



## DIGITALE GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG

### Einführung und Begriffe

Durch den zunehmenden Einsatz digitaler Technologien und Hilfsmittel ergeben sich neue Möglichkeiten zur Gestaltung von Geschäftsmodellen, Produkten, Dienstleistungen und Prozessen. Durch die neuen technologischen Möglichkeiten kann eine Verknüpfung von physischer und virtueller (Arbeits-)Welt realisiert werden. Dies zieht Veränderungen sowohl für den arbeitenden Menschen als auch für Arbeitsmittel und Produkte nach sich.

Die Nutzung digitaler Technologien kann zu einer Steigerung von Produktivität, Qualität und Flexibilität führen. Ebenso können Beschäftigte sowohl körperlich (z. B. durch Exoskelette; Offensive Mittelstand 2018a; Terstegen & Sandrock 2018) als auch kognitiv (z. B. durch mobile Endgeräte, Wearables; Apt et al. 2018) entlastet werden.

Neben den Vorteilen der Digitalisierung für das Arbeitsleben können auf der anderen Seite Änderungen in Arbeitsabläufen und Tätigkeiten andere oder neue Belastungsfaktoren ergeben, die durch die Gefährdungsbeurteilung erfasst und auf ihre Gefährdung beurteilt werden müssen.

Neue Technologien und die Vernetzung erfordern aber nicht nur die Betrachtung von Gefährdungen, sondern ermöglichen auch die Einbettung der Gefährdungsbeurteilung in die bestehenden Systeme und die Zusammenführung von Daten, die zu einer verbesserten Gefährdungsbeurteilung führen können.

Inhalte dieses Faktenblattes sind an das Forschungsprojekt Prävention 4.0 angelehnt, welches mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 02L14A132 gefördert wurde. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

### Was sind 4.0-Prozesse und cyber-physische Systeme?

4.0-Prozesse bezeichnen Arbeitsprozesse, die im Zusammenhang mit cyber-physischen Systemen (CPS) oder anderen autonomen technischen Systemen (wie Plattformen, Messenger-Programme) stehen.

Unter 4.0-Technologien werden Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel, Sensoren, Apps usw.) zusammengefasst, die teilweise oder vollständig durch intelligente Software (inkl. Künstlicher Intelligenz, KI) gesteuert werden.

Cyber-Physical Systems (CPS) entstehen, wenn die physikalische Welt mit der virtuellen Welt, dem Cyberspace, verschmilzt. Cyber-Physical Systems sind Teil einer zukünftig global vernetzten Welt, in der Produkte, Geräte und Objekte mit eingebetteter Hardware und Software über Anwendungsgrenzen hinweg interagieren. Mithilfe von Sensoren verarbeiten diese Systeme Daten aus der physikalischen Welt und machen sie für netzbasierte Dienste verfügbar, die durch Akteure direkt auf Vorgänge in der physikalischen Welt einwirken können. Die physikalische Welt wird durch Cyber-Physical Systems mit der virtuellen Welt zu einem Internet der Dinge, Daten und Dienste verknüpft (acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften 2011, S. 5).

### Die Gefährdungsbeurteilung

Der Arbeitgeber ist gesetzlich verpflichtet, für Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten am Arbeitsplatz zu sorgen. Zentrales Instrument im Arbeits- und Gesundheitsschutz ist die Gefährdungsbeurteilung, mit der Gefährdungen entdeckt und im Idealfall komplett beseitigt werden, bevor es zu Unfällen oder anderen Beeinträchtigungen der Gesundheit der Beschäftigten kommt.

Eine Gefährdungsbeurteilung (§ 5 ArbSchG) beinhaltet folgende Schritte (vgl. ifaa 2017):

1. Festlegen von Arbeitsbereichen und Tätigkeiten
2. Ermitteln der Gefährdungen
3. Beurteilen der Gefährdungen
4. Festlegen konkreter Arbeitsschutzmaßnahmen
5. Durchführen der Maßnahmen
6. Überprüfen der Wirksamkeit der Maßnahmen
7. Fortschreiben der Gefährdungsbeurteilung

Die Gefährdungsbeurteilung muss dokumentiert werden.

Abbildung 1 veranschaulicht den Prozess der Gefährdungsbeurteilung.

