

Quelle: <https://www.arbeitssicherheit.de//document/f01b0ff5-d30b-4a7c-9236-642c355b2ddb>

Bibliografie

Zeitschrift	arbeitssicherheits.journal
Autor	Guido Matthes
Rubrik	arbeitssicherheit.titelthema
Referenz	Arbeitssicherheitsjournal 2010, 6 - 8 (Heft 3)
Verlag	Carl Heymanns Verlag

Matthes, Arbeitssicherheitsjournal 2010, 6 Anlagen- und Maschinensicherheit

Guido Matthes

Matthes: Anlagen- und Maschinensicherheit - Arbeitssicherheitsjournal 2010 Heft 3 - 6 >>

Mit voller Absicht werden Schutzeinrichtungen an Maschinen manipuliert, und oft stimmt der Vorgesetzte sogar zu! Trotz schwerer Unfälle ist diese Dummheit nicht aus den Köpfen zu verbannen. Die sicherste Lösung könnte aus der Robotertechnik kommen.



Zack, da war es passiert! Ursache des Unfalles war ein manipulierter Positionsschalter an der Schiebetür. Diesen hat der Maschinenbediener an „seiner“ Bearbeitungsmaschine umgangen, und so konnte er bei geöffneter Tür (verbotenerweise) arbeiten. Dabei wurde er an der Kleidung erfasst und in die Maschine gerissen. Der Rest ist Schweigen.

Oft wird vorschnell demjenigen die Schuld an einem Unfall gegeben, der manipuliert hat. Das ist fast immer der (tödlich) Verunglückte selbst. Ohne Zweifel hat er eine Mitschuld. Bei näherer Betrachtung aller Umstände kann sich aber herausstellen, dass Versäumnisse und Fehler des Maschinen- oder Anlagenherstellers die Manipulation herbeigeführt und ermöglicht haben. Hätte z.B. der Hersteller eine sichere, bedienerfreundliche Maschine oder Anlage geliefert, wäre eine Manipulation weder nötig noch möglich gewesen.

Die Anforderungen an Anlagen und Maschinen, wie sie etwa die Betriebssicherheitsverordnung stellt, sind in Sachen Arbeitssicherheit extrem hoch. Und dennoch passieren immer wieder Arbeitsunfälle mit schrecklichen, manchmal sogar tödlichen Folgen. Leider ist es nicht immer die „höhere Gewalt“, die Unglücksfälle auslöst.

Ein großes Thema in der Anlagen- und Maschinensicherheit ist die Manipulation von Schutzeinrichtungen: Mitarbeiter verändern Schutzeinrichtungen aus Gründen wie Zeitdruck, Bequemlichkeit oder einfach aus Gewohnheit. Aber auch Risikoignoranz spielt eine Rolle, und es gibt Vorgesetzte, die das sogar dulden.

Über 40 % aller Maschinenunfälle beruhen auf manipulierten Schutzeinrichtungen

So unglaublich das im ersten Moment klingt, eine Studie der DGUV (IFA) brachte genau das zutage. Ein Ziel dieser Studie war zu ermitteln, welche Dimensionen die „Manipulier-Problematik“ in der Praxis einnimmt. Aus den Ergebnissen sollten dann Handlungsanweisungen entstehen, um Manipulationen zukünftig präventiv begegnen zu können.

Heraus kam u.a., dass rund 41 % aller Maschinenunfälle aufgrund von Veränderungen an Schutzeinrichtungen auftreten, was als „wahrer Wert“ an Arbeitsunfällen durch Manipulationshandlungen bezeichnet wird. Die Fachkräfte für Arbeitssicherheit schätzen das Ausmaß zwar niedriger ein, aber nach ihrer Meinung ist immer noch rund ein Drittel der Schutzeinrichtungen manipuliert.

Unfalluntersuchungen der Berufsgenossenschaften zeigten es schon früher: Schutzeinrichtungen an Maschinen werden gezielt manipuliert, z.B. indem man diese überbrückt oder demontiert. Warum konnte man bisher noch nicht erklären, und es fehlten genaue Zahlen, wie oft Schutzeinrichtungen gezielt umgangen werden. Darin lag ein Hauptziel der Studie.

Weiterhin wollte man feststellen, inwieweit Konstruktionsmängel ausschlaggebend sind und wie hoch der psychologische Einfluss zu bewerten ist, z.B. sozialer Druck von Kollegen.

