

<p style="text-align: center;"><b>Technische Regeln für Betriebssicherheit</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Gefährdungen an der Schnittstelle Mensch - Arbeitsmittel – Ergonomische und menschliche Faktoren, Arbeitssystem –</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>TRBS 1151</b></p>
--	---	---

Die Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse für die Verwendung von Arbeitsmitteln 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 Verordnung 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 Ermittlung und Beurteilung von Gefährdungen und Belastung
  - 4 Schutzmaßnahmen
- Anlage 1 Beispiele für Verfahren zur Beurteilung der physischen und psychischen Belastung
- Anlage 2 Beispiele für Gefährdungen und Belastung an der Mensch-Arbeitsmittel-Schnittstelle
- Anlage 3 Beispiele für Gefährdungen durch Wechselwirkungen zwischen Arbeitsmittel und Arbeitsmittel
- Anlage 4 Beispiele für Gefährdungen durch Wechselwirkungen zwischen Arbeitsmittel und Arbeitsgegenständen
- Anlage 5 Beispiele für Gefährdungen durch Wechselwirkungen mit der Arbeitsumgebung
- Anlage 6 Gefährdung durch Manipulation von technischen Schutzeinrichtungen – Ermittlung der Manipulationsanreize
- Anlage 7 Literaturverzeichnis

## 1 Anwendungsbereich

(1) Diese Technische Regel gilt für die Beurteilung von Gefährdungen und der Belastung sowie für die Ermittlung von Maßnahmen zum Schutz vor Gefährdungen bei der Verwendung von Arbeitsmitteln

- an der Schnittstelle zwischen Mensch und Arbeitsmittel bei der Erfüllung der Arbeitsaufgabe unter Berücksichtigung der ergonomischen Zusammenhänge insbesondere zwischen Arbeitsplatz, Arbeitsmittel, Fertigungsverfahren, Arbeitsorganisation, Arbeitsablauf und Arbeitsaufgabe;
- die von der Arbeitsumgebung oder Arbeitsgegenständen, an denen Tätigkeiten mit Arbeitsmitteln durchgeführt werden, ausgehen;
- durch physische und psychische Belastungen, die zu negativen Beanspruchungsfolgen für die Beschäftigten führen.

(2) Diese Gefährdungen sind bei der Gefährdungsbeurteilung nach § 3 Absatz 1 und 2 Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) insbesondere in Bezug auf die Verwendung des Arbeitsmittels unter Berücksichtigung der menschengerechten Gestaltung des Arbeitssystems zu beurteilen. Die Beurteilung des Arbeitssystems umfasst auch die oben genannten Zusammenhänge.

(3) Der Arbeitgeber hat bei der Auswahl von Arbeitsmitteln und bei der Festlegung von Maßnahmen zur Verwendung von Arbeitsmitteln auch die ergonomischen Zusammenhänge zu berücksichtigen (§ 3 Absatz 2 und 3, § 6 Absatz 1 BetrSichV). Dabei ist die Verwendung der Arbeitsmittel so zu gestalten und zu organisieren, dass Belastungen und Fehlbeanspruchungen, die die Gesundheit und die Sicherheit der Beschäftigten gefährden können, vermieden oder, wenn dies nicht möglich ist, auf ein Mindestmaß reduziert werden. Hierbei sind insbesondere folgende Grundsätze zu beachten:

- Anpassung der Arbeitsmittel an die Unterschiede in den Körpermaßen, der Körperkraft und der Ausdauer des Beschäftigten unter Berücksichtigung der Arbeitsumgebung,
- Lage der Zugriffstellen und des Schwerpunktes,
- ausreichender Bewegungsfreiraum für die Beschäftigten,
- Vermeidung eines aufgrund des Arbeitsablaufs vom Beschäftigten nicht zu beeinflussenden Arbeitstempos und Arbeitsrhythmus,
- Vermeidung von Bedien- und Überwachungstätigkeiten, die eine uneingeschränkte dauernde Aufmerksamkeit erfordern und
- Anpassung der Schnittstelle Mensch - Arbeitsmittel an die voraussehbaren Eigenschaften der Beschäftigten unter Berücksichtigung von erfolgter Körperhaltung, Körperbewegung, Entfernung zum Körper und persönlicher Schutzausrüstung.

## **2 Begriffsbestimmungen**

### **2.1 Arbeitssystem**

(1) Das Arbeitssystem umfasst das Zusammenwirken eines einzelnen oder mehrerer Benutzer mit den Arbeitsmitteln, um die Funktion des Systems innerhalb der Arbeitsumgebung unter den durch die Arbeitsaufgaben vorgegebenen Bedingungen zu erfüllen (siehe auch Literaturverzeichnis: DIN EN ISO 6385 Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen (Ausgabedatum: 2004-05)).

(2) Das Arbeitssystem stellt somit ein Modell dar, das die Wechselwirkungen der Systemelemente berücksichtigt, um systematisch Gefährdungen der Beschäftigten und die Belastung, die auf die Beschäftigten einwirkt, zu erheben und zielgerichtet Maßnahmen abzuleiten.

(3) Das kleinste Arbeitssystem bildet der Arbeitsplatz. Die Systemgrenzen können beliebig weit gesteckt werden, z. B. auf den Arbeitsbereich, die Arbeitsgruppe oder einen bestimmten Fertigungsabschnitt.

(4) Das Arbeitssystem dient der Erzeugung von Produkten und Dienstleistungen und hat eine Eingabe und eine Ausgabe (vergleiche Abbildung 1).

(5) Eingabe ist u. a.:

- Material in Form von Roh-, Hilfs- oder Betriebsstoffen (z. B. Rohlinge, Halbzeuge, Baugruppen, Kleber, Emulsion),
- Energie (elektrisch, thermisch, mechanisch, pneumatisch, hydraulisch) und
- Informationen wie z. B. Arbeitsanweisungen, Zeichnungen, Rezepturen, Zeitvorgaben.

(6) Ausgabe ist u. a.:

- Produkte (Waren oder Dienstleistungen),
- Emissionen (Abwärme, Abgas, Abfall, Abwasser etc.),
- Informationen wie z. B. Statusmeldungen, Produktinformationen, Qualitätsangaben.

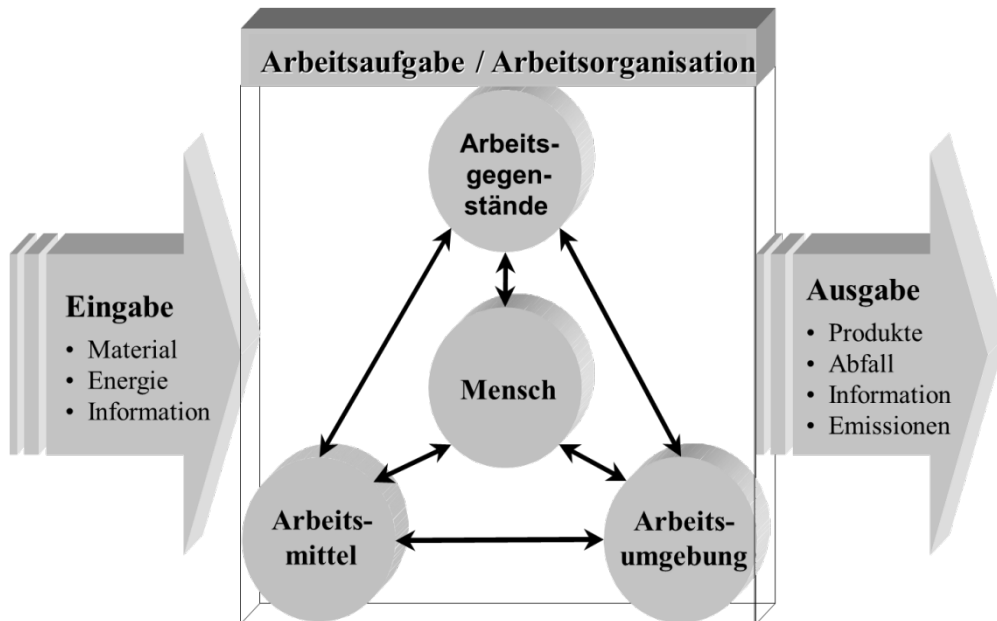


Abb. 1 Das Arbeitssystem

(7) Das Arbeitssystem wird aus folgenden Elementen gebildet:

- Mensch
- Arbeitsmittel
- Arbeitsgegenstände
- Arbeitsumgebung
- Arbeitsaufgabe
- Arbeitsorganisation.

(8) Die im Rahmen des Arbeitssystems bestehenden Beziehungen zwischen Mensch und den anderen Systemelementen sowie dem Arbeitsablauf und dem Arbeitsplatz werden als ergonomische Zusammenhänge bezeichnet.

(9) Diese TRBS behandelt die in Abbildung 2 dargestellten Gefährdungen durch Wechselwirkungen im Arbeitssystem zwischen Arbeitsmittel und Mensch. Dabei werden auch die Gefährdungen berücksichtigt, die beim Verwenden eines Arbeitsmittels durch die Wechselwirkungen

- mit anderen Arbeitsmitteln,
- mit dem Arbeitsgegenstand oder
- mit der Arbeitsumgebung

auftreten.

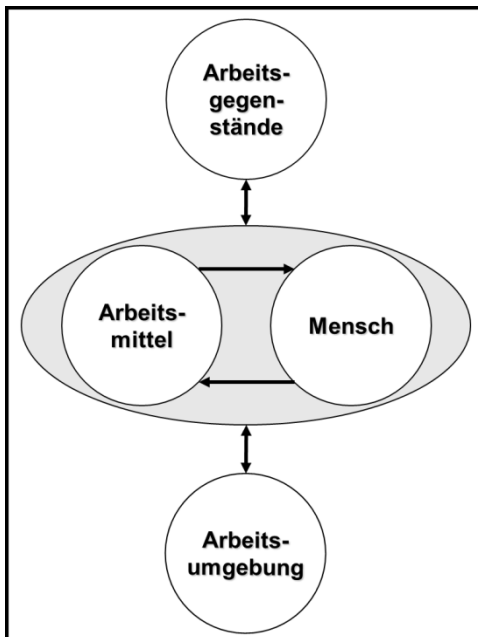


Abb. 2 Wechselwirkungen, die beim Verwenden von Arbeitsmitteln Gefährdungen erzeugen können

## 2.2 Wechselwirkung

(1) Wechselwirkung ist die gegenseitige Beeinflussung der Systemelemente im Arbeitssystem, insbesondere

- an der Schnittstelle zwischen Mensch und Arbeitsmittel, Arbeitsgegenstand sowie Arbeitsumgebung,
- zwischen Arbeitsmitteln, Arbeitsgegenstand und Arbeitsumgebung.

(2) Wechselwirkungen können zusätzliche oder die Veränderung bereits vorhandener Gefährdungen bewirken.

## 2.3 Belastungs-Beanspruchungs-Modell

(1) Das Belastungs-Beanspruchungs-Modell (siehe auch Literaturverzeichnis: DIN EN ISO 26800 Ergonomie – Genereller Ansatz, Prinzipien und Konzepte (Ausgabedatum: 2011-11)) beschreibt die Beziehungen zwischen

- der mit einer Tätigkeit verbundenen Belastung,
- der durch die Belastung im Beschäftigten entstehenden Beanspruchung und
- die durch die Beanspruchung ausgelösten kurz- und langfristigen Auswirkungen.

(2) Wesentlich ist dabei, dass die durch die Belastung bedingten Wirkungen nicht nur von der Veränderung der Belastung, sondern auch von den kurz- und langfristigen Veränderungen des Beschäftigten (z. B. Lernen, Übung, Erfahrungsgewinn) abhängen. Die Beanspruchung ist auch abhängig von den individuellen physischen und psychischen Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie Eigenschaften (z. B. Alter, Geschlecht, Leistungsfähigkeit) der Beschäftigten.

(3) Unter Belastung werden dabei alle von außen auf den Menschen wirkenden Einflussgrößen verstanden. Die Belastung lässt sich somit völlig unabhängig vom Menschen ermitteln. Zur Belastung gehören dabei die Anforderungen aus der Arbeitsaufgabe (z. B. Dauer und Verlauf der Tätigkeit, Aufgabeninhalt, Gefahren), die physikalischen Bedingungen (Klima, Beleuchtung, Lärm, Gerüche etc.), soziale und organisationale Faktoren (z. B. Organisationstyp, Schulung, Einweisung) und Faktoren außerhalb der Organisation des Betriebs (z. B. kulturelle Normen zu akzeptablen Arbeitsbedingungen).

(4) Die Beanspruchung des Menschen führt zu kurz- und langfristigen Folgen. Zu den kurzfristigen Folgen gehören z. B. Ermüdung, Monotonie. Die langfristigen Folgen können z. B. Einfluss auf die Gesundheit haben. Die Folgen der Beanspruchung können positiv aber auch negativ sein.

(5) Die Untersuchung einer Tätigkeit umfasst nach dem Belastungs-Beanspruchungs-Modell die folgenden drei Schritte:

1. Belastungsanalyse/Beanspruchungsanalyse unter der Beteiligung der Beschäftigten
2. Beurteilung
3. Gestaltung.

(6) Bei der Beurteilung, ob die Arbeit menschengerecht gestaltet ist, unterstützen die folgenden, hierarchisch aufgebauten Leitfragen:

1. Führt die Tätigkeit zu Gesundheitsschäden z. B. durch Unfallgefahren?
2. Liegen die Arbeitsanforderungen innerhalb der Grenzen der menschlichen Leistungsfähigkeit: sind z. B. Bedienteile erreichbar, Anzeigen erkennbar, Signale wahrnehmbar, ist der erforderliche Kraftaufwand nicht zu hoch etc.? Ist die Arbeit somit ausführbar?
3. Ist die Tätigkeit bei regelmäßiger Wiederholung (z. B. Schicht) über ein ganzes Berufsleben ohne gesundheitliche Einschränkungen ausführbar bzw. sind die kurzfristigen Beanspruchungsfolgen durch die gegebenen Arbeitspausen und die Freizeit auszugleichen?
4. Enthält die Tätigkeit auch planende und kontrollierende Elemente? Entspricht die Tätigkeit den Erwartungen des Beschäftigten?
5. Werden die Beschäftigten an der Arbeitsgestaltung beteiligt, d. h., können sie ihre Erfahrungen, Kenntnisse in den Gestaltungsprozess mit einbringen?

(7) Die ersten beiden Leitfragen in Absatz 6 müssen grundsätzlich so beantwortet werden können, dass die Tätigkeit nicht zu Gesundheitsschäden führt und dass die Arbeitsanforderung innerhalb der Leistungsfähigkeit der Beschäftigten liegt.