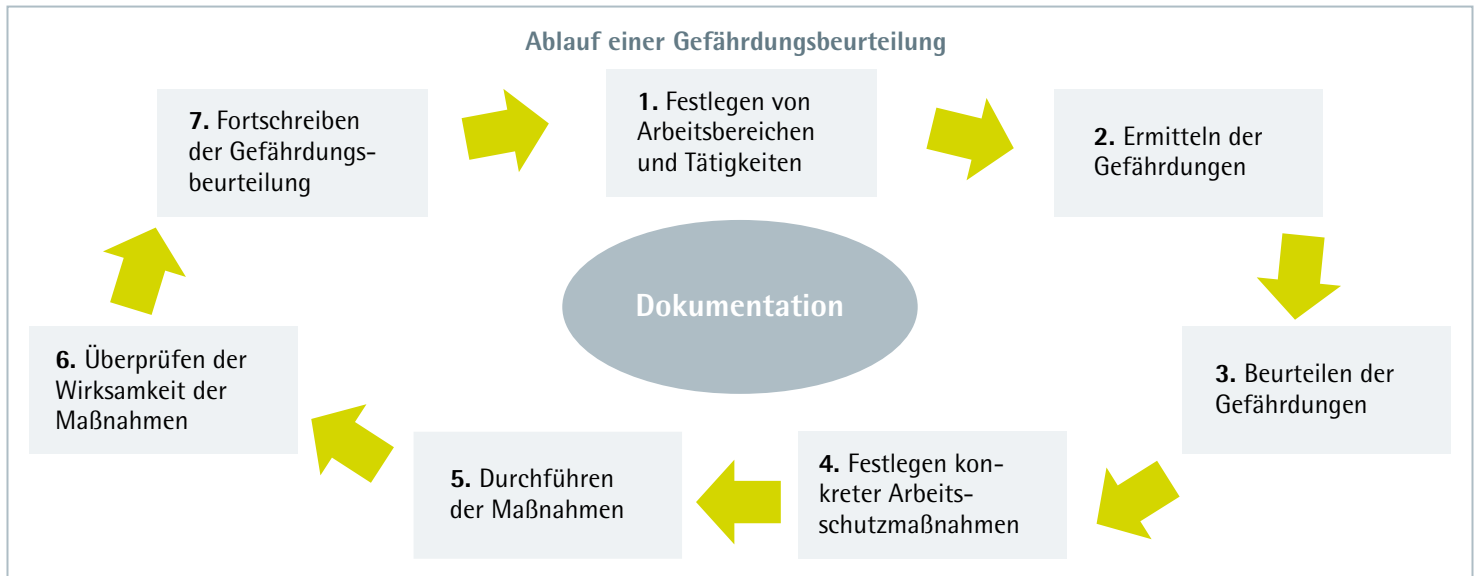


Abb. 1: Ablauf der Gefährdungsbeurteilung

### Gefährdungsbeurteilung von 4.0-Prozessen bzw. digitalen Technologien

Eine Gefährdungsbeurteilung ist immer dann durchzuführen bzw. auf ihre Aktualität zu prüfen, wenn (in diesem Fall) die Einführung von 4.0-Prozessen, die Nutzung von intelligenter Software oder die Einführung digitaler Technologien/Hilfsmittel wesentliche Änderungen bewirkt. Ein allgemeingültiges Verfahren existiert nicht. Analog zur Gefährdungsbeurteilung »klassischer Arbeitsplätze« empfehlen sich die bereits oben erwähnten Schritte.

Mithilfe von Simulationstechniken, zum Beispiel virtueller Realität (VR), können Beschäftigte bedarfsgerecht und beinahe in Echtzeit unterwiesen werden – zum Beispiel in Form von Checklisten, virtuellen Werkstätten oder Dokumentationshilfen.