Heraus kamen Lösungsstrategien und die Erkenntnis, dass Manipulationen an Maschinen bisher im Arbeitsschutz keine angemessene Bedeutung gefunden haben. Die Ergebnisse brachten vier Hauptansatzpunkte:

1. Aus technischer Sicht

Es liegt stark in der Hand der Betreiber, entsprechende Konzepte durchzusetzen.

2. Aus betrieblicher und organisatorischer Sicht

Unternehmer dürfen Manipulationen nicht dulden und müssen ihre Belegschaft für dieses Thema sensibilisieren. Dazu sollten sie Schulungen und Unterweisungen anbieten bzw. durchführen.

3. Aus ergonomischer Sicht

Wichtig ist die Art der Schutzeinrichtung. Hier war ein weiterer interessanter Punkt, dass es oft im Sonderbetrieb, also wenn die Tätigkeit nicht zum eigentlichen Produktionsprozess gehört, zu Manipulationen kommt.

4. Aus psychologischer Sicht

Dabei geht es um sogenannte implizite Theorien (Alltagstheorien), also subjektive Annahmen, anhand derer sich Menschen in ihrem Alltags- und Arbeitsleben orientieren, ohne sie zu hinterfragen. Diese Verhaltensweisen werden in der Studie genauer betrachtet und untersucht.

Weitere interessante und wichtige Aussagen dazu finden Sie im Interview mit Dipl.-Ing Ralf Apfeld, Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA) in Sankt Augustin.

Letztendlich ist das Problem zwar nun genau untersucht, aber es ist nicht aus der Welt. Wenn Appelle an die Vernunft nicht helfen, was lässt sich dagegen unternehmen? Was liegt näher, als nicht den Menschen zu erziehen sondern die Maschine? Daraus würden dann kollaborierende Roboter entstehen. Eine interessante Alternative – die schon heute erfolgreich eingesetzt wird.

Der mechanische Kollege ist sicher

Heutzutage arbeitet man „mit“ Robotern, nicht gegen sie. Hört sich logisch an, ist es auch, aber trotzdem bringt diese Zusam-

Matthes: Anlagen- und Maschinensicherheit - Arbeitssicherheitsjournal 2010 Heft 3 - 7 << >>

menarbeit natürlich neue Gefahren mit sich. Laut einem Bericht der International Federation of Robotics (IFR) kommen in Deutschland auf 10.000 Beschäftigte in der verarbeitenden Industrie etwa 234 Industrieroboter. Damit liegt die deutsche Industrie hinter Japan weltweit auf Platz zwei.

Der Grund hierfür ist einfach: Roboter sind eigentlich wahre Alleskönner. Sie transportieren, montieren, beladen, palettieren, verpacken, sortieren, schweißen und erledigen vieles mehr. Das können sie schon länger, neu ist aber, dass sie immer öfter Hand in Hand mit dem Menschen arbeiten. Es lässt sich sagen: die Kraft und Ausdauer des Roboters paart sich mit der (geistigen) Flexibilität des menschlichen Kollegen.

Wie arbeiten kollaborierende Roboter?

Kollaborierende Industrieroboter sind nichts anderes als „normale“ Roboter: komplexe Maschinen, die Arbeitsabläufe regelmäßig und gleichbleibend ausführen. Neu bei den kollaborierenden Kollegen ist, dass sie Hand in Hand mit Personen zusammenarbeiten und unakzeptable Kollisionsgefahren „von sich aus“ erkennen und vermeiden müssen.

Ein Beispiel: Der Roboter hebt, positioniert und hält ein schweres Werkstück, während der Arbeiter einen leichten Eisenhaken anschweißt. Bei dieser Arbeitstätigkeit besteht zwischen dem Menschen und dem Roboter eine räumliche Nähe, bei der es zum direkten Kontakt kommt. Bisher waren beim Einsatz von Robotern trennende Schutzeinrichtungen notwendig, um Personen, die sich im Arbeitsfeld des Roboters befanden, zu schützen.

Allerdings entheben kollaborierende Roboter den Arbeiter nicht davon, den gesamten Arbeitsprozess zu beobachten. Er muss weiterhin auf eventuelle Zusammenstöße achten. Im Zuge der Überarbeitung und Neuordnung der für Industrieroboter relevanten Normen wurde ergänzend das neue Anwendungsfeld der kollaborierenden Roboter geschaffen.

