigen Gegenständen),
3. Einrichtungen zur Begrenzung des Bewegungsraums (z. B. Anschläge, Begrenzungsschalter, Auffanggurte oder -ketten),
4. Einrichtungen zum sicheren Führen von Arbeitsmitteln oder deren Teilen (z. B. selbsthemmende Kippvorrichtungen, Unterstützungsfedern, Kontergewichte, Abstützungen oder Stützräder, Bremsen),
5. ausreichende statische Stabilität des Arbeitsmittels, d. h. die verschiedenen Teile des Arbeitsmittels sowie die Verbindungen untereinander müssen den Belastungen aus inneren Kräften und äußeren Lasten standhalten können oder
6. Arbeitsmittel zum Heben von Lasten müssen mit einem deutlich sichtbaren Hinweis auf die zulässige Tragfähigkeit und gegebenenfalls mit einem Schild versehen sein, auf dem die zulässige Tragfähigkeit für die einzelnen Betriebszustände angegeben ist. Lastaufnahmeeinrichtungen sind so zu kennzeichnen, dass ihre für eine sichere Verwendung grundlegenden Eigenschaften zu erkennen sind.

(2) Sind Instandsetzungs- und Wartungsarbeiten unter angehobenen Teilen oder Arbeitseinrichtungen erforderlich, so müssen diese mit geeigneten Einrichtungen gegen Herabfallen gesichert werden können.

5.2.7 Anforderungen an Befehlseinrichtungen

(1) Um mit einer Befehlseinrichtung eine Gefahr bringende Bewegung sicher steuern zu können, muss diese Befehlseinrichtung die Anforderungen des Anhangs 1 der Betriebssicherheitsverordnung erfüllen. Verfügt ein Arbeitsmittel über mehrere Befehlseinrichtungen zum Ingangsetzen, so dürfen diese nicht gleichzeitig das Ingangsetzen freigeben. Der Befehl zum Stillsetzen des Arbeitsmittels muss den Befehlen zum Ingangsetzen übergeordnet sein.

(2) Not-Halt-Befehlseinrichtungen müssen so angebracht sein, dass sie die Anforderungen von Nummer 2.4 Anhang 1 Betriebssicherheitsverordnung erfüllen.

(3) Schlüsselschalter reduzieren unbefugte Verwendung und unbefugten Wechsel der Betriebsart eines Arbeitsmittels.

5.2.8 Standsicherheit und sicheres Aufstellen von Arbeitsmitteln

(1) Eine Gefährdung durch unbeabsichtigte Positions- oder Lageänderung, Umkippen oder Herabfallen eines Arbeitsmittels wird vermieden durch

1. Verankerung,
2. Halterung,
3. sichere Aufstellung oder
4. Anpassung an den Untergrund.

(2) Hierbei sind die Betriebs- und Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen und die Hinweise des Herstellers zu beachten.

5.3 Organisatorische Maßnahmen

5.3.1 Qualifikation für Tätigkeiten mit einem Arbeitsmittel

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung wird festgelegt, welche Qualifikation für Tätigkeiten mit einem Arbeitsmittel erforderlich ist, um mechanische Gefährdungen zu vermeiden, wie einschlägige Ausbildung, Erfahrungswissen, zusätzliche Qualifikation, Schulung oder Fortbildung ggf. mit Befähigungsnachweis, systematische Einarbeitung.

Beispiele:

- Ausbildung zum Bedienen von Arbeitsmitteln mit anschließendem Nachweis der Befähigung in Theorie und Praxis (z. B. zum Führen von Flurförderzeugen, Bedienen eines Mobilkrans, Bedienen einer Fluggastbrücke),
- mehrjährige Erfahrung als Kranführer – für besondere Aufgaben (z. B. Arbeiten mit zwei Kranen),
- Qualifikation als Anschläger von Lasten,
- Qualifikation als Einrichter von Werkzeugmaschinen oder Pressen oder
- systematische Einarbeitung von nicht mit dem Arbeitsmittel vertrauten Beschäftigten (z. B. Hilfskräfte, Berufsanfänger).

5.3.2 Berechtigungen und Beauftragung zur Durchführung von sicherheitsrelevanten Tätigkeiten

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung werden Tätigkeiten identifiziert, bei deren Durchführung eine besondere mechanische Gefährdung für die handelnden Beschäftigten oder für Dritte entstehen kann. Die Gefährdung bei der Durchführung solcher Tätigkeiten wird reduziert durch die Vergabe von Berechtigungen oder die besondere schriftliche Beauftragung ausgewählter Mitarbeiter. Bei der Vergabe von Berechtigungen muss die Qualifikation und die Eignung berücksichtigt werden.