### Welche neuen Gefährdungen können sich in der Arbeitswelt 4.0 ergeben?

Die nachfolgende Tabelle zeigt exemplarisch mögliche Gefährdungen auf, die sich durch den Einsatz digitaler Technologien und Hilfsmittel ergeben können sowie Vorschläge für entsprechende Schutzmaßnahmen.

mögliche Gefährdungen	Ziele	Hinweise zu Maßnahmen aus den Quellen
Die Kompetenzen für einen sicheren & gesundheitsgerechten Umgang mit 4.0-Technologien sind bei Führungskräften nicht ausreichend (vgl. 1).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bewusstsein für die Notwendigkeit und den Nutzen eines sicheren und gesundheitsgerechten Umgangs mit 4.0-Technologien schaffen.</li> <li>Lernmotivation der Beschäftigten fördern bzw. erhöhen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufklärungsarbeit leisten und Relevanz eines sicheren und gesundheitsgerechten Umgangs mit 4.0-Technologien verdeutlichen.</li> <li>Transparenter Umgang mit dem Thema (z. B. Informationen über das Intranet, Veranstaltungen, Schulungen).</li> <li>Vorbereitend: Kenntnisstand und individuelle Einflussfaktoren wie Vorkenntnisse, Fähigkeiten und Einstellungen zum Thema ermitteln (z. B. Fragebogen, Interview, Workshop).</li> <li>Aufbau einer Lernkultur.</li> <li>Einsatz geeigneter Trainingsmaßnahmen, um die »digitale personale Resilienz zu fördern (1)« und Kompetenzen zu entwickeln. Gemeinsame Erarbeitung eines Maßnahmenplans für die Teilnehmenden und flexible Anpassung an den persönlichen Bedarf. Selbstverantwortliche Auswahl der Maßnahmen mit Praxisbezug. Trainingsmaßnahmen können z. B. Tutorials, Lernapps, TED's, Moocs oder Schulungen sein. Massive Open Online Course (Moocs) haben Workshop-Charakter. Es stehen Tests, Quiz und Aufgaben zur Verfügung. Teilnehmer können über Inhalte und Fragen diskutieren und in Foren miteinander interagieren (vgl. 11). TED Talks komprimieren Inhalte, welche es Wert sind verbreitet zu werden, auf max. 18 Minuten. Ted Talks können Ideen fördern (vgl. 12).</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimierung des Lerntransfers.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Praxisnahes Lernen (Arbeitsplatz als Lernort), Anwendungsmöglichkeit des Erlernten, Unterstützung durch Vorgesetzte, Feedback des Teilnehmenden nach dem Training.</li> </ul>
Die gesundheitsgerechte Gestaltung von 4.0-Prozessen wurde bei der Planung und Beschaffung der intelligenten Software (inkl. KI), nicht berücksichtigt (vgl. 1).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integration der Aspekte zur gesundheitsgerechten Gestaltung von 4.0-Prozessen in den Arbeitsbereich.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachträgliche Aufklärungsarbeit</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Erstellen einer »Lessons Learned«-Liste und Integration der nicht berücksichtigten Punkte in ein Lasten-/Pflichtenheft (vgl. 1) sowie Aufbau eines Leitfadens mit Aspekten der sicheren- und gesundheitsgerechten Gestaltung von 4.0-Prozessen.</li> <li>Berücksichtigung und Umsetzung von Inhalten der gesundheitsförderlichen Arbeitsgestaltung (vgl. 1).</li> </ul>



