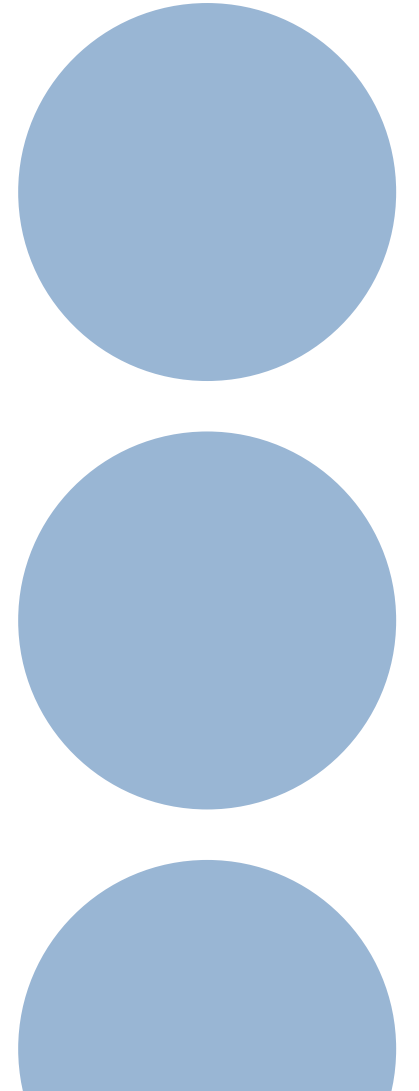


Schutzkonzepte für Robotersysteme



Not-Halt und Sicherheitshalt (EN ISO 10218-1)

Parameter	Not-Halt	Sicherheitshalt
Position der Auslösevorrichtung	der Bediener hat schnellen, ungehinderten Zugang/Zugriff	Für nicht trennende Schutzeinrichtungen, wird die Position anhand der Formeln für den (sicheren) Mindestabstand, wie in ISO 13855 beschrieben, bestimmt.
Auslösung	manuell	manuell, automatisch oder kann automatisch durch sicherheitsbezogene Funktion ausgelöst werden
Sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit des Steuerungssystems	muss Leistungsanforderung nach 5.4 erfüllen	muss Leistungsanforderung nach 5.4 erfüllen
Rückstellung	nur manuell	manuell oder automatisch
Häufigkeit der Nutzung	selten	veränderlich; von zyklisch bis selten
Zweck	Notfall	technische Schutzmaßnahmen oder andere Risikominderung
Wirkung	Wegnahme der gefahrbringenden Energie	gesteuerte Beseitigung des gefahrbringenden Zustands)

Entspricht im Wesentlichen PL d Kategorie 3 nach EN ISO 13849-1

Quelle: DIN EN ISO 10218-1, Industrieroboter – Sicherheitsanforderungen – Teil 1: Roboter (ISO 10218-1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 10218-1:2011, Tabelle 1, Seite 15, wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN, Deutsches Institut für Normung e.V.

Sicherheitshalt: Bahntreue Unterbrechung der Roboterbewegung zu sicherheitstechnischen Zwecken, bei der die Programmdateien erhalten bleiben und die Fortsetzung des Programms an der unterbrochenen Stelle möglich ist.

Betriebsart: Automatik (EN ISO 10218-1)

Einsatz: Ausführen des Anwendungsprogramms in Arbeitsgeschwindigkeit

- Gesonderte Stellung des Betriebsartenwahlschalters
- Alle zutrittssichernden Schutzeinrichtungen sind geschlossen bzw. wirksam



Betriebsart: manuell mit reduzierter Geschwindigkeit (EN ISO 10218-1)

Einsatz: Teachen, Programmieren, Programmverifikatoren, Wartung

- Gesonderte Stellung des Betriebsartenwahlschalters, Automatikbetrieb verhindert
- Zutrittssichernde Schutzeinrichtungen dürfen geöffnet bzw. unwirksam sein
- Roboter kann nur mittels Programmierhandgerät (PHG) gesteuert werden
- Reduzierte Geschwindigkeit (max. 250 mm/s) im Tippbetrieb in Verbindung mit 3-stufiger Zustimmungseinrichtung (Ortsbindung beider Hände, Zustimmungsfunktion entspr. PL d Kategorie 3 nach EN ISO 13849-1)