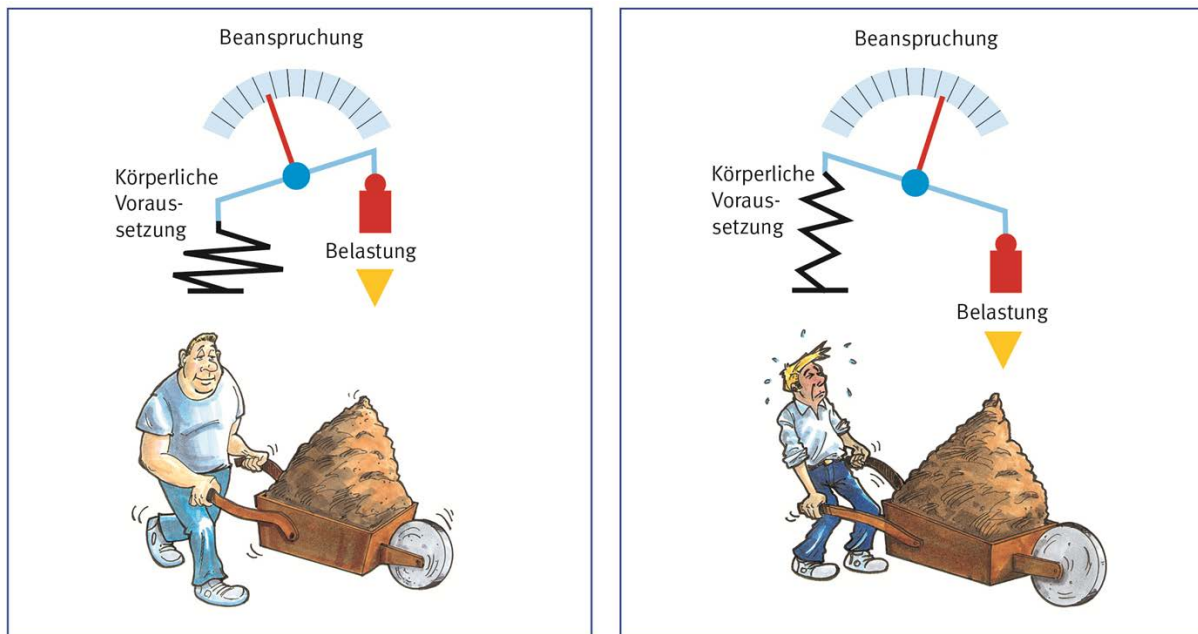


Abb. 3 Gleiche Belastung – individuelle Beanspruchung (nach Laurig)  
(Quelle: Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG), Hamburg)

### 3 Ermittlung und Beurteilung von Gefährdungen und Belastung

#### 3.1 Ermittlung von Gefährdungen und Belastung des Menschen im Arbeitssystem bei der Verwendung von Arbeitsmitteln

##### 3.1.1 Inbetriebnahme von Arbeitsmitteln

(1) Vor jeder erstmaligen Inbetriebnahme eines Arbeitsmittels, bei dem mit Wechselwirkungen im Arbeitssystem (Erstinbetriebnahme, wesentliche Änderung, Verlagerung/Umsetzung, Änderung des Arbeitssystems) zu rechnen ist, ist der Planung dieses Arbeitssystems besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Hierbei sind die Wechselwirkungen des Arbeitsmittels im gesamten Arbeitssystem unter der besonderen Berücksichtigung der Auswirkungen auf den Menschen zu betrachten und zu beurteilen.

(2) Einer Beanspruchung der Beschäftigten, die zu gesundheitlichen Schäden führen kann, muss durch eine ergonomische Gestaltung der Arbeitsmittel und mit der damit verbundenen Gestaltung von Arbeitsaufgabe und Arbeitsumgebung begegnet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das einzelne Arbeitsmittel häufig ergonomisch gut gestaltet ist, nicht aber seine Einordnung in einen größeren technischen Kontext und seine Einbettung in eine bestimmte Arbeitsaufgabe. Diese Bewertung ist erforderlich, um eine schädigungsfreie Verwendung des Arbeitsmittels zu ermöglichen.

(3) Es genügt nicht, dass ein Arbeitsmittel zwar nach den betrieblichen Erfordernissen sorgfältig ausgewählt wurde, dass aber die gesamte Schnittstellenbearbeitung nicht oder nicht ausreichend bearbeitet wurde (vergleiche Bekanntmachungen für Betriebssicherheit BekBS 1113 „Beschaffung von Arbeitsmitteln“).

(4) Es ist vor der Inbetriebnahme eines Arbeitsmittels, bei dem mit Wechselwirkungen im Arbeitssystem zu rechnen ist, im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung eine Systemanalyse gemäß Belastungs-Beanspruchungs-Modell durchzuführen (siehe Nummer 2.3). Dabei sind insbesondere die nachfolgenden Fragen zu klären:

- Wie sieht die Aufgabe mit dem neuen Arbeitsmittel im Arbeitssystem aus?
- Welche Tätigkeiten werden vor und nach der Verwendung des neuen Arbeitsmittels durchgeführt?
- Welche Arbeitsmittel sind mit dem neuen Arbeitsmittel verkettet?
- Welche Vorbereitungsmaßnahmen sind erforderlich, bevor das neue Arbeitsmittel in Betrieb genommen werden kann?
- Welche körperlichen, psychischen und kognitiven Anforderungen stellt die Bedienung des neuen Arbeitsmittels an den Beschäftigten?
- Welche Mitarbeiter sollen das neue Arbeitsmittel bedienen und wie werden diese darauf vorbereitet?

### 3.1.2 Gefährdungen und Belastungen an der Schnittstelle Mensch - Arbeitsmittel

Eine nach arbeitswissenschaftlichen Kriterien erfolgende Gestaltung der Verwendung von Arbeitsmitteln hat neben der auftretenden Belastung auch die individuellen Eigenschaften der Beschäftigten, z. B. Alter und Geschlecht, zu berücksichtigen. Dabei ist die Variabilität der individuellen Leistungsvoraussetzungen (z. B. Sehschärfe, Lichtbedarf, Körperkräfte, Händigkeit, Reaktionsgeschwindigkeit, Erfahrung, Kompetenz) zu beachten. Bei einer nicht nach arbeitswissenschaftlichen Kriterien erfolgten Gestaltung können durch Wechselwirkungen zwischen Mensch und Arbeitsmittel im Arbeitssystem z. B. Gefährdungen hervorgerufen werden durch:

- für die Arbeitsaufgabe mangelhaft gestaltete Arbeitsmittel wie z. B.
  - zu kleine oder fehlerhafte Kennzeichnungen,
  - fehlende oder schlecht wahrnehmbare Warnsignale,
  - Anzeigen mit schlechten Kontrasten, defizitärer Farbgestaltung oder Zeichengröße,
  - eine nicht erwartungskonforme Gestaltung von Stellteilen oder Bedienelementen,
  - eine nicht ergonomische räumliche Gestaltung und Anordnung (z. B. schlechte Erreichbarkeit, Zwangshaltung),
  - die fehlende Verfügbarkeit geeigneter Arbeitsmittel,
  - die Anreize zur Manipulation von Schutzeinrichtungen bieten (siehe Anlage 6);
- ungeeignete Lage oder Anordnung der Arbeitsmittel bei
  - unzureichender maßlicher Gestaltung (z. B. schlechte Erreichbarkeit durch fehlende Berücksichtigung der Körpermaße, erzwungene Haltungen, fehlende Bewegungsanreize),
  - fehlender Verfügbarkeit geeigneter Arbeitsmittel;



- Tätigkeiten mit Arbeitsmitteln durch mangelhafte Arbeitsaufgabengestaltung z. B. durch
  - mangelhafte Aufgabenbeschreibung/Aufgabenbearbeitung,
  - unangemessenen Aufgabeninhalt,
  - Unvollständigkeit der Aufgabe,
  - unzureichende Tätigkeits- und Handlungsspielräume,
  - unangemessene und unzureichende Informationen und Kommunikation, fehlende Festlegung von Kompetenzen und Verantwortlichkeiten, unzureichende Qualifikation der Beschäftigten,
  - fehlende Unterweisung und Einweisung,
  - Zwang zur Daueraufmerksamkeit,
  - ungeplante Arbeiten,
  - fehlende Pausen;
- nicht auf die Tätigkeit mit dem Arbeitsmittel angepasste Arbeitsorganisation z. B. durch
  - unangemessene Arbeitszeitregime oder Arbeitsplanung (Überforderung durch Zeitdruck),
  - unzureichende Ressourcen (z. B. fehlender Einweiser bei Rückwärtsfahrten mit Erdbaumaschinen ohne Rückfahrkamera),
  - fehlende Planung von erforderlichen Instandhaltungsmaßnahmen,
  - unzureichende Aufgabenabstimmungen (insbesondere an den Schnittstellen zwischen Arbeitsgruppen, aber auch innerhalb von Teams),
  - mangelhafte Verfügbarkeit von persönlicher Schutzausrüstung,
  - unzureichende Tätigkeits- und Handlungsspielräume,
  - körperlich schwere oder einseitig belastende Arbeit, fehlende Bewegungsanreize,
  - hohe psychische Beanspruchung (z. B. Monotonie, Sättigung, Ermüdung, Stress);
- eine nicht auf die Tätigkeit mit dem Arbeitsmittel angepasste Arbeitsumgebung z. B. durch
  - Klima (z. B. Luftfeuchtigkeit, Hitze, Kälte),
  - Beleuchtung,
  - Lärm oder Vibration,
  - Gerüche,
  - unsichere Verkehrswege-/Raumgestaltung (z. B. keine räumliche Trennung zwischen Verkehrswegen und sonstigen Arbeitsbereichen an Arbeitsmitteln).

### 3.1.3 Gefährdungen durch Wechselwirkungen zwischen Arbeitsmittel und Arbeitsmittel

Durch Wechselwirkungen der Arbeitsmittel untereinander können zusätzlich Gefährdungen hervorgerufen oder bereits bestehende Gefährdungen verändert werden z. B. durch

- mehrere sich unabhängig voneinander bewegende Arbeitsmittel,
- ungeeignete Platzierung von unter Druck stehenden Arbeitsmitteln,
- Störung der Steuerung eines Arbeitsmittels durch elektromagnetische Wechselwirkungen zwischen Arbeitsmitteln.

### 3.1.4 Gefährdungen durch Wechselwirkungen zwischen Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstand

Durch Wechselwirkungen der Arbeitsmittel mit Arbeitsgegenständen können insbesondere Gefährdungen hervorgerufen oder verändert werden z. B. durch

- unkontrolliert bewegte oder wegfliegende Arbeitsgegenstände oder durch unkontrolliert bewegte Arbeitsmittel durch Einwirken des Impulses austretender Medien,
- Stäube, Dämpfe oder Rauche, z. B. beim Bearbeiten von Arbeitsgegenständen,
- elektrisch leitende Arbeitsgegenstände und nicht ausreichende Schutzart (Isolierung) des elektrischen Arbeitsmittels,
- sehr heiße Medien (z. B. flüssiges Roheisen), die aus Arbeitsmitteln durch schlagartiges Verdampfen von Wasser (z. B. Leckage im Kühlsystem) herausgeschleudert werden,
- unkontrolliertes Austreten oder Freisetzen heißer oder tiefkalter Arbeitsgegenstände beim Verwenden eines Arbeitsmittels,
- physikalische Einwirkungen beim Bearbeiten von Werkstücken aus anderem als ursprünglich vorgesehenen Werkstoff,
- Funktionsverlust von sicherheitsrelevanten Einrichtungen, z. B. durch Abrieb beschädigte mechanische Positionsschalter oder durch Ablagerungen.

### 3.1.5 Gefährdungen durch Wechselwirkungen mit der Arbeitsumgebung

Durch die Wechselwirkungen beim Verwenden von Arbeitsmitteln mit der Arbeitsumgebung können Gefährdungen hervorgerufen oder verändert werden, z. B. durch

- Quetschen zwischen sich bewegenden Arbeitsmitteln und ortsfesten Gegenständen in der Arbeitsumgebung, durch Kippen von Arbeitsmitteln, hervorgerufen durch Winddruck auf Arbeitsmittel oder aufgrund nicht ausreichender Tragfähigkeit des Untergrunds,
- Unterschreiten des Sicherheitsabstandes oder Berühren unter Spannung stehender Teile durch sich bewegende Arbeitsmittel, mechanische Beschädigung der Isolation unter Spannung stehender Teile oder Verwendung ungeeigneter elektrischer Arbeitsmittel in leitfähigen Bereichen,
- Beschädigen von Rohrleitungen für entzündliche oder toxische Stoffe durch mobile Arbeitsmittel,

- Erwärmung oder Abkühlung von Arbeitsmitteln durch die Arbeitsumgebung,
- Auswirkung der Gestaltung der Arbeitsumgebung auf die Stärke der Immission von Lärm, Vibration und optischer Strahlung.

### **3.2. Beurteilung von Gefährdungen und Belastung**

(1) Die ermittelten Gefährdungen sind nach den Grundlagen der TRBS 1111 daraufhin zu bewerten, ob zusätzliche Maßnahmen zur Gefährdungsvermeidung oder, falls dies nicht möglich ist, zur Minimierung der Gefährdungen erforderlich sind. Bewertungskriterien sind auch in den TRBS zu einzelnen Gefährdungen zu finden, wie z. B.

- TRBS 2111 (Mechanische Gefährdungen),
- TRBS 2141 (Gefährdungen durch Dampf und Druck),
- TRBS 2152 (Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre).

(2) Der Ablauf für die Beurteilung der Gefährdungen aufgrund von Wechselwirkungen der Systemelemente im Arbeitssystem wird in Abbildung 4 beispielhaft erläutert.

