

Industrieroboter – Grundlagen für sicheres Arbeiten

Dr. Matthias Umbreit (BGHM)

Industrieroboter übernehmen in vielen Betrieben Aufgaben, die Beschäftigte bei monotonen oder gesundheitsgefährdenden Tätigkeiten entlasten. Trotz des Nutzens für die Prävention von Arbeitsunfällen und Gesundheitsgefahren stellt sich die Frage: Wie sicher sind denn eigentlich Industrieroboter und wie kann das aktuelle Sicherheitsniveau gehalten oder sogar erhöht werden? Dieser Beitrag bietet eine Übersicht über Unfallgefahren und Schutzmaßnahmen, gesetzliche Vorgaben sowie technische Sicherheitsanforderungen. Zudem beleuchtet er kollaborierende Roboter im Speziellen.

Der Bestand an Industrierobotern in Betrieben in Deutschland nimmt ständig zu. Zwar wird der Einsatz von Robotern wegen der damit einhergehenden Rationalisierung in der Öffentlichkeit mitunter auch kritisch gesehen. Jedoch übernehmen Roboter vielerorts Aufgaben, welche die Beschäftigten bei monotonen oder gesundheitsgefährdenden Tätigkeiten entlasten. Dies ist ein Aspekt, der Industrieroboter aus dem Blickwinkel der Prävention von Arbeitsunfällen und Gesundheitsgefahren interessant macht. Es muss aber auch die Frage gestellt werden: Wie sicher sind denn eigentlich Industrieroboter und was kann getan werden, um das Sicherheitsniveau zu halten oder sogar zu erhöhen?

Unfallgeschehen

Zunächst ist die Situation erfreulicherweise so einzuschätzen, dass Industrieroboteranlagen verglichen mit anderen Maschinen sehr sichere Maschinen sind. Denn trotz der zunehmenden Anzahl von Industrierobotern in Betrieben in Deutschland bleiben die Zahlen der jährlichen Arbeitsunfälle an Industrierobotern, die von der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) veröffentlicht werden, auf niedrigem Niveau (Bild 2). So ereigneten sich im Jahr 2020 bundesweit 100 meldepflichtige Arbeitsunfälle an Industrierobotern im Vergleich zu beispielsweise 32585 Arbeitsunfällen an stationären Maschinen. Diese Situation ist nicht zuletzt auch das Ergebnis jahrelanger Normungsarbeit und eines damit verbundenen hohen Sicherheitsniveaus von Industrieroboteranlagen. Es gilt, dies zu halten und weiter auszubauen.