Was ist neu?

Bei Einsätzen mit kollaborierenden Robotern gibt es für bestimmte Arbeitsräume also keine trennenden Schutzeinrichtungen mehr, sodass eine Kollision zwischen Roboter und Person nicht mehr sicher ausgeschlossen werden kann. Hier sind im Gegensatz zu trennenden Schutzeinrichtungen andere technische Schutzmaßnahmen einzusetzen, die das Kollisionsrisiko laufend ermitteln und im Rahmen der Robotersteuerung ständig minimieren. Ganz im Sinne von: Nicht der Mensch soll aufpassen, sondern der Roboter. Leider wird es immer ein Restrisiko geben, aber auch Menschen stoßen manchmal aneinander.

Matthes: Anlagen- und Maschinensicherheit - Arbeitssicherheitsjournal 2010 Heft 3 - 8 <<

Wenn ein Arbeitsplatz mit einem kollaborierenden Roboter eingerichtet werden soll, muss der Anwender eine Risikobeurteilung auf Basis der gesetzlichen Grundlagen, Maschinenrichtlinie und Normen für Industrieroboter, vornehmen. Auch die Bewertung von Verletzungsrisiken durch Kollisionen zwischen Roboter und Person im kollaborierenden Betrieb muss dabei einbezogen werden. In

den für Industrieroboter relevanten Normen sind jedoch keine ausreichenden sicherheitstechnischen Anforderungen für eine Bewertung dieser Verletzungsrisiken vorhanden.

Industrieroboter-Norm fordert nicht ausreichend

Generell wird Sicherheits-Kategorie 3 nach ISO 13849-1:1999 (DIN EN 954-1) gefordert. Andererseits legt die DIN EN ISO 10218-1 nur die technischen Voraussetzungen für assistierenden Betrieb fest. Die Anforderungen an eine Anlage mit kollaborierenden Robotern enthält die prEN ISO 10201-2. Das wesentliche Merkmal zur Überwachung von Geschwindigkeit, Kraft usw. ist eine sichere Steuerung nach EN ISO 13849-1 Kat 3.

Verletzungsrisiko erforscht

Die Arbeit mit Robotern ist bei allen Gefahren durchaus wirtschaftlich sinnvoll, aber unter Umständen unfallträchtig. Das Ziel des Arbeitsschutzes war und ist ein Roboter, von dem keine Gefahr ausgeht. Konkret heißt das: Kommt der Mensch dem Roboter zu nah, muss das der Roboter erkennen, abbremsen, stehen bleiben oder besser noch auf eine sichere Position zurückfahren. Dabei helfen modernste Technik zur Personenerkennung und hochzuverlässige Robotersteuerungen.

Zu beiden Themen forscht, prüft und berät das Institut für Arbeitsschutz der DGUV/IFA (früher BGIA) seit Jahren in Kontakt mit der Praxis. Obwohl solche Schutztechnik hilft, Zusammenstöße zwischen Mensch und Roboter zu vermeiden, bleibt das Restrisiko eines ungewollten Kontakts. Diesem Problem und der Frage nach einem vertretbaren Verletzungsrisiko im seltenen Fall einer Kollision widmet sich das Forschungsinstitut.

Damit Betreiber und Hersteller von sogenannten kollaborierenden Robotern die mechanischen Gefährdungen an solchen Arbeitsplätzen abschätzen können, hat das DGUV/IFA zusammen mit dem Fachausschuss Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau (FAMFS) untersucht, wie sich Verletzungen vermeiden bzw. minimieren lassen. Die hauptsächlichen Fragen waren: Welche Kräfte und wie viel Druck dürfen beim Kontakt zwischen Mensch und Roboter maximal auftreten? Wie muss der Arm des Roboters gestaltet sein, um seinen menschlichen Kollegen im Kollisionsfall möglichst wenig zu verletzen? Welche Verletzungen ordnet die Wissenschaft welchen mechanischen Einwirkungen zu?