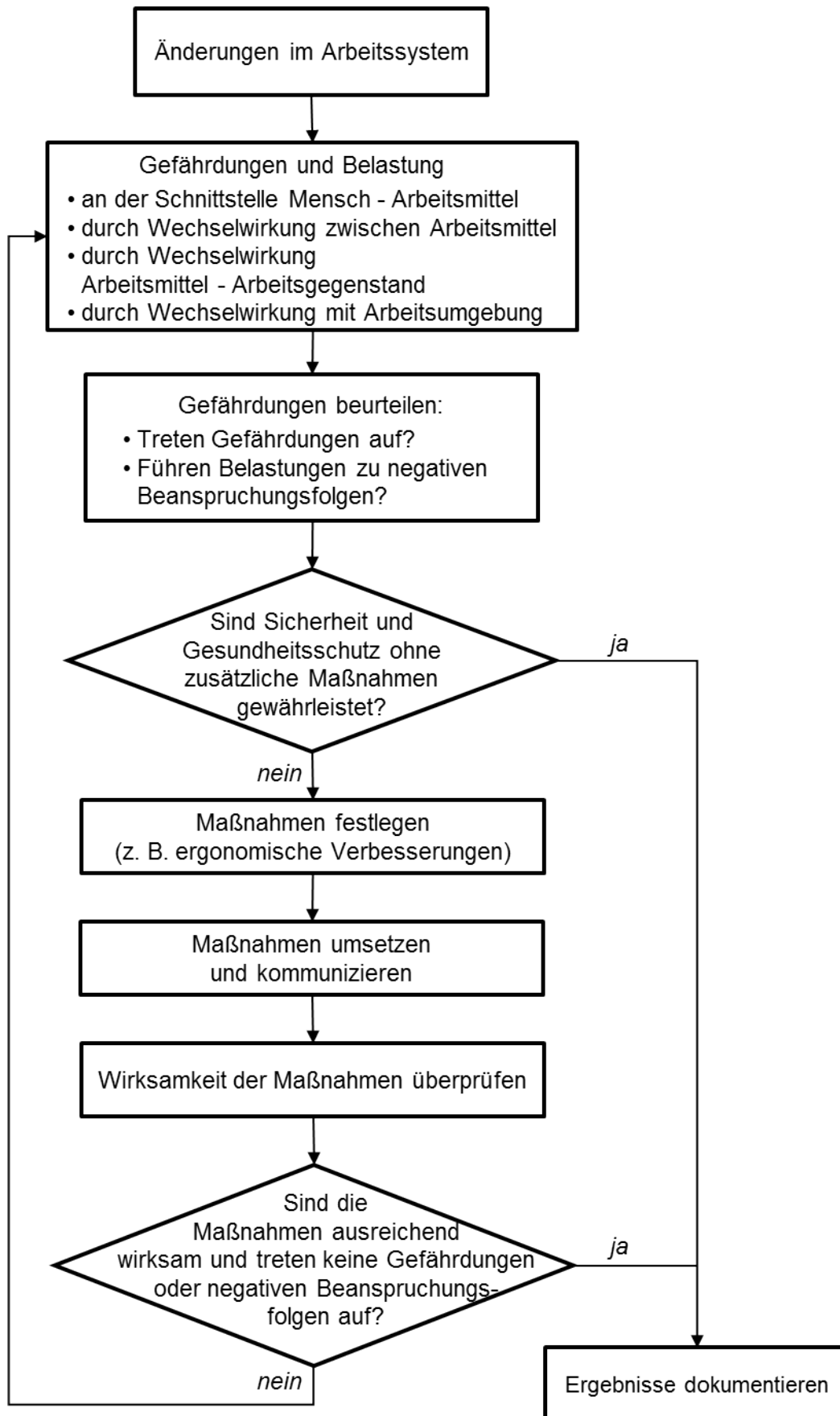


Abb. 4 Beurteilung der Gefährdungen durch Wechselwirkungen

(3) Die Beurteilung der physischen und psychischen Belastung und Beanspruchung zur menschengerechten Gestaltung wird unterstützt durch die unter Nummer 2.3 Absatz 6 gestellten Leitfragen. Bei Hinweis auf kritische Belastungssituationen (z. B. auf der Grundlage von Unfallanalysen oder Arbeitsunfähigkeitsdaten ist eine vertiefte Beurteilung angezeigt. Hierzu können z. B. die in der Anlage 1 genannten Verfahren herangezogen werden. Die Auswahl der geeigneten Methode richtet sich u. a. nach

- Ziel der Erhebung: Überblick oder detaillierte Information zur Belastung (orientierendes Verfahren, Screeningverfahren, Präzisionsverfahren),
- Anwendungsbereich des Verfahrens, z. B. Tätigkeitsklasse (körperlich, geistig oder interaktiv; spezifisch oder übergreifend), Branche,
- Methoden der Datengewinnung (z. B. Beobachtung, Befragung),
- Qualifikation des Verfahrensanwenders (ungeschult, geschult, Experte),
- Gütekriterien der Verfahren.

## **4 Schutzmaßnahmen**

### **4.1 Rangfolge der Schutzmaßnahmen**

Bei der Auswahl zur Bereitstellung der Arbeitsmittel und der Aufstellung der Arbeitsmittel sind mögliche Gefährdungen durch Wechselwirkungen zu berücksichtigen und zu vermeiden. Ist dies nicht möglich, sind zusätzliche technische Maßnahmen am Arbeitsmittel bzw. Arbeitsplatz (so weit wie möglich) vorzusehen und diese ggf. durch organisatorische Maßnahmen (z. B. zum zeitlichen Arbeitsablauf) sowie persönliche Schutzmaßnahmen zu ergänzen.

### **4.2 Beispielhafte Schutzmaßnahmen**

(1) Maßnahmen gegen Gefährdungen durch Wechselwirkung von Arbeitsmitteln untereinander, durch Wechselwirkung zwischen Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstand oder zwischen Arbeitsmittel und Arbeitsumgebung können auf der Grundlage der Maßnahmen, die in den TRBS zu spezifischen Gefährdungen beschrieben sind, wie z. B.

- TRBS 2111 (Mechanische Gefährdungen),
- TRBS 2141 (Gefährdungen durch Dampf und Druck),
- TRBS 2152 (Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre)

gestaltet werden.

(2) Zur Ermittlung von Maßnahmen gegen psychische Belastung durch Über- oder Unterforderung sind im Zusammenhang mit Arbeitsaufgabe, Tätigkeit, Arbeitsmittel, Arbeitsumgebung, Arbeitsorganisation und zeitlicher Organisation z. B. zu beachten:

- klare, eindeutige Arbeitsanweisungen geben,
- ergonomisch gestaltete Schichtpläne,
- Vermeidung von Taktarbeit, die zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führt,
- Vermeidung gleichzeitiger paralleler Aufgabenbearbeitung,
- Sicherstellen eindeutiger Informationsdarstellung,

- der Aufgabe angemessene Beleuchtung sicherstellen,
- Zeitdruck vermeiden und selbstbestimmtes Arbeitstempo ermöglichen,
- ausreichende Erholungspausen einplanen,
- Erhöhung der Aufgabenvielfalt im Sinne der Mischarbeit,
- Schaffung von Möglichkeiten zu körperlichen Aktivitäten bei monotonen Tätigkeiten,
- Kommunikation der Mitarbeiter untereinander ermöglichen (Mikropausen),
- Vermeidung von einförmigen Bedingungen wie Akustik, Raumklima und Farben.

(3) Weitere Hinweise zur psychischen Belastung durch Über- oder Unterforderung sind im Literaturverzeichnis (DIN EN ISO 10075-2 Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 2: Gestaltungsgrundsätze (Ausgabedatum: 2000-06) zu finden.

(4) Physische und psychische Belastung können zu Gefährdungen durch Handlungsfehler führen. Diese werden durch aufgabengerechte Auswahl sowie durch ergonomische Gestaltung und Anordnung der Arbeitsmittel vermieden, wie z. B.:

- Berücksichtigung der Leistungsgrenzen der menschlichen Informationsverarbeitung, z. B. Antwortzeit für erwartete Signale üblicherweise 0,2 s bis 0,3 s und für nicht erwartete über 0,5 s. Dies kann durch Priorisierung und Strukturierung von Meldungen erfolgen.
- eindeutig wahrnehmbare Kennzeichnung und Anzeigen:
  - akustische und optische Signale sind auf das notwendige Minimum begrenzt,
  - Informationselemente sind nach Funktion und Bedeutung gruppiert,
  - Anzeigen, die hohe Aufmerksamkeit erfordern, sind im zentralen Blickfeld angeordnet (z. B. Sehachse 15° bis 30° unter der Horizontalen, vertikales Sehfeld für Überwachungsaufgaben 15° über und unter dieser Sehachse, horizontales Sehfeld 15° rechts und links zur Blickrichtung),
  - ausreichende Zeichengröße (Sehwinkel 18 bis 22 Bogenminuten), Zeichenschärfe muss gedruckten Zeichen nahekommen, ausreichender Kontrast zwischen Zeichen und Zeichenhintergrund,
  - eindeutige Codierungsverfahren für Arbeitsmittel sowie Einsatz spezieller Codierung für z. B. Achtung, Gefährdung, Notfall, Warnung;

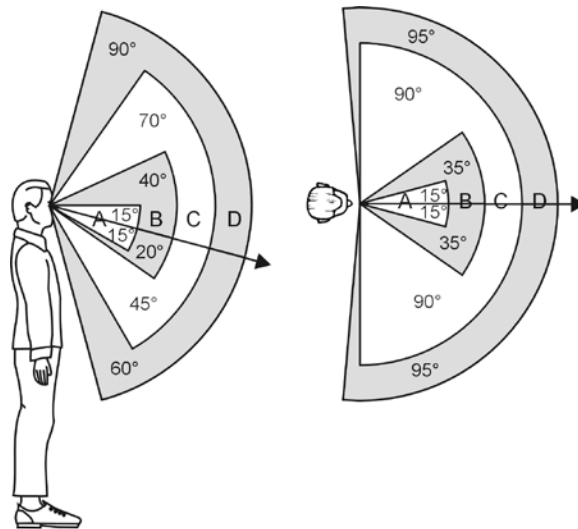


Abb. 5 Gesichtsfeld des Menschen bei Neigung des Blickes um  $15^\circ$  gegen die Waagrechte und einer Kopfdrehung um  $0^\circ$  gegen die Senkrechte beim stramm aufrechten Stehen  
(Quelle: „Kleine Ergonomischen Datensammlung“ (KED); Lange, W. und Windel, A.; 12. überarbeitete Auflage; Verlag TÜV Rheinland)

- Bedienelemente (z. B. Stellteile) sind aufgabenbezogen und erwartungskonform:
  - aufgabenbezogene Anforderungen: geforderte Genauigkeit des Positionierens, Stellgeschwindigkeit, Kraft der Beschäftigten, visuelle Erkennbarkeit, Tastbarkeit, Vermeidung von unbeabsichtigtem Stellen, Vermeiden des Abgleitens der Hand, Stellmöglichkeit mit Handschuhen, Instandhaltung und Reinigung,
  - ungünstige Körperhaltungen sind durch die Art der Bewegung wie Ziehen oder Schieben, Bewegungsachse, Bewegungsrichtung oder Drehwinkel der Bewegung, Kontinuität der Bewegung zu vermeiden,
  - die Bewegungsrichtung des Stellteiles ist erwartungskonform zur Bewegung des Arbeitsmittels auszurichten;
- ergonomisch günstige Körperhaltung wird ermöglicht (Vermeidung von Zwangshaltung) durch z. B.
  - höhenverstellbare Tische und Bedienpulte,
  - Einhaltung der Greifräume (die äußeren Bereiche der Greifräume sollen nicht dauerhaft benutzt werden),
  - dynamisches Sitzen,
  - arbeitsorganisatorische Maßnahmen wie Mischarbeit;
- Berücksichtigung des erforderlichen Platzbedarfs der Arbeitsmittel;
- räumliche und zeitliche Verfügbarkeit geeigneter Arbeitsmittel (z. B. Vorhalten geeigneter Werkzeuge (z. B. Drehmomentschlüssel, Leitern) direkt vor Ort);
- Berücksichtigung des Reflexverhaltes durch Zweihandschaltung oder Lichtvorhang.

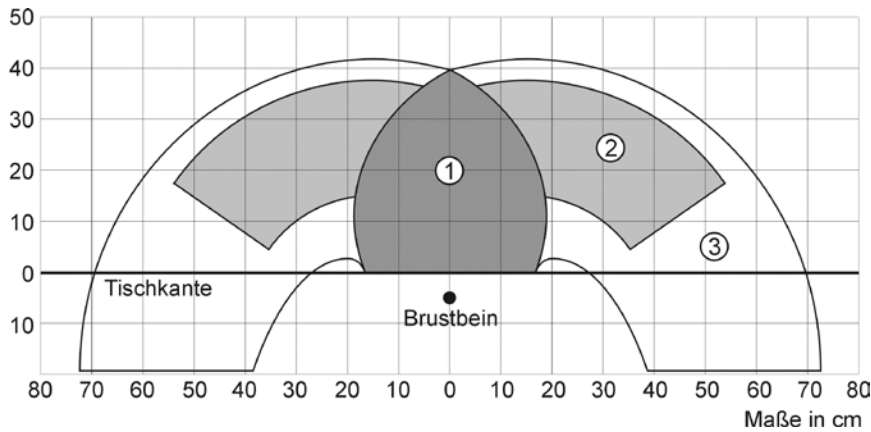
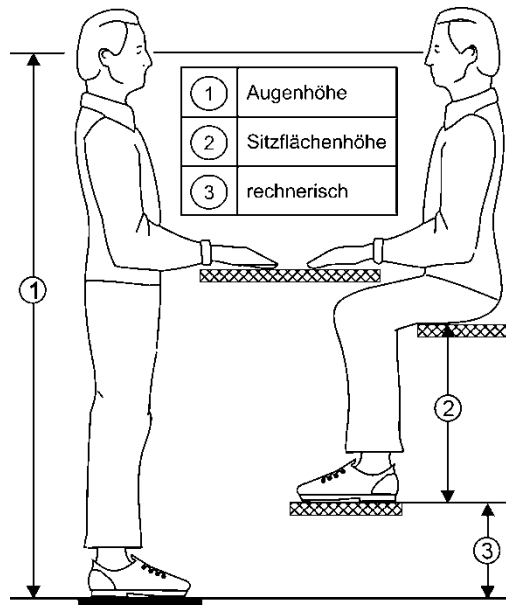


Abb. 6 Darstellung ergonomischer Greifräume  
 Greifflächen in der Tischebene (ca. 20 cm über der Sitzebene)  
 ①=Beidhandzone, ②=Einhandzone, ③=erweiterte Einhandzone  
 (Quelle: „Kleine Ergonomischen Datensammlung“ (KED); Lange, W. und Windel, A.; 12. überarbeitete Auflage; Verlag TÜV Rheinland)



	Frau (18-65 Jahre)			Mann (18-65 Jahre)		
	5. Perz.	50. Perz.	95. Perz.	5. Perz.	50. Perz.	95. Perz.
①	143 (147,5)	151,5 (156)	160,5 (165)	153 (156)	163 (166)	173,5 (176,5)
②	37,5 (42)	41,5 (46)	45 (49,5)	41 (44)	45 (48)	49 (52)
③	35	34,5	35	38	38,5	39
	(Klammerwert: inkl. 4,5 cm Absatz)			(Klammerwert: inkl. 3 cm Absatz)		

Abb. 7 ergonomischer Schalterarbeitsplatz, Maßangaben zu ① bis ③ in cm  
 (Quelle: „Kleine Ergonomischen Datensammlung“ (KED);  
 Lange, W. und Windel, A.; 12. überarbeitete Auflage; Verlag TÜV  
 Rheinland)



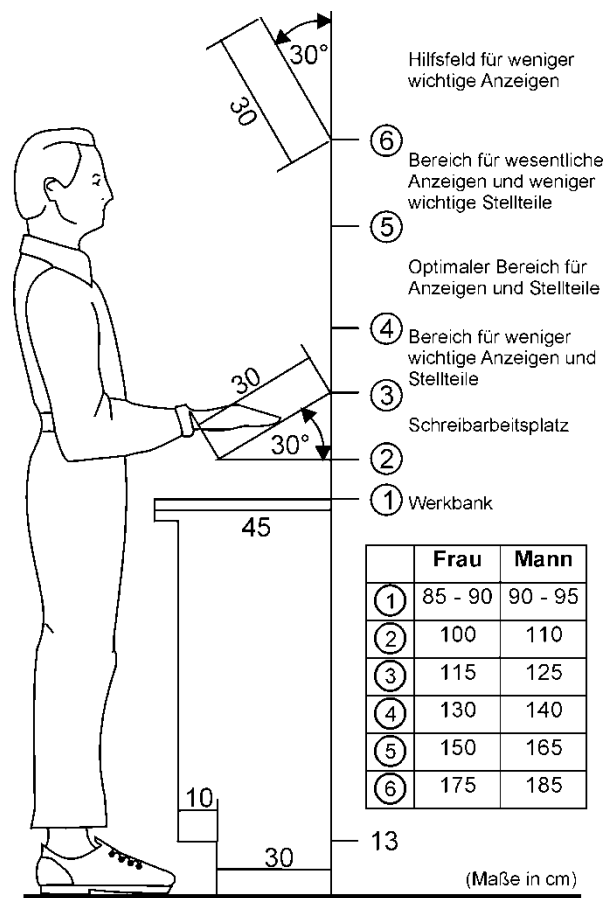


Abb. 8 ergonomischer Steharbeitsplatz  
(Quelle: „Kleine Ergonomischen Datensammlung“ (KED); Lange, W. und Windel, A.; 12. überarbeitete Auflage; Verlag TÜV Rheinland)

(5) Die Manipulation von Sicherheitseinrichtungen ist nicht zulässig. Maßnahmen gegen Umgehung von Sicherheitseinrichtungen:

- Es ist Aufgabe des Arbeitgebers (Führungsaufgabe), ein Umgehen von Sicherheitseinrichtungen zu verhindern.
- Die zugrunde liegenden Ursachen für die Manipulation von Sicherheitseinrichtungen sind zu identifizieren und zu beseitigen (siehe Anlage 6).
- Auswahl geeigneter Arbeitsmittel, die auch keinen Anreiz zur Manipulation der Sicherheitseinrichtungen bieten (vergleiche Bekanntmachungen für Betriebssicherheit BekBS 1113 „Beschaffung von Arbeitsmitteln“);
- Erstellen einer Arbeitsanweisung;
- Unterweisung der Beschäftigten über die mit der Arbeit verbundenen Gefahren und Einweisung am Arbeitsplatz;
- Beauftragen nur von Beschäftigten, die für die entsprechenden Arbeiten qualifiziert sind.