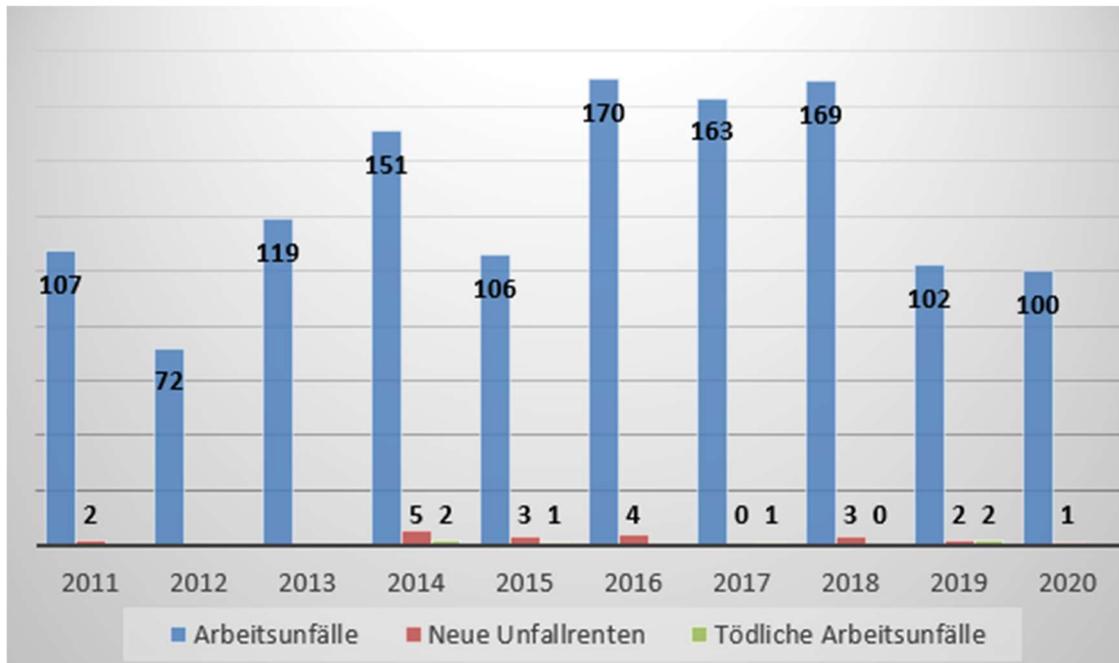


Bild 2: Meldepflichtige Arbeitsunfälle an und mit Industrierobotern (DGUV/BGHM)

Unfallgefahren im Betrieb

Verglichen mit anderen Maschinen muss bei Industrierobotern neben bekannten Gefahren – zum Beispiel Einguetschen zwischen festen und beweglichen Teilen, Herausschleudern von Teilen – auch mit Gefahren gerechnet werden, die für andere Maschinen untypisch sind. Dazu zählt vor allem die Komplexität des Fertigungsablaufs, denn die dreidimensionale Arbeitsweise des Roboters ist für Beschäftigte nicht vorherzusehen und nicht durch Beobachtung einzuschätzen.

Aufgrund der Auswertung von Unfallberichten der BGHM kann festgestellt werden: Die größte Unfallgefahr bei Industrieroboteranlagen geht von Produktionsstörungen aus. Mehr als drei Viertel aller schweren Arbeitsunfälle an Industrieroboteranlagen ereignen sich während einer Störungsbeseitigung. Störungen können beispielsweise durch verklemmte Teile, verschmutzte Sensoren oder ähnliches auftreten. Unzureichend ausgeführte Schutzeinrichtungen erleichtern dabei den Beschäftigten einen gefährlichen, regelwidrigen Zugang zum Arbeitsraum. Zum Teil kommt es auch zum Außerkraftsetzen von Schutzeinrichtungen (Manipulation).

Die hohe Reichweite und Geschwindigkeit von plötzlich einsetzenden Roboterbewegungen werden dabei oft unterschätzt – mit teils schwerwiegenden Unfallfolgen. Damit die

Beschäftigten sicher an ihren Roboterarbeitsplätzen arbeiten können, muss in den Unterweisungen auf diese besondere Gefährdung durch Industrieroboteranlagen hingewiesen werden. Nur wenn die Beschäftigten verstehen, dass ein Roboterhalt keineswegs ein sicherer Zustand ist, können sie die Gefahren richtig einschätzen. Für die Störungsbeseitigung müssen von vornherein sichere Arbeitsschritte festgelegt sein, die dann im entscheidenden Moment auch von den Beschäftigten angewendet werden. Auch Sonderbetriebsarten können eine Lösung sein, um zum Beispiel bestimmte Prozessschritte beobachten zu können.

Zudem sind Unzulänglichkeiten beim Bedien- und Anlagenkonzept oft die Ursache dafür, dass Schutzeinrichtungen manipuliert werden. Dies gilt es im Betrieb offen anzusprechen und zu beseitigen. Die Fachleute des Fachbereichs Holz und Metall der DGUV und der Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM) können dabei unterstützen.