Beispiele:

- Das Führen eines Flurförderzeugs durch nicht ausreichend qualifizierte Beschäftigte stellt eine erhebliche Gefährdung für den Bediener und für andere Beschäftigte dar (z. B. Anfahren einer Stütze eines Regals kann dessen Einsturz verursachen). Diese Gefährdung wird reduziert, wenn die Berechtigung zur Verwendung auf einen ausgewählten Kreis von Beschäftigten beschränkt wird, und eine schriftliche Beauftragung zum Führen eines Flurförderzeugs erteilt wird. Dieser Sachverhalt lässt sich beispielsweise auf das Führen von Fahrzeugen oder Erdbaumaschinen übertragen.
- Das fehlerhafte Einrichten einer Presse zur Metallbearbeitung kann eine erhebliche mechanische Gefährdung für den Bediener verursachen. Diese Gefährdung wird ausgeschlossen, wenn die Berechtigung zum Einrichten einer Presse restriktiv gehandhabt wird und mit einer schriftlichen Beauftragung einhergeht.
- Die Störungsbeseitigung an einer Kanalballenpresse ist mit einer erheblichen mechanischen Gefährdung verbunden. Die Gefährdung wird reduziert, wenn die Berechtigung zur Störungsbeseitigung auf einen ausgewählten Kreis von Beschäftigten beschränkt und eine schriftliche Beauftragung zur Störungsbeseitigung an der Kanalballenpresse erteilt wird.

- Das fehlerhafte Anschlagen von Lasten kann durch Pendeln oder Absturz der Last den Anschläger und andere Beschäftigte gefährden. Die Gefährdung wird reduziert, wenn die Tätigkeit auf einen ausgewählten Kreis von Beschäftigten beschränkt und eine schriftliche Beauftragung zum Anschlagen von Lasten erteilt wird.

5.3.3 Festlegen von Arbeitsabläufen und Verhaltensweisen

Durch die Festlegung von sicheren Arbeitsprozessen, Arbeitsabläufen und Verhaltensweisen können die Reihenfolge und der Ablauf von Tätigkeiten so gestaltet werden, dass mechanische Gefährdungen reduziert oder ausgeschlossen sind. Dies umfasst:

1. Festlegungen zur bestimmungsgemäßen Verwendung von Arbeitsmitteln und Schutzeinrichtungen, durch Arbeits- oder Montageanweisungen wie z. B.
 - Montageanweisung zum Ein- oder Ausbau von Stahlfedern oder
 - räumliche oder zeitliche Festlegung von Aufenthaltsverboten im Gefahrenbereich von Arbeitsmitteln, z. B. unter schwebenden Lasten oder im Rückschlagbereich von Stahlseilen;
2. Festlegung von Abläufen, um nicht geeignete Arbeitsmittel wirksam der Verwendung zu entziehen wie z. B.
 - Kennzeichnen und unter Verschluss nehmen von Arbeitsmitteln, von denen mechanische Gefährdungen ausgehen oder
 - irreparabel beschädigte Lastaufnahmeeinrichtungen, Leitern oder Druckbehälter erkennbar unbrauchbar machen;
3. Festlegung zur gefahrlosen Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen, Reinigungsarbeiten, Störungsbeseitigung, Einrichtarbeiten und sonstigen Tätigkeiten mit erhöhter mechanischer Gefährdung wie z. B.
 - verbindliches Erlaubnisverfahren zur Durchführung gefährlicher Arbeiten (z. B. für Reinigungsarbeiten im Wirkungsbereich von Anlagen oder Maschinen, wie Rührwerke oder Kanalballenpressen),
 - Herstellen eines definierten Zustands von Arbeitsmitteln vor Tätigkeiten mit erhöhter mechanischer Gefährdung (z. B. Ausschalten bzw. Stillsetzen vor Einstellarbeiten oder vor Einbringen von Arbeitsgegenständen in den Wirkungsbereich),
 - unwirksam machen von gespeicherter Energie (z. B. Systeme druckfrei machen, angehobene Maschinenteile absenken oder Abstützungen einlegen, gefahrloses Lösen von Ladungssicherungen),
 - Anbringen von personalisierten Blockier- und Verriegelungssystemen sowie deren Kennzeichnung (Lockout-Tagout) an Schaltern und Einrichtungen zur Verhinderung des Ingangsetzens von Arbeitsmitteln durch Dritte, welche nicht oder nicht mehr unmittelbar mit Tätigkeiten im Gefahrenbereich beschäftigt sind, oder
 - Verhaltensweisen bei Wahrnehmung von optischen oder akustischen Warnsignalen (z. B. Nothalt-Einrichtungen betätigen, Sammelplatz aufsuchen).