In den Anlagen 1 bis 6 sind beispielhaft für konkrete Situationen Ermittlung und Beurteilung von Gefährdungen sowie geeignete Schutzmaßnahmen dargestellt.

### **4.3 Überprüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen**

(1) Zur Überprüfung der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen muss der Arbeitgeber feststellen, ob

1. die eingeleiteten Maßnahmen ausreichend wirksam sind und
2. sich keine zusätzlichen oder veränderten Gefährdungen aus den Schutzmaßnahmen ergeben haben.

(2) Zur Untersuchung eines Arbeitsplatzes nach dem Belastungs-Beanspruchungs-Modell ist ein vergleichbares Vorgehen wie in Nummer 2.3 beschrieben anzuwenden. Danach hat der Arbeitgeber eine Belastungsanalyse/Beanspruchungsanalyse unter der Beteiligung der Beschäftigten durchzuführen, um dadurch die jeweilige betriebliche Situation angemessen beurteilen und bedarfsorientierte Maßnahmen der Gestaltung ableiten zu können. Deren Wirksamkeit ist nun durch eine erneute Belastungsanalyse/Beanspruchungsanalyse zu überprüfen. Dieses Vorgehen ermöglicht zum einen aussagekräftige Vorher-Nachher-Vergleiche anhand derselben Methodik, und zum anderen werden kontinuierliche Verbesserungsprozesse angestoßen sowie Lernen und Entwicklung ermöglicht.

## **Anlage 1**

### **Beispiele für Verfahren zur Beurteilung der physischen und psychischen Belastung**

#### **A1.1 Leitmerkmalmethode Heben, Halten, Tragen**

##### **A1.1.1 Ziel der Methode**

Aufdeckung und Grobquantifizierung sowie Beurteilung von relevanten Gefährdungen des Muskel-Skelett-Systems bei der manuellen Lastenhandhabung

- Fokus auf den Bereich der Lendenwirbelsäule (LWS)
- Benennung möglicher Gefahren für eine physische Überbeanspruchung
- Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit der Methode für den betrieblichen Praktiker
- branchenunabhängig für alle Tätigkeiten mit manueller Lastenhandhabung anwendbar
- standardisierte Dokumentation, Erfassung und Beurteilung in einem Dokumentationsbogen
- Anwendungsbereich: > 5 kg

##### **A1.1.2 Erfasste Merkmale**

- Zeit (Häufigkeit von Hebe- oder Umsetzvorgängen; Halten; Tragen)
- Last
- Körperhaltung und Position der Last
- Ausführungsbedingungen
- Geschlecht

##### **A1.1.3 Durchführungsaufwand**

- Beurteilung erfordert gute Kenntnis über die Tätigkeit, da andernfalls Fehlbeurteilungen wahrscheinlich sind und Beurteilung unmöglich ist
- keine ergonomische Fachkenntnis erforderlich
- wenige Minuten bei Kenntnis der Tätigkeit sowie der Methode

##### **A1.1.4 Ergebnisse**

- Grad der Wahrscheinlichkeit einer Schädigung des Muskel-Skelett-Systems durch manuelle Lastenhandhabung
- separate Skalen je Leitmerkmal ermöglichen die Identifikation, welcher Faktor mit einer erhöhten Belastung verbunden ist (Heben, Halten, Tragen)

## **A1.2 Leitmerkmalmethode Ziehen, Schieben**

### **A1.2.1 Ziel der Methode**

- Aufdeckung und Grobquantifizierung sowie Beurteilung von relevanten Gefährdungen des gesamten Muskel-Skelett-Systems beim Ziehen und Schieben von Lasten
- Benennung möglicher Gefahren für eine physische Überbeanspruchung
- standardisierte Dokumentation, Erfassung und Beurteilung in einem Dokumentationsbogen
- Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit der Methode für den betrieblichen Praktiker
- branchenunabhängig für alle Tätigkeiten mit manueller Lastenhandhabung anwendbar

### **A1.2.2 Erfasste Merkmale**

- Zeit (Ziehen/Schieben kurz < 5 m, Ziehen/Schieben lang > 5 m)
- Last
- Körperhaltung
- Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit
- Ausführungsbedingungen
- Geschlecht

### **A1.2.3 Durchführungsaufwand**

- Beurteilung erfordert gute Kenntnis über die Tätigkeit; andernfalls Fehlbeurteilungen wahrscheinlich und Beurteilung nicht zulässig
- keine ergonomische Fachkenntnis erforderlich
- wenige Minuten bei Kenntnis der Tätigkeit sowie der Methode

### **A1.2.4 Ergebnisse**

- Grad der Wahrscheinlichkeit einer Schädigung des Muskel-Skelett-Systems durch manuelle Lastenhandhabung
- separate Skalen je Leitmerkmal ermöglichen die Identifikation, welcher Faktor mit einer erhöhten Belastung verbunden ist (Ziehen, Schieben)

### **A1.3 Leitmerkmalmethode Manuelle Arbeitsprozesse**

#### **A1.3.1 Ziel der Methode**

- Beurteilung der Belastungen im Hand-Arm-Schulter-Bereich durch kleinere Aktionskräfte und größere Häufigkeiten bzw. Dauer und Abschätzung des Risikos für das Auftreten von Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE)
- Benennung möglicher Gefahren für eine physische Überbeanspruchung
- standardisierte Dokumentation, Erfassung und Beurteilung in einem Dokumentationsbogen
- Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit der Methode für den betrieblichen Praktiker
- branchenunabhängig für alle Tätigkeiten mit manuellen Arbeitsprozessen anwendbar

#### **A1.3.2 Erfasste Merkmale**

- Zeit (tägliche Dauer der Tätigkeit)
- Art, Höhe und Häufigkeit der Kraftaufwendung
- Kraftübertragung/Greifbedingungen
- Körperhaltung
- Hand-Arm-Stellung
- Arbeitsorganisation
- Ausführungsbedingungen

#### **A1.3.3 Durchführungsaufwand**

- Beurteilung erfordert gute Kenntnis über die Tätigkeit; andernfalls Fehlbeurteilungen wahrscheinlich und Beurteilung nicht zulässig
- keine ergonomische Fachkenntnis erforderlich
- wenige Minuten bei Kenntnis der Tätigkeit sowie der Methode

#### **A1.3.4 Ergebnisse**

- Bewertung der Wahrscheinlichkeit einer physischen Überbeanspruchung
- anhand der separaten Skalen je Leitmerkmal ist die Identifikation von Belastungsempässen möglich

### **A1.4 Methode „DGUV-Ideentreffen“ zur Ermittlung psychischer Belastungen**

Die Methode „DGUV-Ideentreffen“ zielt darauf ab, die Kommunikation über sicherheits- und gesundheitsrelevante Themen zu verbessern. Von besonderer Bedeutung ist es in diesem Zusammenhang, die Beschäftigten systematisch mit einzubeziehen, weil sie die Verhältnisse „vor Ort“ genau kennen. Sie sehen die Probleme in ihrem Tätigkeitsfeld und entwickeln Ideen zu deren Lösung. Die im Folgenden beschriebene standardisierte Vorgehensweise hilft, diese Ideen zu sammeln, zu konkretisieren und in die Tat umzusetzen.

### **Schritt 1: Was läuft – was läuft nicht? (ca. 15 min)**

Jeder Teilnehmer/jede Teilnehmerin gibt Antworten auf folgende Fragen:

- Was ist in letzter Zeit gut gelaufen?
- Was ist zu verbessern?

### **Schritt 2: Hauptthema finden (ca. 5 min)**

Aus den Verbesserungswünschen wird ein Thema ausgewählt. Die Auswahl kann durch Abstimmung erfolgen. Leitfrage:

- Welches Thema ist so wichtig, dass es heute bearbeitet werden soll?

### **Schritt 3: Lösungen finden (ca. 30 min)**

Fragen, die der Lösungsfindung dienen:

- Was ist vorhanden/anders, wenn wir unser Ziel erreicht haben (z. B. „Werkzeug befindet sich immer am jeweils vorgesehenen Platz.“ (positiv formulieren!))?
- Was kann jeder Einzelne heute und morgen tun, um das Ziel zu erreichen (z. B. „Ich lege Werkzeug, das ich nicht mehr brauche, sofort zurück.“ (Eigeninitiative))?
- Was können wir tun, dass es so bleibt (z. B. „Wir überprüfen und optimieren das bisherige Ordnungssystem. Wir schaffen ggf. neue Halterungen und Schränke an.“ (kurz- und mittelfristige Planung))?
- Welche positive und negative Auswirkung hat das Erreichen des Zieles (z. B. positiv: „Es geht schneller.“; negativ: „Jeder muss diszipliniert sein.“)?

### **Schritt 4: Aufgabenblatt erstellen (ca. 5 min)**

Die Ergebnisse schriftlich festlegen:

- Wer macht was bis wann?

Folgetreffen (ab dem 2. Treffen)

Was hat sich seit dem letzten Ideen-Treffen getan? (ca. 5 min)

Die verantwortlichen Personen informieren über Veränderungen. Leitfragen dabei sind:

- Was hat sich getan, bzw. was habe ich erreicht?
- Was hat gut geklappt?
- Welche Hindernisse sind aufgetreten?
- Wie soll weiter vorgegangen werden?

Im Aufgabenblatt sind die noch erforderlichen Maßnahmen zu notieren. Lösungsvorschläge, die nicht umgesetzt werden konnten, müssen nochmals besprochen werden (Schritt 3).

Die Ideen-Treffen sollen einmal im Monat mit vier bis sieben Teilnehmenden durchgeführt werden. Eine Person muss im Vorfeld die Verantwortung für die Moderation der ersten Sitzung übernehmen. Diese Person soll Moderationserfahrung und ausreichende Sozialkompetenzen haben sowie in der Gruppe akzeptiert sein.

Führungskräfte können, müssen aber nicht an den Ideentreffen teilnehmen. Der Arbeitsgeber hat dafür zu sorgen, dass sie den Prozess dauerhaft sichtbar unterstützen. Es geht darum, alle betroffenen Beschäftigten zu Beteiligten zu machen und ihr Erfahrungswissen zu nutzen.

## Anlage 2

### Beispiele für Gefährdungen und Belastung an der Mensch-Arbeitsmittel-Schnittstelle

#### A2.1 Untersuchung eines Arbeitsplatzes mit sitzender Tätigkeit

Zunächst ist eine Beschreibung des Zwecks des Arbeitssystems vorzunehmen, wie sie hier beispielhaft für einen Arbeitsplatz in der Produktion mit sitzender Tätigkeit vorgenommen wurde.

Zweck des Arbeitssystems ist die Herstellung eines Produktes aus bereitgestellten Komponenten. Dabei werden jeweils zwei Einzelteile zum fertigen Produkt zusammengesetzt. In einer Schicht sind etwa 3 000 Produkte herzustellen.

##### A2.1.1 Ermittlung

##### *Beschreibung des Arbeitsplatzes und der Arbeitsumgebung*

Es lassen sich Fotos nutzen oder ein Grundriss, um die Lage und räumliche Anordnung des Arbeitsplatzes im Arbeitsraum zu dokumentieren.

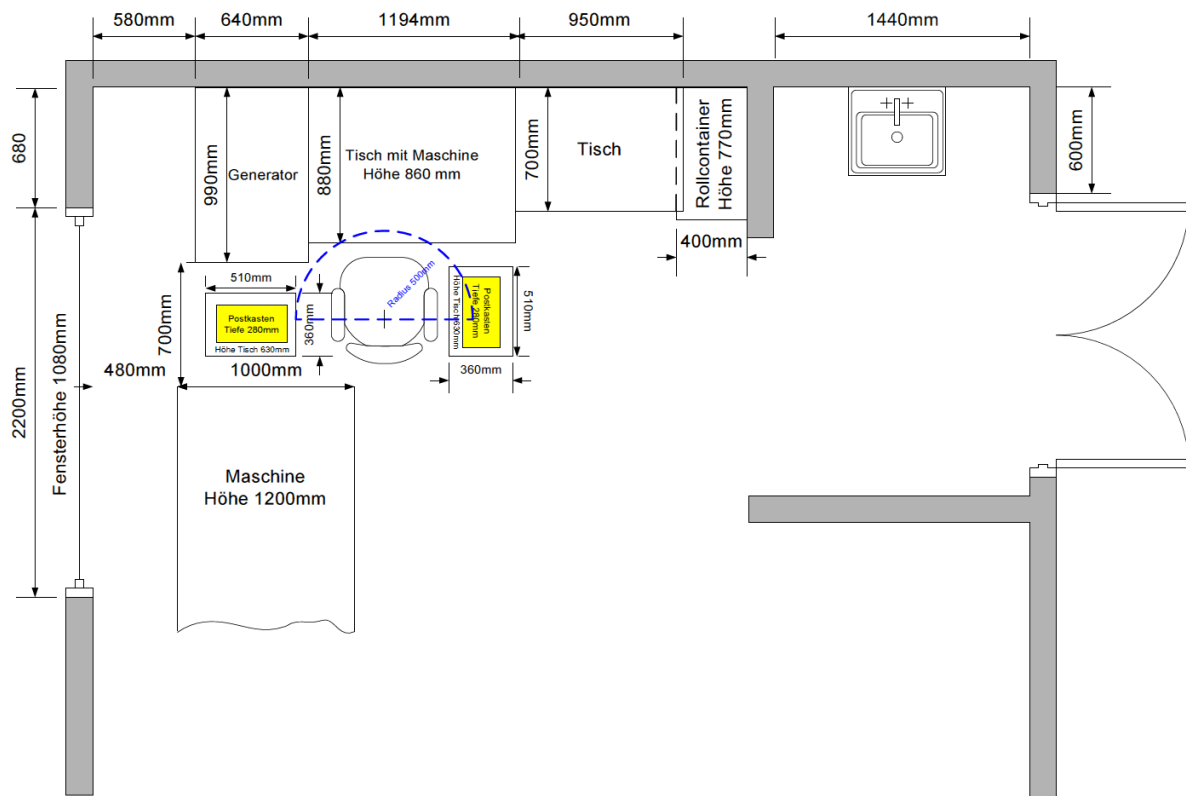


Abb. A2.1 Grundriss des Arbeitsplatzes in der Produktion



### ***Beschreibung des Arbeitsablaufes und der Tätigkeiten***

Aus der Beschreibung des Arbeitsablaufes muss sich das Zusammenwirken von Mensch, Betriebsmittel und Arbeitsgegenstand ergeben. Hier bietet sich z. B. eine Gliederung in Ablaufabschnitte an.