EU-Richtlinien und Risikobeurteilung

Wie auch andere Maschinen fallen Industrieroboteranlagen in den Geltungsbereich der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG. Das heißt, dass diese Anlagen den Anforderungen der Maschinenrichtlinie entsprechen müssen und nur mit folgenden Unterlagen in Verkehr gebracht werden dürfen:

- EG-Konformitätserklärung mit CE-Zeichen auf der Maschine
- Betriebsanleitung
- Risikobeurteilung (Auslieferung nach Vereinbarung)
- Technische Dokumentation (Auslieferung nach Vereinbarung)

Der Roboter selbst stellt dabei eine Besonderheit dar. Er gilt als sogenannte unvollständige Maschine. Wenn ein Betrieb also nur einen Industrieroboter bestellt, kann er in den Begleitunterlagen keine EG-Konformitätserklärung nach Maschinenrichtlinie erwarten, denn unvollständige Maschinen müssen nur mit einer sogenannten Einbauerklärung versehen sein. Erst der Zusammenbau des Roboters mit Roboterwerkzeug und Vorrichtungen macht den Roboter zur Maschine.

Bestandteil der von der EU geforderten technischen Dokumentation für Roboteranlagen ist neben technischen Zeichnungen auch eine Risikobeurteilung. Die technische Dokumentation einschließlich der Risikobeurteilung darf beim Anlagenhersteller (Integrator) verbleiben. Sie muss nicht mit der Anlage ausgeliefert werden. Nur auf Verlangen von Behörden ist der

Hersteller zur Herausgabe der Risikobeurteilung verpflichtet. Kunden, welche von ihrem Lieferanten dennoch die Lieferung der Risikobeurteilung wünschen, sind also gut beraten, dies vertraglich zu vereinbaren, beispielsweise im Lastenheft. Ist die Maschine einmal aufgestellt und in Betrieb genommen, kann sich eine spätere Nachlieferung der Risikobeurteilung schwierig gestalten. Dies gilt auch für sonstige Teile der technischen Dokumentation, zum Beispiel Stromlaufpläne, Hydraulikpläne oder SPS-Programme.

Die Risikobeurteilung des Herstellers liefert in der Regel gute Anhaltspunkte für die spätere Ausstellung der Gefährdungsbeurteilung nach Betriebssicherheitsverordnung durch den Anlagebetreiber. Daher ist es ratsam, wenn möglich, die Lieferung einer Risikobeurteilung anzustreben.

Technische Schutzmaßnahmen

Die wichtigsten für Industrieroboter geltenden Normen sind EN ISO 10218-1 für den „nackten“ Industrieroboter – also den Roboter, der noch nicht in die Anlage integriert ist – und EN ISO 10218-2 für die sogenannte Roboterintegration, das heißt die Roboteranlage. Hierbei sei daran erinnert, dass diese Normen nicht nur für den bekanntesten Vertreter, den sogenannten 6-Achs-Knickarmroboter, gelten. Die Normanforderungen gelten für fast alle Arten von Industrierobotern, so zum Beispiel auch Portalroboter, Scararoboter oder Deltaroboter.

Die oben genannten Normen sind im Amtsblatt der EU unter der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG gelistet und erfüllen damit die sogenannte Vermutungswirkung. Das bedeutet, dass davon auszugehen ist, dass nach diesen Normen gebaute Maschinen und Anlagen auch die EG-Richtlinien erfüllen.

Mit Ausnahme von kollaborierenden Robotersystemen müssen Industrieroboteranlagen mit äußeren Schutzeinrichtungen gesichert sein. Klassische Beispiele dafür sind:

- Trennende Schutzeinrichtungen, zum Beispiel Schutzzäune, Umhausungen
- Beweglich trennende Schutzeinrichtungen, zum Beispiel Schutztüren, Rolltore
- Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen (BWS), zum Beispiel Lichtvorhänge, Laserscanner

Die Normen EN ISO 10218-1 und EN ISO 10218-2 sehen darüber hinaus zahlreiche weitere Schutzmaßnahmen vor, wie etwa die Begrenzung von Achsen und Arbeitsräumen, den

Reset, die funktionale Sicherheit von Steuerungen, den Not-Halt oder verschiedene Betriebsarten (siehe 1 / vereinfacht). Ende 2022 beziehungsweise Anfang 2023 ist mit der Veröffentlichung der überarbeiteten Normen EN ISO 10218-1 und EN ISO 10218-2 zu rechnen. Erste Anhaltspunkte für mögliche Änderungen siehe ebenfalls Tabelle 1.