Tippschalter

Zustimmschalter

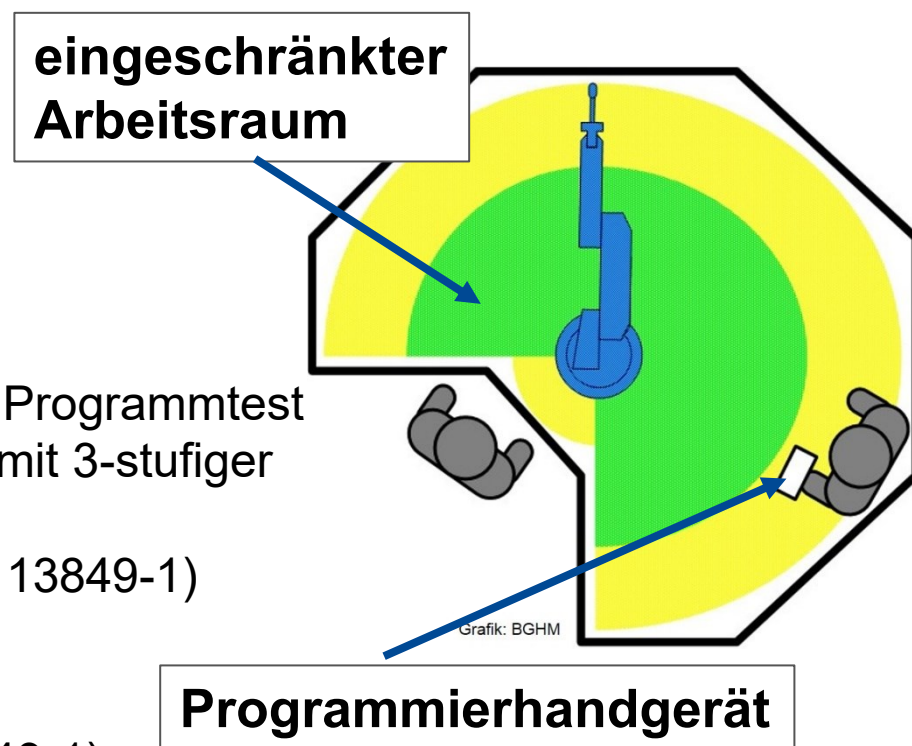


Foto: BGHM

Betriebsart: manuell mit hoher Geschwindigkeit (EN ISO 10218-1)

Einsatz: Programmverifizierung, Testen mit Arbeitsgeschwindigkeit

- Gesonderte Stellung des Betriebsartenwahlschalters, Automatikbetrieb verhindert
- Zutrittssichernde Schutzeinrichtungen dürfen geöffnet bzw. unwirksam sein
- Roboter kann nur mittels Programmierhandgerät (PHG) gesteuert werden
- Reduzierte Geschwindigkeit (max. 250 mm/s) voreingestellt, Programmtest im Tippbetrieb bis zur Arbeitsgeschwindigkeit in Verbindung mit 3-stufiger Zustimmungseinrichtung (Ortsbindung beider Hände, Zustimmungsfunktion entspr. PL d Kategorie 3 nach EN ISO 13849-1)
- Festlegen eines sicheren Arbeitsverfahrens (einstellbare mechanisch oder elektromechanische / programmierbare Achsbegrenzung entspr. PL d Kategorie 3 nach EN ISO 13849-1)



Kollaborierender Betrieb (1) (EN ISO 10218-1 und -2)