mögliche Gefährdungen	Ziele	Hinweise zu Maßnahmen aus den Quellen
Bei der Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) sind Gefahren nur durch Beobachtungen nicht einschätzbar (vgl. 3). Direkte Berührungen zwischen Mensch und Roboter sind in manchen Fällen nicht zu vermeiden (vgl. 6). In der Praxis treten Messungenauigkeiten und Fehler bei der Programmierung der Schmerzempfindlichkeit auf (vgl. 7).	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vor Einsatz eines Roboters muss gewährleistet sein, dass sicheres Arbeiten möglich ist (vgl. 6).</li> <li>▪ Bewusstsein für die Notwendigkeit einer gewissenhaften Einhaltung der Richtlinien schaffen und mögliche negative Konsequenzen aufzeigen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aufklärung und Information über Messabläufe und biomechanische Grenzwerte. Es ist von großer Bedeutung, Kennwerte für die Unterschreitung von Schmerztrittsschwellen an der Schnittstelle von Mensch und Maschine zu ermitteln. Um Beeinträchtigungen oder gar Verletzungen der Beschäftigten bei der MRK wirksam zu verhindern, ist die Einhaltung sicherzustellen (vgl. 6).</li> <li>▪ Anwendung einer Rangfolge der zutreffenden Maßnahmen z. B. mit der 3 – Stufen – Methode zur Festlegung von Schutzmaßnahmen (1. Stufe: unmittelbare Sicherheitstechnik (Gefährdungen beseitigen oder das Risiko soweit wie möglich einschränken z. B. Abstände zur Gefahrenstelle vergrößern oder geänderte Konstruktion) 2. Stufe: Mittelbare Sicherheitstechnik: Trennende oder nicht-trennende Schutzeinrichtungen gegen verbleibende Risiken einbauen (z. B. mit gefahrbringenden Bewegungen, verriegelte Lichtvorhänge oder Schutztüren) 3. Stufe: Hinweisende Sicherheitstechnik: Benutzer über Restrisiken informieren und warnen (z. B. Betriebsanleitungen, Hinweisschilder, optische/akustische Warneinrichtungen) (vgl. 3).</li> </ul>
Potenzielle Gefährdungen durch digitale Assistenzsysteme.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Potenzielle Gefährdungen durch digitale Assistenzsysteme erkennen und beheben. Akzeptanz für den Einsatz digitaler Assistenzsysteme schaffen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eine unzureichende Gestaltung der Arbeits- und Unterstützungssysteme kann zu beeinträchtigenden physischen Folgen wie z. B. Zwangshaltung und Bewegungsarmut führen. Eine übermäßige und nicht individualisierte Unterstützung kann zu Monotonie führen, welche sich auf Motivation, Gesundheit und langfristig die Arbeitsfähigkeit auswirken kann (vgl. 13). Die Gestaltung der Arbeits- und Unterstützungssysteme sollte einen wichtigen Stellenwert einnehmen und bei der Planung im Vorfeld berücksichtigt werden, um so zusätzlichen Belastungen entgegenzuwirken.</li> <li>▪ Die zukünftigen Anwender sollten in den Designprozesse eingebunden werden, und arbeits- und motivationspsychologische Aspekte (vgl. 13) sollten bei der Planung berücksichtigt werden.</li> <li>▪ Die Einhaltung von Anforderungen an die unmittelbare Umgebung von Computer und Maschinensysteme, visuelle Anzeigen, Bildschirmdarstellungen und Ausgaben für eine sinnvolle Dialogführung (vgl. 13) sollten sichergestellt werden.</li> </ul>

Tabelle 1: Beispiele für mögliche Gefährdungen und entsprechende Schutzmaßnahmen  
(Die Angaben in den Klammern beziehen sich auf die Quellen, die nachstehend aufgeführt sind.)