Die entsprechende Gliederung für das Herstellen eines fertigen Produktes umfasst insgesamt acht Ablaufabschnitte:

1. Maschine einschalten,
2. den Kasten mit den Komponenten rechts auf den Abstellwagen stellen,
3. eine festgelegte Menge an Komponenten entnehmen und rechts neben die Maschine auf die Tischplatte legen,
4. Komponenten in die Maschine einlegen und ausrichten,
5. Fußschalter mit dem linken Fuß drücken,
6. das fertige Produkt wegnehmen und auf der linken Seite aufstapeln,
7. den Stapel wegnehmen und in den linken Kasten legen,
8. den linken vollen Kasten in das Regal stellen.

Die Ablaufabschnitte 4 bis 6 dauern insgesamt 10 Sekunden.

### ***Belastungsermittlung***

Bei der Belastungsermittlung sind u. a. zu berücksichtigen:

- die Arbeitsumgebung  
In diesem Rahmen ist zu untersuchen, ob sich aus dem Raumklima, dem vorhandenen Lärm, der gegebenen Beleuchtung etc. beeinträchtigende Wirkungen auf den Menschen ergeben.
- die Gestaltung des Arbeitsplatzes  
Hier sind die Körpermaße, die Körperhaltung, die aufzubringenden Körperkräfte sowie die Körperhaltung und -bewegung zu berücksichtigen.
- die Gestaltung der Arbeitsmittel  
Hier ist zu prüfen, ob die Schnittstelle Mensch - Maschine an die Merkmale des Menschen angepasst ist. Dabei ist u. a. die Bereitstellung von Informationen, die Erreichbarkeit der Arbeitsmittel, die Auslegung von Signalen, Anzeigen und Stellteilen von Relevanz.
- die Gestaltung der Arbeitsaufgaben  
Dabei ist sicherzustellen, inwiefern die erforderlichen Kompetenzen zur Durchführung der Aufgaben klar sind und dass die Aufgaben nicht als isoliertes Teilstück wahrgenommen werden und einen Bezug zum gesamten Arbeitssystem haben, dass angemessene Freiheitsgrade in der Durchführung von Aufgaben bestehen und dass sie die Entwicklung von Fähigkeiten und Fertigkeiten nicht ausschließen sowie keine unnötigen Wiederholungen enthalten.

Das Ergebnis der für den beschriebenen Arbeitsplatz vorgenommenen Belastungsanalyse ist nachfolgend dargestellt:

- Bei der Tätigkeit treten keine geruchsbelästigenden oder gefährlichen Dämpfe auf.
- Bei der Durchführung sind Verletzungen der Finger ausgeschlossen.
- Das Beleuchtungsniveau ist der Tätigkeit angemessen.
- Die erforderliche Raumtemperatur ist gegeben. Zugluft tritt am Arbeitsplatz nicht auf.
- Der durch die hinter dem Arbeitsplatz aufgebaute Maschine emittierte Schall erreicht einen Pegel von maximal 55 dB(A).
- Am Arbeitsplatz finden sich weitere Elemente und Installationen, die für die eigentliche Arbeit nicht relevant sind, wie z. B. ein gekippter Spiegel an der Wand.

Um die Tätigkeitsdurchführung in einer ergonomischen, d. h. gesunden Körperhaltung, durchführen zu können, muss der Arbeitsplatz u. a. unter Berücksichtigung der menschlichen Körpermaße gestaltet sein. Dazu wurden im Rahmen der anthropometrischen Analyse die folgenden Merkmale untersucht:

- Mindestfreiraum unter der Arbeitsfläche  
Ergebnis: Der Mindestfreiraum unter der Arbeitsfläche unterschreitet den geltenden Mindestwert.
- Mindestfreiraum in Kniehöhe  
Ergebnis: Der in Kniehöhe unter der Arbeitsfläche gemessene Freiraum unterschreitet ebenfalls den geforderten Mindestwert.
- Beinraumtiefe für die Füße  
Ergebnis: Die ermittelte Beinraumtiefe für die Füße erreicht den geltenden Mindestwert.
- Beinraumtiefe in Kniehöhe  
Ergebnis: Die gemessene Beinraumtiefe in Kniehöhe überschreitet den mindestens zu erreichenden Wert.
- Beinraumhöhe im Sitzen, nicht verstellbar  
Ergebnis: Die bei nicht verstellbarer Arbeitsflächenhöhe mindestens vorzusehende Beinraumhöhe im Sitzen wird nicht erreicht.
- Breite für Fuß- und Beinraum  
Ergebnis: Die Breite für Fuß- und Beinraum überschreitet den hier geltenden Mindestwert und ist damit von der Größe ausreichend.
- Der Verstellbereich für die Sitzhöhe  
Ergebnis: Der Verstellbereich für die Sitzhöhe des vorhandenen Arbeitsstuhls entspricht nicht den Sollvorgaben.
- Die beim Transport und Abstellen des Postkastens notwendigen Körperkräfte bleiben unkritisch.
- Die Arbeitsaufgabe ist kurzzyklisch und der Arbeitsablauf fest vorgegeben und enthält keine Freiheitsgrade in der Durchführung.

## **Beanspruchungsermittlung**

Bei der Beanspruchungsermittlung können z. B. vorrangig die menschlichen Funktionsbereiche untersucht werden, bei denen Beanspruchungsschwerpunkte zu erwarten sind.

Die dargestellte Tätigkeit ist kurzzyklisch, wobei die Arbeitsfolge fest vorgegeben ist. Da die Komponenten richtig zu positionieren sind, verlangt die Tätigkeit weiterhin Daueraufmerksamkeit. Dementsprechend ist es sinnvoll, die psychischen Beanspruchungsfolgen zu ermitteln: Der Wiederholungscharakter der Tätigkeit macht zum Beispiel Sättigungs- oder Monotonieerlebnisse wahrscheinlich. Bedingt durch die unzureichende anthropometrische Gestaltung des Arbeitsplatzes und die dadurch bedingte ungünstige Körperhaltung lassen sich darüber hinaus zum Beispiel aber auch Rücken- und Kniebeschwerden nicht ausschließen, die daher ebenfalls zu erheben sind.

Die auftretenden zeitlichen und leistungsbezogenen Arbeitsanforderungen können grundsätzlich als für den Beschäftigten zu bewältigen eingeschätzt werden.

### **A2.1.2 Beurteilung**

Die Beurteilung der ermittelten Belastung und Beanspruchung kann auf Grundlage der Kriterien der menschengerechten Arbeitsgestaltung vorgenommen werden.

Die entsprechende Beurteilung des Arbeitsplatzes führt zu folgendem Ergebnis:

Der Arbeitsplatz erfüllt zwar das Kriterium der Schädigungslosigkeit, nicht aber das Kriterium der Ausführbarkeit, da einige anthropometrische Kriterien nicht erfüllt werden. Darüber hinaus entspricht der Arbeitsplatz nicht dem Kriterium der Beeinträchtigungsfreiheit, da mit Monotonie- und Sättigungserlebnissen und körperlichen Beschwerden gerechnet werden muss.

### **A2.1.3 Maßnahmen**

Gestaltungsmaßnahmen sind somit erforderlich, wobei der Mindestfreiraum in Kniehöhe, die Beinraumtiefe für die Füße und die Beinraumhöhe im Sitzen größer zu dimensionieren sind. Darüber hinaus genügt der Verstellbereich des vorhandenen Arbeitsstuhls ebenfalls nicht den Vorgaben und ist zu ersetzen.

Dem Auftreten von Monotonieerlebnissen lässt sich entgegenwirken durch einen Tätigkeitswechsel (job rotation), Aufgabenerweiterung (job enlargement; der Arbeitsinhalt wird durch mehrere ähnliche Aufgaben angereichert, die gleiches Qualifikationsniveau erfordern), Aufgabenbereicherung (job enrichment; die Arbeitsperson erhält weitere Aufgaben, die zu höheren Anforderungen führen und damit auch höhere Qualifikationsanforderungen stellen) und Erholungspausen. Sättigungserlebnissen kann durch Aufgabenbereicherung (job enrichment) und Erholungspausen begegnet werden.

## **A2.2 Untersuchung eines Arbeitsplatzes mit stehender Tätigkeit**

Das in diesem Beispiel betrachtete Arbeitssystem besteht aus einem Arbeitsplatz, der an der Fertigungsstraße eines Automobilherstellers eingerichtet werden soll. Die Arbeitsaufgabe besteht in der Montage von Türen an einer Karosserie. Diese Tätigkeit soll von einem Mitarbeiter durchgeführt werden.

### A2.2.1 Ermittlung

#### **Beschreibung des Arbeitsplatzes und der Arbeitsumgebung**

Die Tätigkeit ist taktgebunden und findet in einer Fertigungshalle statt. Die Montage an der Karosserie (Produkt) erfolgt an einem Montageband. Die zu montierende Tür (Arbeitsgegenstand) wird in einer Distanz von drei Metern zum Montageplatz auf einem getakteten Transportband bereitgestellt. Dort muss sie aufgenommen und zum Montageplatz bewegt werden.

Die Bodenverhältnisse sind sauber und es stehen keine Hindernisse im Weg. An dem Arbeitsplatz werden sowohl Männer als auch Frauen eingesetzt.

#### **Beschreibung des Arbeitsablaufes und der Tätigkeiten**

1. Montageanweisung lesen
2. Produktvorbereitung für anschließenden Montageprozess
3. Gehen zum Transportband mit Tür
4. Aufnahme und Überprüfen der Tür
5. Gehen mit Tür zur Karosserie
6. Positionieren der Tür an der Karosserie
7. Vorbereitende Montagetätigkeiten verrichten
8. Befestigen der Tür an der Karosserie

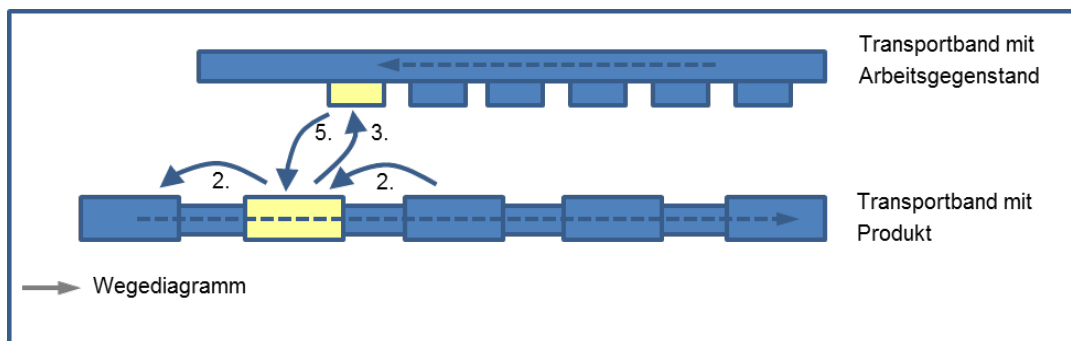


Abb. A2.2 Wegediagramm zu den Transportbändern mit Arbeitsgegenstand und mit Produkt

#### **Belastungsermittlung**

Arbeitsaufgabe:

- festvorgeschriebener Arbeitsablauf ohne Freiheitsgrade
- Schnitt- und Quetschverletzungen sind ausgeschlossen
- Hand als Werkzeug (Schlagen) nicht notwendig
- notwendige Montageinformationen und Hinweise sind visuell aufbereitet

Arbeitsmittel:

- benötigte Arbeitsmittel gut erreichbar
- notwendige Anzeigen und Stellteile gut einsehbar und hörbar

**Arbeitsplatz:**

- Aufnehmen (400 mal/Schicht) des Arbeitsgegenstands (14 kg) in sicherer und günstiger Arbeitshöhe (zwischen 800 und 1 200 mm) abhängig von der Nutzerpopulation
- Bewegungsbereich von 2 m steht zur Verfügung
- Platzieren des Arbeitsgegenstandes (Türe) in festgelegter Arbeitshöhe (1 400 mm)
- weitere Montagetätigkeiten und Verbinden in festgelegter Arbeitshöhe (1 200 mm)
- begrenzter Fuß- und Beinfreiraum aufgrund des notwendigen Sockels zum Produkt (Karosserie)
- geringe Finger- (< 30 N) bzw. Arm-Schulter-Ganzkörperkräfte (< 40 N)

**Arbeitsumgebung:**

- Raumtemperatur (19 °C) und Luftfeuchtigkeit (50 %) entspricht den Arbeitsanforderungen
- kein Auftreten von Zugluft
- Tages-Lärmexpositionspegel beträgt 50 dB
- das mittlere horizontale Beleuchtungsniveau beträgt 500 Lux

**Beanspruchungsermittlung**

Es treten bei der Durchführung der Tätigkeit ungünstige Körperhaltungen, z. B. Vorbeugen des Oberkörpers in Kombination mit der manuellen Lastenhandhabung auf.

Bei der dargestellten Tätigkeit ist die Arbeitsfolge ohne Freiheitsgrade fest vorgegeben. Da sich dadurch Monotonie-Erlebnisse nicht ausschließen lassen, erfolgte mit dem REBA-Verfahren (Pohlandt et al. 1996) die Bestimmung der Monotonie, für die sich ein Wert von 40 ergab. Außerdem verlangt die Tätigkeit eine hohe Aufmerksamkeit aufgrund der Austaktung und den entgegengesetzt verlaufenden Transportbändern. Daher erfolgte weiterhin – ebenfalls mit dem REBA-Verfahren – eine Untersuchung der auftretenden Ermüdung. Hier ergab sich ein Wert von 46.

**A2.2.2 Beurteilung**

Zu prüfen war die Schädigungslosigkeit und Beeinträchtigungsfreiheit. In Anbetracht der manuellen Lastenhandhabung wurde hierfür die Leitmerkmalmethode (Heben, Halten, Tragen) herangezogen.