Einsatz: Roboter und Mensch arbeiten zusammen in einem gemeinsamen Arbeitsraum

- Visuelle Anzeige zum Anzeigen des kollaborierenden Betriebs
- Reduzierte Geschwindigkeit gemäß Risikobeurteilung
- Einhaltung biomechanischer Grenzwerte nach ISO TS 15066
- Überwachung von Geschwindigkeit und Abstand zur Bedienperson (entspr. PL d Kategorie 3 nach EN ISO 13849-)
- Überwachung von Leistung oder Kraft (entspr. PL d Kategorie 3 nach EN ISO 13849-1)

Kollaborierender Betrieb (2) (EN ISO 10218-1 und -2)

Einsatz: Roboter und Mensch arbeiten zusammen in einem gemeinsamen Arbeitsraum

Kollaborationsraum:

Aufgrund fehlenden räumlichen Trennungen von Mensch und Roboter, kann ein physischer Kontakt zwischen Menschen und Roboter auftreten. Verschiedene miteinander kombinierte Schutzmaßnahmen müssen sicherstellen, dass die Bedienperson jederzeit geschützt ist und es zu keinen Verletzungen kommt.



Foto: BGHM

Biomechanische Grenzwerte für Kraft und Druck (1)

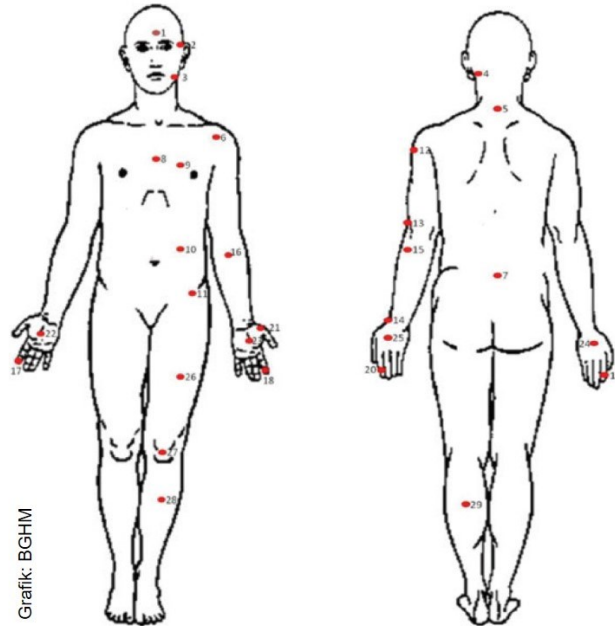
(ISO TS 15066)

Voraussetzungen:

- Am Roboter und den beteiligten Werkzeugen, Werkstücken und Vorrichtungen sind Spitzen, scharfe Kanten und Scherkanten zu vermeiden.
- Die Roboterbewegungen und -bahnen sind „defensiv“ zu programmieren.
- Der Bewegungsbereich des Roboters ist sicher zu begrenzen, damit z. B. sensible Körperteile wie Kopf und Hals im Rahmen der bestimmungsgemäßen Verwendung vom Arbeitsbereich ausgeschlossen sind.

Biomechanische Grenzwerte für Kraft und Druck (2)

(ISO TS 15066)