#### Quellen:

- 1.) Offensive Mittelstand (2018b). Verbundprojekt Prävention 4.0. Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0. Heidelberg.
- 2.) Bundesverband Informationswirtschaft Telekommunikation und neue Medien e.V./bitkom.org. [https://www.dfki.de/fileadmin/user\\_upload/import/9744\\_171012-KI-Gipfpapier-online.pdf](https://www.dfki.de/fileadmin/user_upload/import/9744_171012-KI-Gipfpapier-online.pdf). Zugegriffen: 10.12.2019
- 3.) Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV). [http://www.vbg.de/SharedDocs/Medien-Center/DE/Broschuere/Themen/Geraete\\_Maschinen\\_Anlagen/DGUV\\_Information\\_209\\_074\\_Industrieroboter.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&tv=2](http://www.vbg.de/SharedDocs/Medien-Center/DE/Broschuere/Themen/Geraete_Maschinen_Anlagen/DGUV_Information_209_074_Industrieroboter.pdf?__blob=publicationFile&tv=2). Zugegriffen: 3.12.2019
- 4.) <https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/arbeiten-4.0/neue-formen-der-arbeit/mobile-arbeit/index.jsp>
- 5.) [http://www.vbg.de/SharedDocs/Medien-Center/DE/Broschuere/Themen/Bildschirm\\_und\\_Bueroarbeit/Mobil\\_arbeiten\\_mit\\_Notebook\\_Faltblatt.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&tv=11](http://www.vbg.de/SharedDocs/Medien-Center/DE/Broschuere/Themen/Bildschirm_und_Bueroarbeit/Mobil_arbeiten_mit_Notebook_Faltblatt.pdf?__blob=publicationFile&tv=11). Zugegriffen: 19.11.2019
- 6.) [https://www.dguv.de/medien/fb-holzundmetall/publikationen/documents/20161104\\_roboter.pdf](https://www.dguv.de/medien/fb-holzundmetall/publikationen/documents/20161104_roboter.pdf). Zugegriffen: 18.11.2019
- 7.) <https://www.bghm.de/bghm/presseservice/pressemitteilungen/detailseite/die-zukunft-sicher-und-konkret-gestalten/>. Zugegriffen: 12.11.2019
- 8.) [https://www.komnet.nrw.de/\\_sitetools/dialog/30563](https://www.komnet.nrw.de/_sitetools/dialog/30563). Zugegriffen: 5.11.2019
- 9.) [https://www.komnet.nrw.de/\\_sitetools/dialog/29501](https://www.komnet.nrw.de/_sitetools/dialog/29501). Zugegriffen: 5.11.2019
- 10.) [https://www.komnet.nrw.de/\\_sitetools/dialog/28278](https://www.komnet.nrw.de/_sitetools/dialog/28278). Zugegriffen: 5.11.2019
- 11.) [https://www.medienanstalt-nrw.de/fileadmin/lfm-nrw/nrw\\_digital/Publikationen/DK\\_Digitales\\_Lernen.pdf](https://www.medienanstalt-nrw.de/fileadmin/lfm-nrw/nrw_digital/Publikationen/DK_Digitales_Lernen.pdf). Zugegriffen: 7.10.2019
- 12.) <https://wissensdialoge.de/ted-talks-als-innovatives-format-in-der-organisations-und-personalentwicklung-4-0/>. Zugegriffen: 13.11.2019
- 13.) Apt W, Schubert M, Wischmann S (2018) Digitale Assistenzsysteme. Perspektiven und Herausforderungen für den Einsatz in Industrie und Dienstleistungen. <https://www.iit-berlin.de/de/publikationen/digitale-assistenzsysteme>. Zugegriffen: 28. Oktober 2019

## Wie können cyber-physische Systeme bei der Gefährdungsbeurteilung unterstützen?

Die Einbindung neuer Technologien bzw. cyber-physischer Systeme kann für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung ergänzend genutzt werden, indem zum Beispiel durch Sensoren erfasst wird,

- ob Arbeitsmittel den sicherheitstechnischen Anforderungen entsprechen.
- ob Arbeitsmittel verwendet werden, die nicht geeignet oder genehmigt sind.
- welche Gefahrstoffe benutzt werden und welche Expositionen entstehen.
- ob die vorgeschriebene Persönliche Schutzausrüstung (PSA) verwendet wird (vgl. Offensive Mittelstand 2018b).

Dabei sind immer Aspekte des Datenschutzes zu berücksichtigen.

Damit cyber-physische Systeme in die Gefährdungsbeurteilung integriert werden können, sollte bereits bei der Beschaffung von Arbeitsmitteln, persönlicher Schutzausrüstungen usw. darauf geachtet werden, dass zum Beispiel die entsprechenden Sensoren Daten erfassen, die für die Gefährdungsbeurteilung verwertbar sind.

## Welche Chancen bietet die Gefährdungsbeurteilung?

Mit der Gefährdungsbeurteilung können konkrete Verbesserungsmöglichkeiten für den Arbeits- und Gesundheitsschutz aufgezeigt werden.

Beispiele für den Nutzen der Gefährdungsbeurteilung unter Einbindung von 4.0-Technologien sind (vgl. Offensive Mittelstand 2018b):



- Frühzeitiges Erkennen von Gefährdungen und Störungen durch den Einsatz von smarten Arbeitsmitteln und Arbeitsstoffen sowie digitalen Technologien.
- Rechtzeitige Berücksichtigung von Datensicherheit und Datenschutz.
- Rechtzeitiges Festlegen von Anforderungen an die Datenqualität und Datenerfassung, die für einen sicheren und verlässlichen 4.0-Prozess erforderlich sind.
- Risikofreie Erprobung von 4.0-Technologien durch den Einsatz von Simulationstechniken, zum Beispiel Virtual Reality.