Betriebsart	Anforderungen	Mögliche Änderungen 2022/2023
Automatik	<ul style="list-style-type: none"> • Schutztüren müssen geschlossen sein • Kein Zutritt zum Arbeitsraum. • Beim Öffnen der Schutztüren sofortiges Stillsetzen des Prozesses 	
T1 (Manuell reduzierte Geschwindigkeit)	<ul style="list-style-type: none"> • Schutztüren dürfen geöffnet sein • Zutritt zum Arbeitsraum möglich • Gesonderte Stellung des Betriebsartenwahlschalters • Reduzierte Geschwindigkeit ≤ 250 mm/s; i.V. m. Zustimmschalter und Tippschalter 	Überwachung der gewählten Geschwindigkeit als Sicherheitsfunktion
T2 (Manuell hohe Geschwindigkeit)	<ul style="list-style-type: none"> • Schutztüren dürfen geöffnet sein • Zutritt zum Arbeitsraum möglich • Gesonderte Stellung des Betriebsartenwahlschalters • Geschwindigkeit bis zur maximalen Arbeitsgeschwindigkeit möglich i.V. m. Zustimmschalter und Tippschalter • Besonderer Standort für den Einrichter, das heißt mindestens 0,5 Meter 	T2-Betrieb nur noch von außerhalb der Schutzeinrichtungen (kein Zutritt zum Arbeitsraum)

	Anstand zwischen Umzäunung und Roboter, zum Beispiel durch eingeschränkten Raum	
--	--	--

Tabelle 1

Für einen ersten Überblick über die derzeit gültigen Sicherheitsanforderungen an Industrieroboter und Industrieroboteranlagen steht die DGUV Information 209-074 „Industrieroboter“ bei der BGHM oder der DGUV zur Verfügung (www.bghm.de, Webcode 239). derzeit bekannten vier Kollaborationsarten bietet die Leistungs- und Kraftbegrenzung bei Cobots besonderes Potenzial für den Einsatz in Betrieben. Hierbei müssen Kräfte und Drücke des Roboters einschließlich Werkzeug bei Kontakt mit Personen so begrenzt werden, dass es nicht zu Verletzungen kommt.

Die für diese Bewertung erforderlichen biomechanischen Grenzwerte wurden in Forschungsprojekten der BGHM und der DGUV mit Unterstützung von Forschungsinstituten in umfangreichen Untersuchungen ermittelt. Wesentliche Ergebnisse davon wurden in die Schriften der DGUV und der BGHM sowie in die internationale Normung übernommen. Die DGUV Information FB HM 080 „Kollaborierende Robotersysteme – Planung von Anlagen mit der Funktion ‚Leistungs- und Kraftbegrenzung‘“ (www.bghm.de; Webcode 626) fasst die wichtigsten Anforderungen für kollaborierende Robotersysteme zusammen.

Zudem unterstützt eine im Auftrag der BGHM entwickelte webbasierte Planungshilfe des Fraunhofer Instituts für Fabrikbetriebe und -automatisierung (Fraunhofer IFF) die Planer und Planerinnen auf dem Weg zum sicheren kollaborierenden Robotersystem (www.cobotplaner.de).

Veröffentlichung

Erschienen im Mai 2022 in der Zeitschrift „Factory Innovation“.

Kontakt

Sollten Sie als Medienvertreterin oder -vertreter auf Autorensuche für Fachartikel oder Themen sein, kontaktieren Sie uns gerne per E-Mail an presse@bghm.de