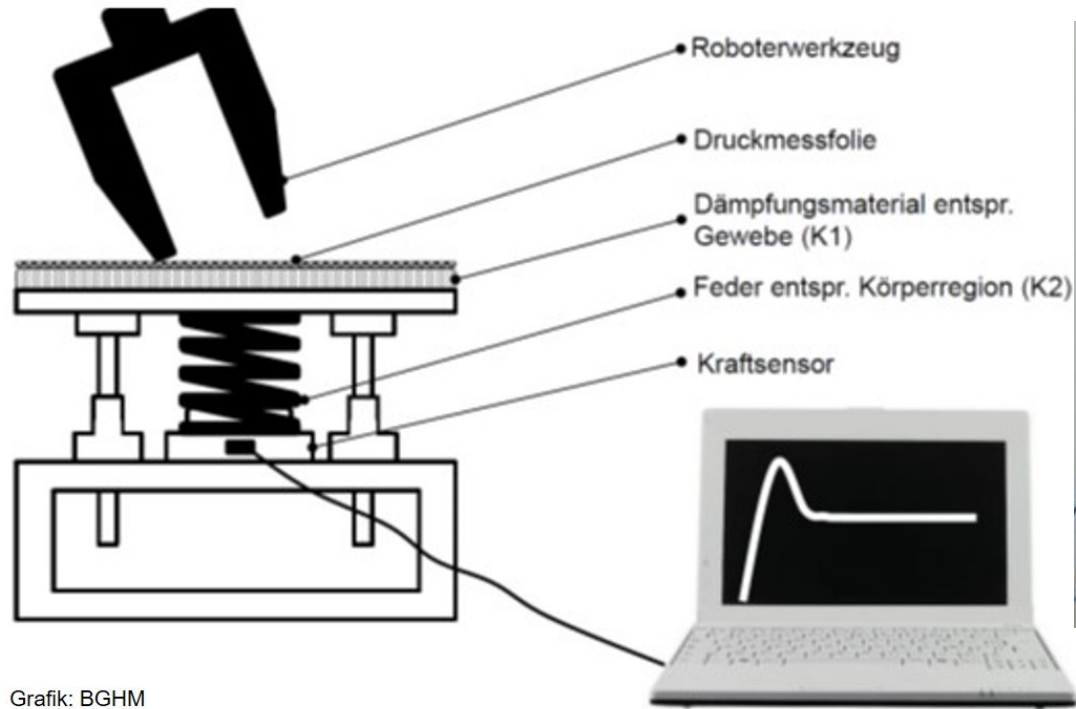


Für ausgewählte Kontaktszenarien sind Kräfte und Drücke nach nebenstehender Tabelle aus ISO TS 15066 zu messen.

Körperlokalisierung		Quasi statischer Kontakt		Transienter Kontakt		
Spezifische Lokalisation		Körperregion	Spitzendruck p_s [N/cm ²] (Anmerkung 1)	Kraft F_s [N] (Anmerkung 2)	Spitzendruck p_s Faktor (Anmerkung 3)	Kraft F_s Faktor (Anmerkung 3)
1	Stimmritze	Schädel und Stirn	130	130	Kein	Kein
2	Schläfe		110			
3	Kaumuskel	Gesicht	110	65	2	2
4	Halsmuskel	Nacken	140	150		
5	Dornfortsatz 7. Halswirbel		210			
6	Schultergelenk	Rücken und Schultern	160	210		
7	Dornfortsatz 5. Lendenwirbel		210			
8	Brustbein	Brust	120	140		
9	Brustmuskel		170			
10	Bauchmuskel	Bauch	140	110		
11	Beckenknochen	Becken	210	180		
12	Deltamuskel	Oberarm und Ellenbogen	190	150		
13	Oberarmknochen		220			
14	Speichenknochen	Unterarm und Handgelenk	190	160		
15	Unterarmmuskel		180			
16	Armerv		180			
17	Zeigefingerbeere d		300			
18	Zeigefingerbeere nd	Hand und Finger	270	140		
19	Zeigefingerendgelenk d		280			
20	Zeigefingerendgelenk nd		220			
21	Daumenballen		200			
22	Handinnenfläche d		260			
23	Handinnenfläche nd		260			
24	Handrücken d		200			
25	Handrücken nd		190			
26	Oberschenkelmuskel	Oberschenkel und Knie	250	220		
27	Kniescheibe		220			
28	Schienbein	Unterschenkel	220	120		
29	Wadenmuskel		210			

Quelle: BGHM

Messen der biomechanischen Grenzwerte (ISO TS 15066)