Bewertung:	- Lastgewicht:	4 Punkte (14 kg, Frau)
	- Körperhaltung:	3 Punkte (gerade und auf Schulter)
	- Ausführungsbedingungen:	0 Punkte (gute Aufnahme und Platzierung)
	- Häufigkeit:	6 Punkte (400 mal)
	- Gesamt:	42 Punkte

42 Punkte nach der Leitmerkmalmethode entsprechen der Einstufung „gelb“. Somit erreicht die Beanspruchung beim Heben und Tragen von Lasten ein Niveau, das Gestaltungsmaßnahmen empfiehlt.

Tages-Lärmexpositionspegel beträgt 50 dB am Arbeitsplatz und liegt damit unterhalb des zulässigen Grenzwertes (80 dB).

Das mittlere horizontale Beleuchtungsniveau beträgt 500 Lux und entspricht damit den Anforderungen der Tätigkeit.

Der für die Monotonie ermittelte Wert entspricht der Bewertungsstufe 3 und weist auf eine starke Befindensbeeinträchtigung hin, denen mit Arbeits- und Organisationsgestaltung entgegenzuwirken ist.

Das Ermüdungsniveau erreicht die Bewertungsstufe 2, d. h., es liegt eine leichte Befindensbeeinträchtigung vor. Da jedoch keine Leistungsverschlechterung beobachtbar war, sind Gestaltungsmaßnahmen hier nicht erforderlich.

### **A2.2.3 Maßnahmen**

Mit Hilfe eines geeigneten Manipulators wird die Belastung beim Heben und Tragen von Lasten soweit gesenkt, dass der Arbeitsplatz den Anspruch der Schädigungslosigkeit erfüllt (Einstufung grün). Ein Manipulator ist dann geeignet, wenn er nachfolgende Kriterien erfüllt:

- leichte (einhändige) Bedienbarkeit des Manipulators,
- einfache und sichere Schnittstelle zwischen Manipulator und Arbeitsgegenstand,
- geringe Kraftaufwendungen (< 40 N) beim Ziehen und Schieben des Manipulators zum Produkt,
- gute Beweglichkeit für weitere Montagetätigkeiten,
- Gewährleistung der Prozesssicherheit bei Energie- bzw. Systemausfall,
- Notausschalter zur sofortigen Bewegungsunterbrechung,
- Ausschluss von Beschädigungen am Arbeitsgegenstand bzw. Produkt,
- ausreichende Anzeigeelemente zur richtigen Bedienung.

Anhand eines Unterstützungsmotors und durch die Einhand-Bedienung konnte die leichte Bedienbarkeit gewährleistet werden. Dadurch kann die zweite Hand als zusätzliches Hilfsmittel zur genauen Positionierung genutzt werden. Des Weiteren erhielt der Manipulator einen Druckspeicher mit Anzeige, um bei Energieverlust die Funktionsfähigkeit zu sichern.

Um das Monotonie-Erleben zu reduzieren, erfolgte die Einführung von Job-Rotation.

### **A2.3 Untersuchung eines Arbeitsplatzes mit Belastung durch Informationsaufnahme: Fahrerarbeitsplatz im Seitenlader-Abfallsammelfahrzeug**

Zweck des Arbeitssystems ist die Abfallbehälteraufnahme und -entleerung über ein Fahrzeug mit einem Auslegerarm (Seitenladerfahrzeug), welches in Kleinstädten und ländlichen Gebieten eingesetzt wird.

### A2.3.1 Ermittlung

#### **Beschreibung des Arbeitsplatzes und der Arbeitsumgebung**

Beim Arbeitsmittel handelt sich um ein Nutzfahrzeug mit einem Auslegerarm, der rechts hinter der Fahrerkabine positioniert ist. Zur Verbesserung der Sicht im Arbeitsbereich des Auslegerarms ist das Fahrzeug mit einem Rechtslenkerfahrershaus ausgestattet. Die Fahrerkabine hat eine Innenabmessung von 2 036 mm Breite, 1 570 mm Höhe und 1 500 mm Tiefe. Auf der linken Seite des Fahrerarbeitsplatzes befinden sich ein Joystick, ein Betätigungspult, das über weitere Schalter zur Steuerung des Greifarms verfügt, und ein Hebel für das Automatikgetriebe. Auf dem Armaturenbrett ist ein Monitor angebracht. Über diesen Monitor kann sich der Fahrer drei Kameraperspektiven anzeigen lassen. Die eine Kamera ist im rückwärtigen Bereich des Fahrzeuges angebracht, sodass der Fahrer für Rückwärtsfahrten den Bereich hinter seinem Fahrzeug einsehen kann. Eine Kamera ist auf der linken Seite des Fahrzeuges montiert und erfasst die Fahrbahn und den Straßenverkehr. Diese Kameraperspektive unterstützt den Fahrer beim Einfädeln in den fließenden Straßenverkehr. Die dritte Kameraperspektive dient der Überwachung des Greifarms innerhalb des Schüttraumes zur Kontrolle der Behälterentleerung.

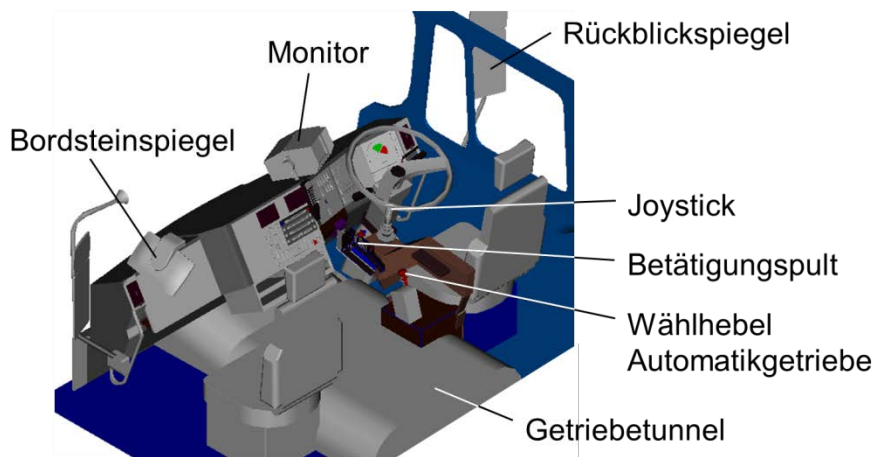


Abb. A2.3 Fahrerarbeitsplatz in der Fahrerkabine  
(Quelle: Hillecke, M.; Schütte, M.; Laurig, W.: Anthropometrische Analyse und Gestaltung des Fahrerarbeitsplatzes eines Seitenlader-Abfallsammelfahrzeuges. Z. ARB. WISS. 54, 2000, 3-4, S. 249-257)

Der Fahrer befindet sich in einer klimatisierten geschlossenen Fahrerkabine.

#### **Beschreibung der Tätigkeiten**

Die Tätigkeiten des Fahrers umfassen das Fahren im Straßenverkehr, Anfahren von Abfallbehältern, das Betätigen des Auslegerarms über Joystick: Abfallbehälter greifen, zum Schüttraum führen, in den Schüttraum entleeren, das Wiedereinfädeln in den Straßenverkehr und Anfahren des nächsten Abfallbehälters. Dabei muss er das Passieren von Engpässen, das Umfahren von Hindernissen und sonstige ungünstige Straßenverhältnissen (geringe Durchfahrtshöhen, weiche Bankette und erhöhtes Verkehrsaufkommen) im Rechtslenkerfahrershaus bewältigen. Des Weiteren muss er Personen im Gefahrenbereich erkennen und entsprechend reagieren. Bei ungünstig abgestellten Abfallbehältern wird ggf. das Fahrzeug verlassen, der Behälter umgestellt, das Fahrzeug wieder bestiegen und der Auslegearm betätigt.

## **Belastungsermittlung**

Bei der Belastungsermittlung sind u. a. zu berücksichtigen:

- Die Arbeitsumgebung:  
Im Rahmen der Gefährdungen und Belastungen ist zu untersuchen, ob sich durch z. B. ungünstige Straßenverhältnisse beeinträchtigende Wirkungen auf den Fahrer ergeben.
- Die Gestaltung des Arbeitsplatzes:  
Hier sind die Körpermaße, die Körperhaltung, die aufzubringenden Körperkräfte sowie die Körperhaltung und -bewegung zur Betätigung der Stellteile und zum gleichzeitigen Einsehen des Fahr- und Arbeitsbereiches der Maschine zu berücksichtigen.
- Die Gestaltung der Arbeitsmittel:  
Hier ist zu prüfen, ob die Schnittstelle Mensch-Arbeitsmittel an die Merkmale des Fahrers angepasst ist. Dabei ist u. a. die Darstellung des Sichtbereiches, die Auslegung von Anzeigen und Stellteilen von Relevanz.
- Die Gestaltung der Arbeitsaufgaben:  
erforderliche Kompetenzen, Bezug zum gesamten Arbeitssystem, angemessene Freiheitsgrade in der Durchführung von Aufgaben, Entwicklung von Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie keine unnötigen Wiederholungen.

Bei der Überprüfung der Gestaltung der Arbeitsmittel wird von einem Menschmodell einer kleinen Frau (5. Perzentil) und eines großen Mannes (95. Perzentil) ausgegangen (siehe auch Literaturverzeichnis: DIN 33402-2 Ergonomie – Körpermaße des Menschen – Teil 2: Werte (Ausgabedatum: 2005-12)).

Die für den beschriebenen Arbeitsplatz vorgenommene Belastungsanalyse ergibt:

- Der Fahrer ist bei seiner Tätigkeit in der Fahrerkabine vor Witterungsbedingungen, Emissionen bedingt durch Abfall und Straßenverkehr geschützt. Die Klimaanlage und Belüftung sind so bemessen, dass die erforderliche Raumtemperatur gegeben ist und keine Zugluft am Arbeitsplatz auftritt.
- Der durch die Umgebung und die Maschine emittierte Schall erreicht in der Fahrerkabine einen Pegel  $L_{EX,8h}$  zwischen 55 und 80 dB(A).
- Die Vibrationen werden entsprechend TRLV Vibrationen Teil 3 „Vibrationsschutzmaßnahmen“ durch Federung des Fahrerhauses und des Fahrersitzes reduziert.
- Bei der Tätigkeitsdurchführung sind Verletzungen von Personen im Gefahrenbereich der Maschine sowie Gefährdungen des Fahrers durch Anfahren von Hindernissen und Umkippen an weichen Banketten nicht ausgeschlossen.
- Die drei genannten Kameraperspektiven (hinter dem Fahrzeug, links neben dem Fahrzeug und der Schüttraum) können wahlweise gleichzeitig, d. h. im geteilten Monitorbild (Splitscreen-Monitor) oder nacheinander auf Anwahl des Fahrers angezeigt werden. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, automatisch beim Einlegen des Rückwärtsgangs oder Betätigen des Joysticks sich die Bilder am Fahrzeugheck bzw. im Schüttraum anzeigen zu lassen.
- Das Beleuchtungsniveau ist der Tätigkeit angemessen und kann der Fahraufgabe angepasst werden. Durch Dunkelheit und Nässe wird jedoch die Überwachung des Gefahrenbereiches insbesondere über den Monitor erschwert.



- Zusätzlich zu den Kameraperspektiven ist rechts außen und innen je ein Rückblickspegel angebracht.
- Die Tätigkeit Behälterentleerung ist in vorliegendem Fall mit einer speziellen Körperhaltung verbunden (vergleiche auch Literaturverzeichnis: DIN 33408-1 Körperumrisschablonen – Teil 1: Für Sitzplätze (Ausgabedatum: 2008-03)): Zur Beobachtung der Behälteraufnahme, Betätigung des Joysticks mit der linken Hand und Greifen des Lenkrads mit der rechten Hand muss der Fahrer eine stark gedrehte Kopf- und Rumpfhaltung einnehmen. Er muss den Oberkörper um 30° nach rechts drehen und um 10° zur rechten Seite beugen. Der Kopf ist dabei zum Einsehen des Bereiches am Auslegerarm um 60° rechts zum Oberkörper gedreht.
- Alle in das Armaturenbrett und in die Instrumententafel integrierten Hebel und Schalter sind nicht ohne Oberkörpereinsatz erreichbar. Dabei handelt es sich jedoch um sekundäre Bedienelemente bezüglich Nutzungshäufigkeit und Sicherheitsrelevanz (siehe auch Literaturverzeichnis: DIN EN 894-4 Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 4: Lage und Anordnung von Anzeigen und Stellteilen (Ausgabedatum: 2010-11)), die nicht ständig zur Steuerung des Fahrzeuges notwendig sind, dessen Bedienung zeitlich selbst bestimmt werden kann und auch in kritischen Situationen nicht umgehend erreichbar sein müssen.
- Die ergonomische Gestaltung und Anordnung des Monitors entspricht den ergonomischen Anforderungen u. a. zur Vermeidung von Zwangshaltung und behindert nicht den Sichtbereich. Der Behälter befindet sich bei der Entleerung nur bei ausgefahrenem Auslegerarm im geeigneten Sichtbereich des Fahrers. Bewegt sich der Auslegerarm jedoch in der Nähe des Fahrzeugs, wie bei Abfallbehältern direkt am Straßenrand stehend notwendig, dann befindet sich der Auslegerarm außerhalb des geeigneten Sichtbereiches (siehe Nummer 4.2 Abbildung 5).

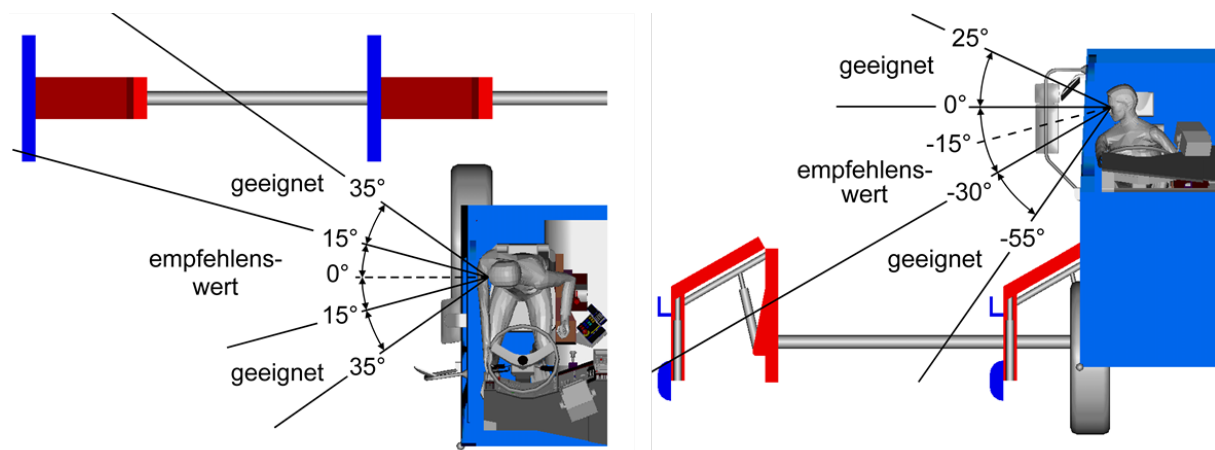


Abbildung A2.4 Sehbedingungen des Fahrers bei aus- und eingefahrenem Auslegerarm in Draufsicht und Vorderansicht  
(Quelle: Hillecke, M.; Schütte, M.; Laurig, W.: Anthropometrische Analyse und Gestaltung des Fahrerarbeitsplatzes eines Seitenlader-Abfallsammelfahrzeugs. Z. ARB. WISS. 54, 2000, 3-4, S. 249-257.)