Zur Beantwortung dieser und ähnlicher Fragen hat man zunächst eine umfangreiche Recherche unternommen. Berufsgenossenschaftliche Regelungen, nationale und internationale Studien und Vorschriften, Daten aus der Unfallforschung und Grenzbelastungen aus der Orthopädieforschung wurden für wichtige Körperbereiche systematisch analysiert. Eigene Belastungsversuche füllten Informationslücken und halfen, die ermittelten Daten zu überprüfen. All diese Dinge helfen, die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter sicherer zu machen. Denn: Ein Roboter lässt sich nicht so leicht manipulieren oder überbrücken wie ein „simpler“ Schutzzaun.

Info

Beispiele für kooperierende Roboter und ihre Sicherheitsanforderungen:

Interface-Fenster

Es gibt trennende oder sensitive Schutzeinrichtungen, um den automatischen Arbeitsbereich, d.h. optische Schutzeinrichtungen (z.B. Lichtvorhänge) wirken als Schnittstelle zwischen Automatikbetrieb und kollaborierendem Bereich. In diesem Bereich herrschen sicher reduzierte Geschwindigkeit und Verfahrwege im handgeführten Betrieb, d.h. sichere Steuerung nach DIN EN ISO 13849-1 Kat. 3.

Handgeführter Roboter

Zum sogenannten Nachteachen von Punkten durch intuitives Führen des Roboters eignen sich Kraft-Momenten-Sensoren bei sicher überwachter Geschwindigkeit und den Verfahrwegen. Es gibt trennende oder sensitive Schutzeinrichtungen um den automatischen Arbeitsbereich. Bei Zugang gibt es einen sicheren Stillstand nach DIN ISO 13849-1 Kat. 3. Der automatische Ablauf wird vorgesetzt, wenn man den Arbeitsraum verlässt.

Prozessbeobachtung

Ziel ist es, Prozesse zu beobachten und diese aus der Nähe zu beeinflussen (Pendelverhalten, Schweißstromstärke usw.). Hier gibt es trennende oder sensitive Schutzeinrichtungen um den automatischen Arbeitsbereich herum. Bei Zugang gibt es

sicher überwachte Geschwindigkeiten und Fahrwege nach DIN ISO 13849-1 Kat. 3. Der automatische Ablauf wird vorgesetzt, wenn man den Arbeitsraum verlässt.

Info

Best Practise:

Forschung und Entwicklung bei ABB

„Seit mehr als fünf Jahren sind bei ABB Automation im Unternehmensbereich Robotics Produkte für die Mensch-Roboter-Kooperation ein zentrales Thema in der Forschung und Produktentwicklung. Seitdem die Robotersicherheitsnorm ISO 10218 im Jahre 2006 verabschiedet wurde, gibt es von uns Produkte für die Mensch-Roboter-Kooperation. Mit dem Elektronischen Positions-Schalter (EPS) haben wir einen optimalen Transfer von den bisherigen traditionellen elektromechanischen Komponenten. Neben diesem Einstiegsmodell, das bis zu sieben Roboterachsen absichern kann, wurde auch der „große Bruder“ SafeMove in den Markt eingeführt. Absicherung des kartesischen Raums, sicherer Stillstand für die Beladung durch den Bediener oder die sichere Geschwindigkeit sind nur ein kleiner Teil der zahlreichen Funktionen von SafeMove. Eine Besonderheit dabei ist die sogenannte Orientierungsüberwachung, die z.B. die Strahl-Richtung eines durch den Roboter gehaltenen Lasers personensicher überwacht. Die SafeMove bzw. der EPS werden von uns bzgl. Bedienerfreundlichkeit kontinuierlich weiter optimiert. Mit der

SafeMove Version 1.1. wird es dieses Jahr die zweite Generation des Produktes geben. Wesentliche Neuerungen sind die sichere Handhabung von mehreren Werkzeugen und die weitere Überwachung von acht Raumpunkten, zusätzlich zum Werkzeugarbeitspunkt (TCP) – damit lassen sich auch sehr komplexe Greifergeometrien komplett beschreiben. Neu ist auch die sogenannte Ellbogenüberwachung, die begrenzt auch den „Rücken“ eines Industrieroboters im kartesischen Raum sichert.“

Kevin Behnisch, ABB Automation GmbH

Hinweis:

Hintergrundinformationen zur Anlagen- und Maschinensicherheit sowie die Kontaktdaten einiger Roboterhersteller unter www.arbeitssicherheit.de, [Webcode 18746](#)