Beispiel eines Messsystems
für Kraft und Druck



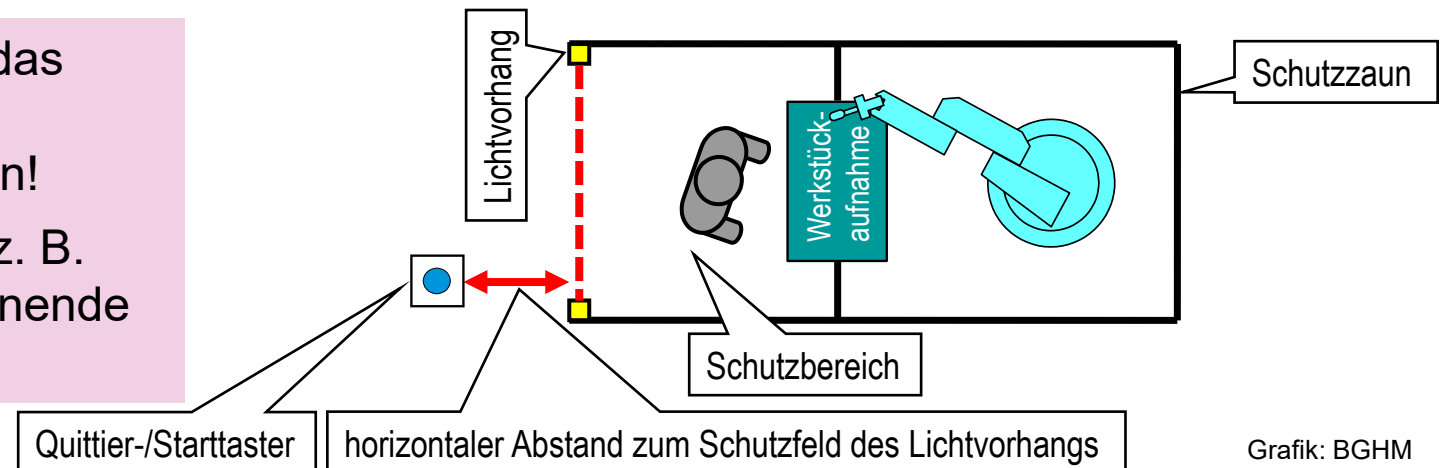
Vorbereitung einer Messung für ein
ausgewähltes Szenario

Ingangsetzen

1.2.3 Anhang I MRL 2006/42/EG (Auszug)

Das Ingangsetzen einer Maschine darf nur durch absichtliches Betätigen einer hierfür vorgesehenen Befehlseinrichtung möglich sein. Bei Maschinen, die im Automatikbetrieb arbeiten, darf das Ingangsetzen oder Wiederingangsetzen nach einer Abschaltung und die Änderung ihres Betriebszustands ohne Bedienereingriff möglich sein, sofern dies nicht zu einer Gefährdungssituation führt.

Bei begehbaren Schutzbereichen darf das Quittieren bzw. Starten aus dem Schutzbereich heraus nicht möglich sein! Dies gilt sowohl für optoelektronische (z. B. Lichtvorhang), als auch verriegelte trennende Schutzeinrichtungen (Schutztüre).