Die Aufgabe des Fahrers wird insbesondere erschwert durch Personen im Gefahrenbereich (Auslegerarm, Fahr- und Rückfahrbereich), Verkehr, schlechte Straßen- und Witterungsbedingungen.

### **Beanspruchungsermittlung**

Es werden folgende Beanspruchungsschwerpunkte ermittelt:

Zum Einsehen des Gefahrenbereiches am Greifarm während der Behälteraufnahme und –entleerung muss der Fahrer je nach Anzahl der zu entleerenden Abfallbehälter sehr häufig eine ergonomisch ungünstige Haltung einnehmen. Deswegen ist auch bei gesunden Beschäftigten mit einer hohen Beanspruchung zu rechnen.

Die dargestellte Tätigkeit zur Steuerung der Maschine verlangt gerade bei vielen Personen im und in der Nähe des Gefahrenbereiches sowie bei schlechten Straßenverhältnissen und hohem Straßenverkehrsaufkommen eine hohe Daueraufmerksamkeit.

### **A2.3.2 Beurteilung**

Die Beurteilung der Belastung und Beanspruchung ist auf der Grundlage von Kriterien der menschengerechten Arbeitsgestaltung vorzunehmen (siehe auch Literaturverzeichnis: DIN EN 894-1 Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen (Ausgabe 2009-01) und DIN 33408-1 Körperumrisschablonen – Teil 1: Für Sitzplätze (Ausgabedatum: 2008-03)).

Die entsprechende Beurteilung des Arbeitsplatzes führt zu folgendem Ergebnis:

Der Arbeitsplatz erfüllt nicht das Kriterium der Schädigungslosigkeit, da durch das häufige Auftreten von Körperhaltungen mit stark gedrehtem Kopf und Rumpf gesundheitliche Beeinträchtigungen nicht ausgeschlossen werden können.

Von den für die Fahrt relevanten Bedienelementen 1. Ordnung (Lenker, Blinker etc.) befinden sich alle innerhalb des physiologisch maximalen Greifraums. Damit entspricht die Tätigkeit dem Kriterium der Ausführbarkeit.

Die Arbeitsfolge zur Behälterentleerung lässt wenige Variationen zu. Mit Monotonie- und Sättigungserlebnissen ist jedoch aufgrund der sich ändernden Begebenheiten im Straßenverkehr und Einflussnahme des Fahrers durch sein Fahrverhalten trotzdem nicht zu rechnen. Die erhöhte Daueraufmerksamkeit bei teilweise nicht optimalen Sichtbedingungen in Fahrzeugnähe kann Beanspruchungsfolgen wie Ermüdung und eine herabgesetzte Wachsamkeit bewirken, die wiederum Fahrfehler zur Folge haben können.

### **A2.3.3 Maßnahmen**

Die ungünstige Körperdrehung bei der Behälterentleerung kann vermieden und die Sehbedingungen können verbessert werden durch den Einbau eines drehbaren Fahrersitzes, Verlagerung des Joysticks (z. B. Integration im Fahrersitz und mit dem Fahrersitz mitdrehend) und einer breiteren Fensterfläche auf der rechten Seite des Fahrers. Diese bauliche Veränderung des Fahrzeuges ist in Abstimmung mit dem

Fahrzeughersteller vorzunehmen und ggf. einer Prüfung zur Betriebserlaubnis nach der Richtlinie 70/156/EWG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Betriebserlaubnis für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger bzw. nach Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) zu unterziehen (Fahrzeugzulassung). Bei weiteren Maßnahmen zur Veränderung der maschinellen Aufbauten wie z. B. dem Greifarm sind die Bestimmungen zum Bereitstellen auf dem Markt, z. B. das Maschinenrecht, zu befolgen. Die Maßnahmen sind bei der Auswahl (Erwerb) weiterer Seitenladerfahrzeuge zu berücksichtigen.

Einer Ermüdung bedingt durch die ständige Daueraufmerksamkeit kann durch zusätzliche Kurzpausen und Gestaltung der Abfuhrgebiete (z. B. Größe der Abfuhrgebiete, Aufteilung auf mehrere Fahrer, ggf. Rotation der Abfuhrgebiete mit schwierigen Straßenverhältnissen etc.) begegnet werden.

## **Anlage 3**

### **Beispiele für Gefährdungen durch Wechselwirkungen zwischen Arbeitsmittel und Arbeitsmittel**

#### **A3.1 Mechanische Gefährdung bei mehreren sich unabhängig voneinander bewegendem Arbeitsmitteln**

##### **A3.1.1 Ermittlung**

Überschneiden sich die Arbeitsbereiche mehrerer Arbeitsmittel, können diese zusammenstoßen und in dessen Folge umfallen.

##### **A3.1.2 Beurteilung**

Durch das umfallende Arbeitsmittel können Beschäftigte getroffen werden und schwerste Verletzungen erleiden.

##### **A3.1.3 Maßnahmen**

Sofern die Überschneidung der Arbeitsbereiche betrieblich nicht vorgesehen ist, können die Bewegungen begrenzt werden, um eine Überschneidung der Arbeitsbereiche zu verhindern.

Sofern die Überschneidung der Arbeitsbereiche betrieblich erforderlich ist, muss der Arbeitsablauf vor Beginn der Arbeiten festgelegt und für eine einwandfreie Verständigung der Bediener untereinander gesorgt werden.

#### **A3.2 Gefährdungen durch ungeeignete Platzierung von unter Druck stehenden Arbeitsmitteln**

##### **A3.2.1 Ermittlung**

Wird ein Druckbehälter im Arbeitsbereich eines Hebezeuges platziert, besteht bei Kollision die Gefahr des Zerknalls.

##### **A3.2.2 Beurteilung**

Aufgrund des Zerknalls wegfliegender Teile können Beschäftigte getroffen und verletzt werden.

##### **A3.2.3 Maßnahmen**

Sicherheitsgerechte Begrenzung des Arbeitsbereiches des Hebezeuges, um einen Zusammenstoß zu vermeiden.

Druckgerät außerhalb des Arbeitsbereichs des Hebezeuges oder außerhalb des Arbeitsraumes platzieren.

### **A3.3 Gefährdungen durch physikalische Einwirkung (elektromagnetisch) eines tragbaren Funkgeräts auf die Steuerung einer Maschine**

#### **A3.3.1 Ermittlung**

Elektronische Steuerungen von Maschinen sind aufgrund der EMV-Richtlinie und den zugehörigen harmonisierten Europäischen Normen gegenüber den üblicherweise vorkommenden elektromagnetischen Feldern ausreichend geschützt. Jedoch kann durch starke elektromagnetische Felder, welche die Werte überschreiten, die den entsprechenden Normen zugrunde liegen, eine Beeinflussung der Steuerungen von Maschinen oder Anlagen erfolgen.

Bei Justier- oder Einrichtarbeiten können Maschinen oder Anlagen oft nicht vollständig freigeschaltet werden. Wird bei diesen Arbeiten ein sehr leistungsstarkes Funkgerät in direktem Kontakt zu deren Steuerungen betrieben, kann die auftretende hohe Feldstärke die Steuerungselektronik der Maschine oder Anlage beeinflussen und unerwünschte Maschinenbewegungen auslösen.

#### **A3.3.2 Beurteilung**

Durch die unerwartete, unkontrollierte Bewegung können die Personen, die die Justier- oder Einrichtarbeiten durchführen, verletzt werden.

#### **A3.3.3 Maßnahmen**

Da die Feldstärke mit zunehmendem Abstand vom Sender schnell auf unkritische Werte abnimmt, ist ein ausreichender Sicherheitsabstand zwischen Funkgerät und der Steuerung der Maschine oder Anlage einzuhalten.

## **Anlage 4**

### **Beispiele für Gefährdungen durch Wechselwirkungen zwischen Arbeitsmittel und Arbeitsgegenständen**

#### **A4.1 Mechanische Gefährdung beim Zerspanen von Werkstoffen**

##### **A4.1.1 Ermittlung**

Beim Zerspanen insbesondere von metallischen Werkstoffen entstehen je nach Rahmenbedingung (Material, Schnittgeschwindigkeit etc.) unterschiedlich ausgeprägte Späne, die scharfkantig oder heiß sein können und unkontrolliert wegfliegen.

##### **A4.1.2 Beurteilung**

Die scharfkantigen oder heißen Späne können den Bediener während der Bearbeitung treffen und zu Verletzungen oder Verbrennungen führen.

##### **A4.1.3 Maßnahmen**

Maschinen an geeigneter Stelle ganz oder teilweise einhausen sowie eine schützende Sichtscheibe installieren.

#### **A4.2 Mechanische Gefährdung durch ein unkontrolliert bewegtes Werkstück**

##### **A4.2.1 Ermittlung**

Beim Bearbeiten eines Werkstückes kann sich das befestigte Werkstück lösen und sich unkontrolliert bewegen.

##### **A4.2.2 Beurteilung**

Die bedienende Person kann von dem unkontrolliert bewegten Werkstück getroffen und dadurch verletzt werden.

##### **A4.2.3 Maßnahmen**

Werkstück formschlüssig befestigen.

#### **A4.3 Elektrische Gefährdung durch elektrisch leitende Arbeitsgegenstände und nicht ausreichende Schutzart (Isolierung) des elektrischen Arbeitsmittels**

##### **A4.3.1 Ermittlung**

Schleifstaub, der beim Bearbeiten von Blechen mit einem Winkelschleifer entsteht, wird mit der zur Kühlung dienenden Luft angesaugt und lagert sich im Winkelschleifer ab. Es entsteht so eine elektrisch leitfähige Schicht, die von unter Spannung stehenden Teilen bis zu Lüftungsöffnungen des Winkelschleifers reicht.

### **A4.3.2 Beurteilung**

Beim Berühren der Lüftungsöffnungen kann es zu einer Körperdurchströmung kommen.

### **A4.3.3 Maßnahmen**

Zur Verfügung stellen und Verwenden von druckluftbetriebenen Werkzeugen oder von Werkzeugen mit ausreichender Schutzart.

## **A4.4 Gefährdung durch explosionsartiges Verdampfen („physikalische Explosion“)**

### **A4.4.1 Ermittlung**

In Anlagen mit sehr heißen und kalten Flüssigkeiten (flüssiges Roheisen / Wasser) kann es bei Kontakt dieser Flüssigkeiten zur explosionsartigen Verdampfung der kalten Flüssigkeit kommen. Dabei wird ein Teil der heißen Flüssigkeit unkontrolliert weggeschleudert und kann brennbare Materialien entzünden.

### **A4.4.2 Beurteilung**

Durch den entstehenden Brand können Beschäftigte Verbrennungen erleiden. Ferner können Beschäftigte von der heißen flüssigen Masse getroffen werden und erleiden schwere Verbrennungen.

### **A4.4.3 Maßnahmen**

Trennung kalter und heißer Flüssigkeit.

## **A4.5 Thermische Gefährdung bei Beschädigung von Anlagenteilen durch Erosion**

### **A4.5.1 Ermittlung**

Anlagenteile (Arbeitsmittel) können z. B. durch Erosion geschwächt werden. Bei Tätigkeiten mit derartig geschwächten Arbeitsmitteln können diese versagen. Dies kann zu einem Leck oder Abriss führen, wobei Medien freigesetzt werden.

### **A4.5.2 Beurteilung**

Werden dabei kalte oder heiße Arbeitsstoffe freigesetzt, tritt eine thermische Gefährdung der Beschäftigten auf.

### **A4.5.3 Maßnahmen**

Verstärkte Ausführung der Anlagenteile, angepasste Instandhaltungsintervalle, Prüfung der Anlagenteile, Verwenden von persönlicher Schutzausrüstung.

#### **A4.6 Gefährdung durch physikalische Einwirkung durch Lärmimmissionserhöhung beim Bearbeiten von Werkstücken aus anderem Werkstoff**

##### **A4.6.1 Ermittlung**

Der Schalleistungspegel von Zerkleinerungsmaschinen für Kunststoffe ist von der Härte des Einsatzstoffes abhängig. Beim Beschicken der Maschine mit härteren Einsatzstoffen ergeben sich erheblich höhere Lärmpegel.

##### **A4.6.2 Beurteilung**

Beschäftigte können durch den erhöhten Schalleistungspegel gefährdet werden.

##### **A4.6.3 Maßnahmen**

Aufstellung der Maschine in einem separaten Raum oder Schallisolierung der Maschine.

#### **A4.7 Gefährdung durch Einwirkung von Chlor und Austritt von Chlorgas aufgrund von Korrosion**

##### **A4.7.1 Ermittlung**

In einer Chlorungsanlage einer Wasseraufbereitungsanlage kann das Rückströmen von Wasser in Chlorgas führende Leitungen zur beschleunigten Korrosion und infolgedessen zu einer Chlorgasfreisetzung führen.

##### **A4.7.2 Beurteilung**

Gefährdung der Beschäftigten durch das Austreten von giftigem Chlorgas.

##### **A4.7.3 Maßnahmen**

Verhinderung des Rückströmens von Wasser durch Druckdifferenzüberwachung, Rückströmsicherungen oder durch Einsatz einer Vakuum-Chlordosieranlage, Installation von Chlorgaswarneinrichtungen, Prüfung der Anlagenteile.

#### **A4.8 Gefährdung durch Beschädigung mechanischer Positionsschalter durch Abrieb und damit einhergehende chemische Einwirkung**

##### **A4.8.1 Ermittlung**

Staubentwicklung kann zum Abrieb der Antriebsrolle aus Kunststoff an mechanischen Positionsschaltern führen. In der Folge kann die Verriegelung der trennenden Schutzeinrichtungen versagen.

##### **A4.8.2 Beurteilung**

Durch Versagen der Schutzeinrichtung werden Beschäftigte gefährdet.

##### **A4.8.3 Maßnahmen**

Einsatz von berührungslos wirkenden Positionsschaltern.



## **Anlage 5**

### **Beispiele für Gefährdungen durch Wechselwirkungen mit der Arbeitsumgebung**

#### **A5.1 Mechanische Gefährdung durch Quetschen zwischen sich bewegenden Arbeitsmitteln und ortsfesten Gegenständen in der Arbeitsumgebung**

##### **A5.1.1 Ermittlung**

Bewegliches Arbeitsmittel nähert sich so weit einer Wand, dass Sicherheitsabstände nicht eingehalten werden.

##### **A5.1.2 Beurteilung**

Es besteht die Gefahr, dass Körperteile von Beschäftigten eingequetscht werden.

##### **A5.1.3 Maßnahmen**

Sicherheitsabstand herstellen oder Quetschstelle sichern.

#### **A5.2 Mechanische Gefährdung durch Kippen von Arbeitsmitteln, hervorgerufen durch Winddruck auf Arbeitsmittel**

##### **A5.2.1 Ermittlung**

Auftragende Arbeitsmittel wie z. B. Hubarbeitsbühnen sind im Arbeitsbetrieb nicht mehr standsicher, wenn bestimmte Windlasten überschritten werden.