5.3.4 Erhalten des sicheren Zustandes

Wenn schädigende Einflüsse den Zustand eines Arbeitsmittels so beeinträchtigen können, dass mechanische Gefährdungen entstehen, kann der Arbeitgeber beispielsweise durch folgende Maßnahmen den Erhalt des sicheren Zustands bewirken:

- Schaffen von Einrichtungen zur geschützten Aufbewahrung von Arbeitsmitteln, wie Behältnisse oder Lagermöglichkeiten, die ausreichenden Schutz vor schädigenden Einflüssen bieten (z. B. Lagergestelle für Anschlagmittel, Aufbewahrungsmöglichkeit für Schleifscheiben),
- Festlegen von Maßnahmen zur regelmäßigen Instandhaltung und Reinigung einschließlich der Versorgung mit Verschleißteilen,
- Festlegung zur Sicht und Funktionskontrolle vor Schichtbeginn sowie zur Beobachtung des Arbeitsmittels während der Verwendung, (z. B. Checkliste erarbeiten oder Routine festlegen und trainieren; Festlegung zur Aushändigung und Rücknahme von Arbeitsmitteln an wechselnde Benutzer) oder
- Festlegung zum Melden und Beheben von Mängeln einschließlich Dokumentation und Kenntlichmachen der Ergebnisse von wiederkehrenden Prüfungen.

5.3.5 Auswahl und Verwenden von PSA

Reduzieren technische oder andere organisatorische Maßnahmen mechanische Gefährdungen nicht ausreichend, dann hat der Arbeitgeber

1. zu ermitteln, welche persönliche Schutzausrüstung er den Beschäftigten zur Verfügung stellen muss,
2. festzulegen, wie der Beschäftigte die zur Verfügung gestellte persönliche Schutzausrüstung zu verwenden hat,
3. die Beschäftigten zur Benutzung der bereitgestellten persönlichen Schutzausrüstung zu verpflichten und
4. die Benutzung und die Wirksamkeit der persönlichen Schutzausrüstung zu kontrollieren.

5.4 Personenbezogene Maßnahmen

(1) Benutzung von vorgesehenen Einrichtungen und Hilfsmitteln zum Schutz vor mechanischen Gefährdungen, z. B.:

- Benutzung eines Spänehakens zum Entfernen von Spänen,
- Wartungsstützen einsetzen beim Aufenthalt unter angehobenen Maschinenteilen,
- bestimmungsgemäßes Verwenden von Code-Karten oder Schlüsselschaltern vor Inangsetzen von gefahrbringenden Bewegungen eines Arbeitsmittels oder
- Unterlegen von Unterbauplatten zur Lastverteilung bei Abstützungen.

(2) Tragen der festgelegten persönlichen Schutzausrüstung, z. B.:

- Schutzhelme, wenn mit Herabfallen von Gegenständen zu rechnen ist (z. B. auf Bau- oder Montagestellen),
- Anstoßkappen, wenn mit Kopfverletzungen durch Anstoßen in engen Arbeitsbereichen zu rechnen ist (z. B. Laderaum in Flugzeugen oder Instandsetzungsarbeiten in Maschinen bzw. Anlagen),
- Schutzbrillen (z. B. zum Schutz vor Funken oder Spänen);
- Schutzhandschuhe gegen mechanische Gefährdungen (z. B. Schnittschutzhandschuhe beim Verwenden von Motorkettensägen oder Stechschutzhandschuhe im Fleischereigewerbe) oder
- Sicherheitsschuhe, wenn mit Quetschungen der Füße zu rechnen ist (z. B. Tätigkeiten mit Mitgänger-Flurförderzeugen).

(3) Durchsetzen von betrieblichen Anweisungen, z. B.:

- Aufenthaltsverbote in ausgewiesenen Bereichen mit mechanischen Gefährdungen,
- Verkehrsregelungen oder
- Nichtverwenden von defekten Arbeitsmitteln.

Anlage

Literaturverzeichnis

- [1] DIN EN 349:2008: Sicherheit von Maschinen – Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen
- [2] DIN EN 953:2009: Sicherheit von Maschinen – Trennende Schutzeinrichtungen – Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen
- [3] DIN EN 1088:2008: Sicherheit von Maschinen – Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen – Leitsätze für Gestaltung und Auswahl
- [4] DIN EN ISO 4413:2011: Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Hydraulikanlagen und deren Bauteile
- [5] DIN EN ISO 4414:2011: Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen und deren Bauteile
- [6] DIN EN ISO 13732-1:2008: Ergonomie der thermischen Umgebung – Bewertungsverfahren für menschliche Reaktionen bei Kontakt mit Oberflächen – Teil 1: Heiße Oberflächen
- [7] DIN EN ISO 13732-3:2008: Ergonomie der thermischen Umgebung – Bewertungsmethoden für Reaktionen des Menschen bei Kontakt mit Oberflächen – Teil 3: Kalte Oberflächen
- [8] DIN EN ISO 13855:2010: Sicherheit von Maschinen – Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen
- [9] DIN EN ISO 13857:2008: Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen
- [10] DIN EN ISO 14122-2:2002: Sicherheit von Maschinen – Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 2: Arbeitsbühnen und Laufstege
- [11] DIN EN ISO 14122-3:2002: Sicherheit von Maschinen – Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 3: Treppen, Treppenleitern und Geländer
- [12] Lange, W.; Windel, A.: Kleine Ergonomische Datensammlung, Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA); TÜV Media Verlag, 2013, 15. überarbeitete Auflage