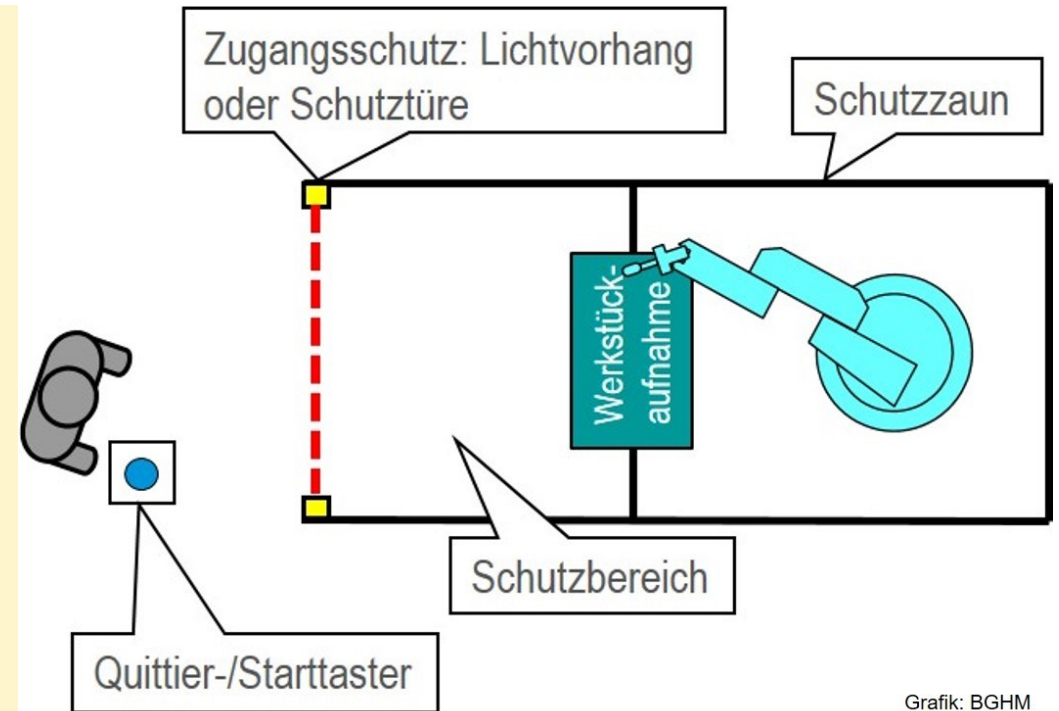
Grafik: BGHM

Ingangsetzen durch Quittier- / Starttaster (1)

Annahme: Schutzbereich begehbar, Schutzeinrichtung hintertretbar

Voraussetzungen:

- Am Ort des Quittier-/Starttasters muss ein freier, überschaubarer Blick auf den Schutzbereich gegeben sein.
- In der Betriebsanleitung muss beschrieben sein, dass sich die Bedienperson vor dem Quittieren bzw. Starten davon zu überzeugen hat, dass sich niemand im Schutzbereich aufhält.
- Ein missbräuchliches Betätigen des Quittier-/Starttasters ist nicht zu erwarten.
- Bestimmungsgemäß sollte möglichst nur eine Bedienperson vorgesehen sein.



Grafik: BGHM

Ingangsetzen durch Quittier- / Starttaster (2)

Annahme: Schutzbereich begehbar, Schutzeinrichtung hintertretbar

Weitere Schutzmaßnahmen notwendig, falls ein oder mehrere der folgenden Punkte zutreffen:

- Am Ort des Quittier- oder Starttasters ist ein freier, überschaubarer Blick auf den Schutzbereich nicht gegeben.
- Das Einsehen des Schutzbereiches ist ergonomisch nicht zumutbar.
- Das Einsehen des Schutzbereiches ist auf Grund der Größe des Zugangsbereiches nicht zu verantworten.
- Ein missbräuchliches Betätigen des Quittier-/Starttasters ist nicht auszuschließen (z.B. Besuchergruppen).
- Bestimmungsgemäß ist mehr als eine Bedienperson vorgesehen.
- Der Schutzbereich ist über mehr als einen Zugang erreichbar.

Ingangsetzen durch Quittier- / Starttaster (3)

Beispiele für weitere Schutzmaßnahmen:

- Schräg gestellte Bleche (Stehverhinderer)
- Spiegel zur Verbesserung der Einsehbarkeit
- Hintertretschutz durch Schutzeinrichtungen zur Personendetektion (z.B. Schalmatten, Laserscanner horizontal angeordnete Lichtgitter)
- Maßnahme innerhalb des Schutzbereiches zur Verhinderung des Quittierens bzw. Startens (z. B. zweiter Quittiertaster).
- Akustische und optische Anlaufwarnungen
- Lock-Out-Systeme
- Schlüsseltransfersysteme
- In der Nähe jeder Zugangsschutzmaßnahme jeweils ein Quittiertaster
- Nur ein Starttaster am Hauptbedienstand
- Not-Halt-Geräte innerhalb des Schutzbereiches verteilt

Integrierte Fertigungssysteme (IMS) (EN ISO 11161)

Definition: Gruppe von Maschinen, die in koordinierter Weise zusammenwirken, durch ein Materialfördersystem miteinander verbunden und durch Steuerungen zum Zwecke der Fertigung, der Be- und Verarbeitung, der Bewegung oder des Verpackens von Einzelteilen oder Baugruppen miteinander verbunden sind.