##### **A5.2.2 Beurteilung**

Durch Kippen des Arbeitsmittels können Beschäftigte abstürzen oder getroffen werden.

##### **A5.2.3 Maßnahmen**

Grenzwerte beachten.

#### **A5.3 Mechanische Gefährdung durch Kippen eines Arbeitsmittels aufgrund nicht ausreichender Tragfähigkeit des Untergrunds**

##### **A5.3.1 Ermittlung**

Die Tragfähigkeit des Untergrunds nimmt ab, wenn z. B. gefrorener Untergrund auftaut oder das Arbeitsmittel, z. B. Gerüst oder Kran, zu nah an einer Grube steht. In der Folge kann das Arbeitsmittel umkippen.

##### **A5.3.2 Beurteilung**

Durch Kippen des Arbeitsmittels können Beschäftigte abstürzen oder getroffen werden.

### **A5.3.3 Maßnahmen**

Arbeitsmittel ordnungsgemäß aufstellen. Die vom Arbeitsmittel ausgehende Flächenpressung ist so zu verteilen, dass der Untergrund diese aufnehmen kann oder seine Tragfähigkeit wird verbessert (z. B. Verbau). Kontrolle der Tragfähigkeit des Untergrunds.

## **A5.4 Elektrische Gefährdung beim Berühren unter Spannung stehender Freileitungsseile durch sich bewegende Arbeitsmittel**

### **A5.4.1 Ermittlung**

Beim Verwenden von Arbeitsmitteln in der Nähe von Starkstromleitungen besteht die Gefahr, dass das Arbeitsmittel einer Freileitung so nah kommt, dass es zu einem Überschlag von den Freileitungsseilen zum Arbeitsmittel kommt oder die Isolierung eines Starkstromkabels beschädigt wird und dadurch Arbeitsmittel unter Spannung stehen.

### **A5.4.2 Beurteilung**

Beschäftigte können durch Körperdurchströmung gefährdet werden.

### **A5.4.3 Maßnahmen**

Erkundung der Arbeitsumgebung und Freileitung abschalten oder abschränken. Ein Arbeitsmittel verwenden, das der Freileitung nicht zu nah kommt bzw. die Isolierung des Stromkabels nicht beschädigt. Arbeitsmittel erden.

## **A5.5 Elektrische Gefährdung beim Verwenden elektrischer Arbeitsmittel in leitfähigen Bereichen mit begrenzter Bewegungsfreiheit**

### **A5.5.1 Ermittlung**

In einem engen Behälter mit leitender Oberfläche besteht eine erhöhte elektrische Gefährdung, weil die leitfähige Umgebung bei dieser Arbeit großflächig mit dem Körper berührt werden kann. Beim Auftreten eines Isolationsfehlers im Arbeitsmittel oder an der Leitung kann elektrischer Strom den menschlichen Körper durchströmen.

### **A5.5.2 Beurteilung**

Aufgrund des geringen Körperwiderstandes kann es zu einem so hohen Strom durch den menschlichen Körper kommen, dass auch trotz kurzer Einwirkungsdauer Lebensgefahr besteht.

### **A5.5.3 Maßnahmen**

Verwendung von elektrischen Arbeitsmitteln mit Schutzkleinspannung oder Schutztrennung.

## **A5.6 Brand- und Explosionsgefährdung bei Beschädigung von Rohrleitungen mit entzündbaren Gasen oder Flüssigkeiten**

### **A5.6.1 Ermittlung**

Eine Beschädigung von Rohrleitungen mit entzündbaren Gasen oder Flüssigkeiten kann zur Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre führen.

### **A5.6.2 Beurteilung**

Die explosionsfähige Atmosphäre kann entzündet werden z. B. durch nicht explosionsgeschützte Arbeitsmittel.

### **A5.6.3 Maßnahmen**

Maßnahmen nach TRBS 1112 Teil 1. Erkundung der Arbeitsumgebung und z. B. erforderlichenfalls Handschachtung.

## **A5.7 Thermische Gefährdung durch Erwärmen von Arbeitsmitteln durch die Arbeitsumgebung**

### **A5.7.1 Ermittlung**

Bei Arbeiten unter Hitzeeinwirkung in Kesseln oder Öfen können sich Arbeitsmitteloberflächen auf die Innentemperatur erhitzen.

### **A5.7.2 Beurteilung**

Bei Temperaturen über 60 °C kann sich eine Gefährdung durch Kontakt mit heißen Oberflächen am Arbeitsmittel ergeben.

### **A5.7.3 Maßnahmen**

Arbeitsmittel wärmeisolieren. Entfernen des Arbeitsmittels in Arbeitspausen aus dem Hitzearbeitsbereich. Verwendung persönlicher Schutzausrüstung.

## **A5.8 Gefährdung durch physikalische Einwirkung aufgrund der Auswirkung der Gestaltung und der Emissionen in der Arbeitsumgebung auf die Immissionen**

### **A5.8.1 Ermittlung**

Die Situation in einer Maschinenhalle ist durch hohe Lärmpegel gekennzeichnet, jedoch liegt an keinem der Arbeitsplätze ein gesundheitsgefährdender Lärmpegel vor. Eine neue Maschine, die zusätzlich in dieser Maschinenhalle errichtet wird, hat für sich alleine beurteilt ebenfalls unkritische Schallemissionswerte.

### **A5.8.2 Beurteilung**

Aufgrund des bereits vorhandenen hohen Lärmpegels in der Maschinenhalle erreicht die Schallimmission durch die zusätzlich aufgestellte Maschine an Arbeitsplätzen in der Halle ein gesundheitsgefährdendes Niveau.

### **A5.8.3 Maßnahmen**

Schallschutzkapselung einzelner Maschinen. Verbesserung der Raumakustik (z. B. Verbesserung der Schallabsorption von Decke und Wänden). Gegenseitige Verriegelung einzelner Maschinen, damit diese nicht gleichzeitig betrieben werden können.

## Anlage 6

### Gefährdung durch Manipulation von technischen Schutzeinrichtungen – Ermittlung der Manipulationsanreize

Manipulation von Schutzeinrichtungen ist nicht zulässig. Der Arbeitgeber trägt die Verantwortung für die Aufrechterhaltung aller entsprechend der Gefährdungsbeurteilung vorgesehenen Schutzmaßnahmen. Durch die Manipulation von Schutzeinrichtungen wird das Unfallrisiko bei Tätigkeiten mit dem betroffenen Arbeitsmittel wesentlich erhöht.

Anreize zur Manipulation von Schutzeinrichtungen werden vermieden, wenn z. B.

- Schutzeinrichtungen nicht störanfällig sind und den Arbeitsablauf subjektiv nicht behindern,
- Schutzeinrichtungen, die bestimmungsgemäß auslösen, andere Arbeitsplätze, die von dem betroffenen Arbeitsmittel unabhängig sind, nicht beeinträchtigen (sozialer Druck),
- Schutzeinrichtungen bei der vorgesehenen Tätigkeit mit einem Arbeitsmittel nicht mehr als unvermeidbar hinderlich sind (einfache Handhabung, ergonomische Gestaltung),
- alle Tätigkeiten (z. B. Einrichten, Einstellen, Einmessen, Beobachten, Beheben von Störungen) durch Schutzeinrichtungen nicht behindert werden und
- alle notwendigen Betriebsarten vorgesehen sind.

Bei der Auswahl von Schutzeinrichtungen und Arbeitsmitteln sowie bei der Festlegung von Arbeitsabläufen sind die oben genannten Maßnahmen zu berücksichtigen. Wenn im laufenden Betrieb die Manipulation von Schutzeinrichtungen festgestellt wird, ist das Arbeitsmittel außer Betrieb zu nehmen. Vor Wiederinbetriebnahme ist die Gefährdungsbeurteilung neu durchzuführen.

Bei Änderung der Betriebsweise oder Änderung am Arbeitsmittel ist eine Abstimmung mit dem Hersteller/Inverkehrbringer anzuraten. Es empfiehlt sich, die nachfolgende Tabelle gemeinsam mit dem Hersteller/Inverkehrbringer zu erörtern, um Lösungen herbeizuführen:

1. Sämtliche vorgesehenen Betriebsarten der Maschine sind zu identifizieren, z. B. Automatik, Einrichten, Manuell usw.
2. Alle einzelnen Tätigkeiten, die an der Maschine durchgeführt werden, sind in den Tabellenzeilen zu erfassen und in der Spalte der entsprechenden Betriebsart mit einem „x“ zu kennzeichnen.

Hinweis: Auch selten durchgeführte Tätigkeiten sind zu berücksichtigen, da die Manipulation von Schutzeinrichtungen häufig nicht wieder rückgängig gemacht wird.

3. In den folgenden beiden Spalten ist mittels „ja“ bzw. „nein“ zu beantworten, ob die Durchführung der beabsichtigten Aufgabe in dieser Betriebsart zulässig und auch möglich ist, ohne eine Schutzeinrichtung zu manipulieren. Ein „nein“ weist auf eine unsichere Maschine hin. Die Konstruktion der Maschine muss dann unbedingt verbessert werden.



Tab. A6.2 Manipulationsanreiz einer Schutzeinrichtung bestimmen – Beispiel

Tätigkeiten:		Tätigkeit ohne Manipulation durchführbar?										Maßnahme									
		Automatik	Einrichten	Manuell	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...						
Erstinbetriebnahme der Maschine			X			ja	ja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Programmtest/ Testlauf			X			ja	ja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Einrichten/Einstellen Umbauen/Rüsten/ Fertigung	X					nein	nein	++	0	0	0	++	++	0	0	0	0	0	0	0	Betriebsart vorsehen
Materialzufuhr/-abfuhr	X					ja	ja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Werkstückwechsel																					
Störungsbeseitigung Fertigung			X			ja	ja	++	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Verbesserung notwendig
Kontrollieren/Stichprobenentnahme																					
Nachregeln/Justieren																					
Werkzeugwechsel			X			ja	ja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Instandhaltung/ Wartung																					
Störungsbeseitigung Maschine																					
Reinigung, z. B. Späne entfernen																					
...																					
...																					

Anmerkung 1:

Zur Durchführung des Verfahrens ist unter der Internetadresse

[www.dguv.de/ifa/Praxishilfen/Bewertungsschema-für-Manipulationsanreize/index.jsp](http://www.dguv.de/ifa/Praxishilfen/Bewertungsschema-für-Manipulationsanreize/index.jsp)

eine ausführliche Erläuterung und eine EXCEL-Tabelle erhältlich.

Anmerkung 2:

Weitere Informationen zur Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen sind unter der Internetadresse

[www.stopp-manipulation.org](http://www.stopp-manipulation.org)

erhältlich.

## Anlage 7

### Literaturverzeichnis

- [1] DGUV Information 206-007: Gesund und fit im Kleinbetrieb. So geht's mit Ideen-Treffen. Tipps für Wirtschaft, Verwaltung und Dienstleistung.
- [2] Kleine Ergonomische Datensammlung, Hrsg. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin; W. Lange, A. Windel; TÜV Media (15. überarbeitete Auflage)
- [3] BGHM Fachinformation Nr. 0034 „Händigkeitsgerechtes Arbeiten. Hinweise in Regelwerken und arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse“, Hrsg. Berufsgenossenschaft Holz und Metall, 10/2013 ([www.bghm.de](http://www.bghm.de) > Webcode: 520)
- [4] Normen-Recherche Ergonomie (ErgoNoRA) ([www.nora.kan.de](http://www.nora.kan.de))
- [5] Leitmerkmalmethode Heben, Halten, Tragen:
- Steinberg, U.; Caffier, G.; Mohr, D.; Liebers, F.; Behrendt, S.: Modellhafte Erprobung des Leitfadens Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der manuellen Handhabung von Lasten. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW 1998. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschung, Fb 804)
  - Jürgens, W.W.; Mohr, D.; Pangert, R.; Pernack, E.; Schultz, K.; Steinberg, U.: Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Heben und Tragen von Lasten. LASI Veröffentlichung 9. Hrsg. Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik. 4. überarbeitete Auflage 2001
- [6] Leitmerkmalmethode Manuelle Arbeitsprozesse:
- Steinberg, U.; Behrendt, S.; Caffier, G.; Schultz, K.; Jakob, M.: Leitmerkmalmethode Manuelle Arbeitsprozesse. F 1994. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Dortmund/Berlin/Dresden 2007 (Forschung Projekt F1994)
  - Steinberg, U.; Liebers, F.; Klußmann, A.; Gebhardt, H.; Rieger, M.A.; Behrendt, S.; Latza, U.: Leitmerkmalmethode Manuelle Arbeitsprozesse 2011. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Dortmund/Berlin/Dresden 2012 (Forschung Projekt F2195)
  - Steinberg, U.; Liebers, F.; Klußmann, A.; Gebhardt, H.; Rieger, M.A.; Behrendt, S.; Latza, U.: Leitmerkmalmethode Manuelle Arbeitsprozesse 2011. Bericht über die Erprobung, Validierung und Revision. 1. Auflage. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2012
  - Käschel, I.; Kunze, J.; Liebers, F.; Schultz, K.; Steinberg, U.; Wendenburg, A.: Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen bei manuellen Arbeitsprozessen. LASI Veröffentlichung LV57. Hrsg. Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik. 2013



## [7] Leitmerkmalmethode Ziehen, Schieben:

- Jürgens, W.W.; Mohr, D.; Pangert, R.; Pernack, E.; Schultz, K.; Steinberg, U.: Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Ziehen und Schieben von Lasten. LASI Veröffentlichung LV29. Hrsg. Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik. 2002
- Psychologische Arbeitsbewertung: Pohlandt, A.; Jordan, P.; Rehnisch, G. und Richter, P. 1996, REBA – Ein rechnergestütztes Verfahren für die psychologische Arbeitsbewertung und -gestaltung, Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, 40, 63-74

## [8] Themenbezogene Normen:

- DIN EN 894-1 Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen (Ausgabe 2009-01)
- DIN EN 894-4 Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 4: Lage und Anordnung von Anzeigen und Stellteilen (Ausgabedatum: 2010-11)
- DIN EN 61310-1 Sicherheit von Maschinen – Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen – Teil 1: Anforderungen an sichtbare, hörbare und tastbare Signale (Ausgabedatum: 2008-09)
- DIN EN 61310-2 Sicherheit von Maschinen – Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen – Teil 2: Anforderungen an die Kennzeichnung (Ausgabedatum: 2008-09)
- DIN EN 61310-3 Sicherheit von Maschinen – Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen – Teil 3: Anforderungen an die Anordnung und den Betrieb von Bedienteilen (Stellteilen) (Ausgabedatum: 2008-09)
- DIN EN ISO 6385 Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen (Ausgabedatum: 2004-05)
- DIN EN ISO 10075-2 Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 2: Gestaltungsgrundsätze (Ausgabedatum: 2000-06)
- DIN EN ISO 26800 Ergonomie – Genereller Ansatz, Prinzipien und Konzepte (Ausgabedatum: 2011-11)
- DIN 33402-2 Ergonomie – Körpermaße des Menschen – Teil 2: Werte (Ausgabedatum: 2005-12)
- DIN 33408-1 Körperumrisschablonen – Teil 1: Für Sitzplätze (Ausgabedatum: 2008-03)