Die an der Gefährdungsbeurteilung beteiligten Akteure sollten rechtzeitig eingebunden werden. Darüber hinaus sollte die Gefährdungsbeurteilung bereits in der Beschaffungsphase thematisiert werden.

Eine sorgfältig durchgeführte Gefährdungsbeurteilung ist ein wesentlicher Baustein für den präventiven Arbeits- und Gesundheitsschutz. Daher ist es sowohl für Unternehmen als auch für die Beschäftigten entscheidend, dass die Gefährdungsbeurteilung rechtzeitig, vollständig und gewissenhaft durchgeführt wird und die daraus abgeleiteten Maßnahmen nach ihrer Ausführung einer Wirksamkeitsprüfung unterzogen werden.

Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass – gerade bei der Einführung neuer Technologien – Vorbehalte der Beschäftigten rechtzeitig aufgegriffen und durch beispielsweise Workshopformate abgebaut werden (vgl. Schüth & Weber 2019).

## LITERATUR

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg) (2011) Cyber-Physical Systems Innovationsmotor für Mobilität, Gesundheit, Energie und Produktion. [https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/POSITION\\_CPS\\_NEU\\_WEB\\_120130\\_final.pdf](https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/POSITION_CPS_NEU_WEB_120130_final.pdf). Zugegriffen: 17. September 2019

Apt W, Schubert M, Wischmann S (2018) Digitale Assistenzsysteme

Perspektiven und Herausforderungen für den Einsatz in Industrie und Dienstleistungen. <https://www.iit-berlin.de/de/publikationen/digitale-assistenzsysteme>. Zugegriffen: 28. Oktober 2019

Frost MC, Sandrock S (2018) Neue Belastungsarten in der Arbeitswelt 4.0. [www.arbeitswissenschaft.net/ZDF\\_Belastungsarten\\_40](http://www.arbeitswissenschaft.net/ZDF_Belastungsarten_40). Zugegriffen: 09. September 2019

Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (Hrsg) (2017) Handbuch Arbeits- und Gesundheitsschutz. Praktischer Leitfaden für Klein- und Mittelunternehmen. Springer, Berlin

Leitung des GDA-Arbeitsprogramms Psyche c/o Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg) (2017) Empfehlungen zur Umsetzung der Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastung. [https://www.gda-psyche.de/SharedDocs/Publikationen/DE/broschuere-empfehlung-gefaehrungsbeurteilung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&t=14](https://www.gda-psyche.de/SharedDocs/Publikationen/DE/broschuere-empfehlung-gefaehrungsbeurteilung.pdf?__blob=publicationFile&t=14). Zugegriffen: 19. September 2019

Offensive Mittelstand (2018a) Verbundprojekt Prävention 4.0. Umsetzungshilfe 3.2.4 Exoskelette (physisch unterstützende Assistenzsysteme). Heidelberg.

Offensive Mittelstand (2018b). Verbundprojekt Prävention 4.0. Umsetzungshilfe 2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0. Heidelberg.

Schüth NJ, Weber MA (2019) Qualifizierung von Beschäftigten im Rahmen der Mensch-Roboter-Kollaboration. In: GfA (Hrsg) Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten. Bericht zum 65. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft vom 27. Februar – 1. März 2019. GfA-Press, Dortmund, Beitrag B.9.3

Tab beim Bundestag <https://www.tab-beim-bundestag.de/de/untersuchungen/uV006.html>. Zugegriffen: 16. September 2019

Terstegen S, Sandrock S (2018) Exoskelette. Physische Assistenzsysteme an Produktionsarbeitsplätzen. [www.arbeitswissenschaft.net/zdf-exoskelette](http://www.arbeitswissenschaft.net/zdf-exoskelette). Zugegriffen: 12. September 2019

Weber MA (2017) Mensch-Roboter-Kollaboration. [https://www.arbeitswissenschaft.net/ZDF\\_MRK](https://www.arbeitswissenschaft.net/ZDF_MRK). Zugegriffen: 17. September 2019

## Ansprechpartnerin



### Dr. phil. Catharina Stahn

Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Fachbereich Arbeits- und Leistungsfähigkeit

Telefon: + 49 211 54 22 63-31

E-Mail: [c.stahn@ifaa-mail.de](mailto:c.stahn@ifaa-mail.de)