Bestimmung von Arbeitsbereichen:

Damit nicht das gesamte IMS angehalten werden muss, sind unter Berücksichtigung notwendiger Eingriffe (z.B. Bedienen, Einrichten, Störungsbeseitigung, Warten, Instandhalten) geeignete Arbeitsbereiche festzulegen, in denen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ihre Arbeitsaufgaben sicher durchführen können.

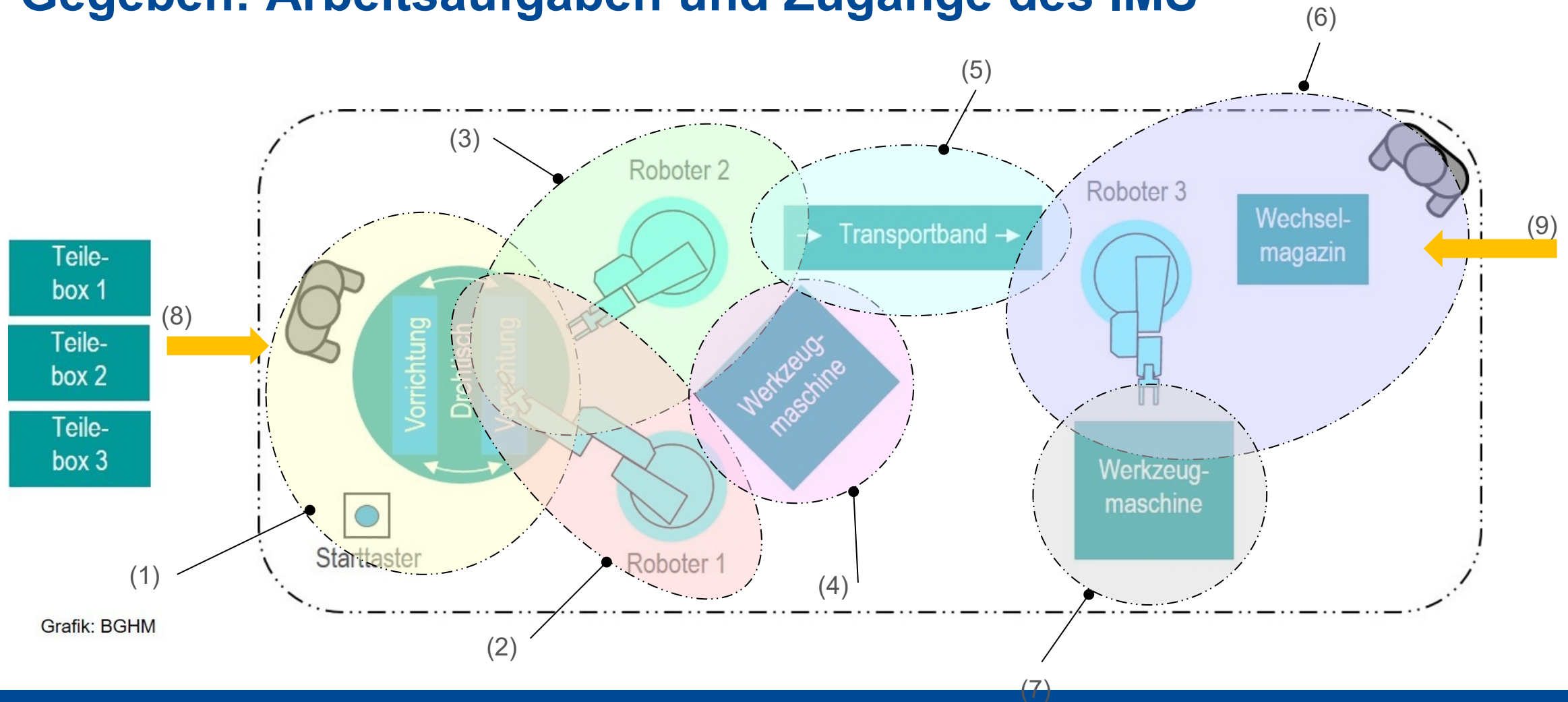
Fortsetzung: Integrierte Fertigungssysteme

Für die Bestimmung der Arbeitsbereiche sollte berücksichtigt werden:

1. der/die Ort(e) für die Durchführung der Arbeitsaufgabe(n)
2. Bewegungsräume der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die das Ausführen von vorgesehenen Einstellungs-, Instandhaltungs-, Reparatur-, Reinigungs- und Wartungsarbeiten sowie anderer Arbeiten unter sicheren Bedingungen ermöglichen
3. Zugangswege im IMS, um zu Wartungs- oder Bedienstellen zu gelangen
4. werden Teile des IMS für einen sicheren Eingriff angehalten, soll das übrige IMS möglichst seine Funktion weiterhin ausführen können
5. werden Teile des IMS lange Zeit angehalten, können diese das übrige IMS möglicherweise daran hindern, seine Funktion auszuführen
6. Möglichkeiten die es dem Gesamt-IMS ermöglichen, seine Funktion durchzuführen, während Arbeitsgänge unter den von der Konstruktion vorgesehenen Bedingungen durchgeführt werden

Fortsetzung der Gruppenarbeit Integriertes Fertigungssystem (IMS)

Gegeben: Arbeitsaufgaben und Zugänge des IMS




Grafik: BGHM

Gegeben: Arbeitsaufgaben und Zugänge des IMS

- (1) Bedienperson legt Teile in der ihr zugewandten Vorrichtung ein, gibt den Drehtisch durch Betätigen der Starttaste frei, damit dieser bei nächster Gelegenheit die Vorrichtungen weiter dreht.
- (2) Während die Bedienperson Teile einlegt, verschweißt Roboter 1 die Teile in der ihm zugewandten Vorrichtung miteinander.
- (3) Roboter 2 entnimmt Werkstück vom Drehtisch, führt es Werkzeugmaschine 1 zu bzw. entnimmt es ihr und legt es auf dem Transportband ab.
- (4) Werkzeugmaschine 1 bearbeitet das Werkstück im geschlossenen Arbeitsraum.
- (5) Transportband transportiert und puffert Werkstücke.
- (6) Roboter 3 entnimmt Werkstück vom Transportband, führt es Werkzeugmaschine 2 zu bzw. entnimmt es ihr und legt es ins Wechselmagazin ab. Ist das Wechselmagazin voll, tauscht eine Bedienperson dieses gegen ein leeres aus.
- (7) Werkzeugmaschine 2 bearbeitet das Werkstück im geschlossenen Arbeitsraum.
- (8) Zugang zu Arbeitsaufgabe (1)
- (9) Zugang zu Arbeitsaufgabe (6)

Schritt 3: Verfeinerung des Schutzkonzeptes

- f) Neben den Zugängen 8 und 9 müssen, für eine einfache Störungsbeseitigung (z. B. Roboter hat ein Teil in eine Werkzeugmaschine nicht richtig eingelegt) durch ein oder mehrere Bedienpersonen, weitere Zugänge vorgesehen werden. Skizzieren Sie im Layout mit welchen Maßnahmen das IMF in sinnvolle Arbeitsbereiche unterteilt werden kann und mit welchen Maßnahmen die weiteren Zugänge gesichert werden.
- g) Um bedarfsmäßig schnellere Taktzeiten fahren zu können, sollen zum Einlegen der Teile (Arbeitsaufgabe 1 bzw. Zugang 8) mehr als ein Bediener eingesetzt werden können. 
Daraus resultierend sind weitere Schutzmaßnahmen nötig. Beschreiben Sie diese und skizzieren Sie diese im Layout.

Gruppenarbeit Integriertes Fertigungssystem (IMS)

Für Schritt 3 der Gruppenarbeit stehen Ihnen ca. 60 Minuten zur Verfügung.

Viel Erfolg!