

2.2.2 Gefährdungsbeurteilung 4.0



■ **Stichwörter:** Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, Arbeitsgestaltung, betriebliche Prävention, Risikoeinschätzung

› Warum ist das Thema wichtig?

Die Gefährdungsbeurteilung (GB) ist ein gutes Instrument, um neue und veränderte Belastungen und Gefährdungen in 4.0-Prozessen¹ zu identifizieren, zu erfassen und entsprechende Maßnahmen festzulegen, umzusetzen sowie deren Wirksamkeit zu überprüfen. Die Gefährdungsbeurteilung

ermöglicht es, Schwachstellen in Arbeitsprozessen mit cyber-physischen Systemen (CPS)² und 4.0-Technologien³ zu identifizieren und durch geeignete Maßnahmen Arbeit menschengerecht zu gestalten. Parallel entstehen durch cyber-physische Systeme und die intelligente Software⁴ mit

ihren Modellen der künstlichen Intelligenz (KI) neue Möglichkeiten der digitalen Unterstützung bei der menschengerechten Arbeitsgestaltung in allen Anwendungsbereichen.⁵ Daraus gewonnene Erkenntnisse können auch in Gefährdungsbeurteilungen einfließen.

› Worum geht es bei dem Thema?

Begriff: Gefährdungsbeurteilung

Unter einer Gefährdungsbeurteilung (§ 5 ArbSchG) wird folgender Prozess verstanden:

- Systematisch mögliche Gefährdungen erheben und Risiken beurteilen, die im Kontext von Arbeitstätigkeiten auftreten können.
- Maßnahmen festlegen und umsetzen zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen.
- Wirksamkeit der Maßnahmen überprüfen und Gefährdungsbeurteilung fortschreiben, um Verbesserungen einzuleiten.
- Prozess dokumentieren.

Die Gefährdungsbeurteilung ist damit ein wichtiger Bestandteil des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses und der Risikobetrachtung im Betrieb. › *Siehe Umsetzungshilfen 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen; 2.4.4 Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP).* Sie stellt ein Hilfsmittel dar, um Arbeitsverfahren, Arbeitsplätze, Arbeitsmittel und Arbeitsabläufe so zu gestalten, dass technische und organisatorische Mängel verringert oder beseitigt werden und Personen die notwendigen Kompetenzen für sicheres und gesundheitsgerechtes Arbeiten erhalten und besitzen.⁶ Gleichzeitig bildet sie die Basis für einen wirksamen Arbeitsschutz zur Verhütung von arbeitsbedingten Gesundheitsgefah-

ren, Unfällen bei der Arbeit und für eine menschengerechte Arbeitsgestaltung. Sie sollte immer auch vorausschauend und ganzheitlich erfolgen, alle Prozesse der Wertschöpfung im Betrieb betrachten, Beschäftigte beziehungsweise die Interessenvertretungen (wie Betriebs- und Personalräte, Schwerbehindertenvertretungen, Gleichstellungsbeauftragte) entsprechend ihren jeweiligen Aufgaben beteiligen. Beteiligungsorientierte Lösungen schaffen meistens gute Ergebnisse. Eine Gefährdungsbeurteilung ist gesetzlich gefordert.⁷ Durch die digitale Transformation ändern sich eine Reihe von Inhalten und möglicherweise auch die Form der Gefährdungsbeurteilung.

Gefährdungsbeurteilung von 4.0-Prozessen

Bei der Beurteilung von 4.0-Prozessen, bei denen die intelligente Software (inkl. KI) direkt oder indirekt Elemente der Arbeitstätigkeit oder der 4.0-Technologi-

en steuert oder beeinflusst, kommt der vorausschauenden Gefährdungsbeurteilung eine zunehmende Bedeutung zu. Prozesse, die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden, sind aufwendiger im laufenden

Arbeitsprozess zu korrigieren als bisherige Systeme. Die Auswirkungen der 4.0-Prozesse auf die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten sollten also nicht erst im Planungsprozess (Arbeitsvorbereitung) eingeschätzt, sondern –

Diese Umsetzungshilfe gibt Experten und Interessierten Anregungen, wie Arbeit 4.0 zu gestalten ist. Die Empfehlungen sollten an die jeweilige konkrete betriebliche Situation angepasst werden.

¹ Unter 4.0-Prozessen werden hier alle Arbeitsprozesse verstanden, in denen cyber-physische Systeme (CPS) oder andere autonome technische Systeme (wie Plattformen, Messenger-Programme) beteiligt sind. 4.0-Prozesse sind in den Arbeitsprozessen bisher selten vollständig, aber in Ansätzen in allen Betrieben umgesetzt.

² Cyber-physische Systeme (CPS) verbinden und steuern als autonome technische Systeme Arbeitsmittel, Produkte, Räume, Prozesse und Menschen beinahe in Echtzeit. Die komplette oder teilweise Steuerung übernimmt intelligente Software auf Grundlage von Modellen der künstlichen Intelligenz. Genutzt werden dazu unter anderem auch Sensoren/Aktoren, Verwaltungsschalen, Plattformen/Clouds.

³ 4.0-Technologie bezeichnet hier Hardware und technologische Produkte (wie Assistenzmittel/Smartphones, Sensoren/Aktoren in smarten Arbeitsmitteln, Fahrzeugen, Produkten, Räumen usw., smarte Dienstleistungen, Apps), die von intelligenter Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuert werden.

⁴ Intelligente Software steuert cyber-physische Systeme (CPS) und andere autonome technische Systeme (wie Messenger-Programme). Intelligente Software nutzt Modelle künstlicher Intelligenz zusammen mit anderen Basistechnologien wie zum Beispiel Algorithmen, semantischen Technologien, Data-Mining. Intelligente Software ist autonom und selbstlernend.

⁵ Anwendungsbereiche von CPS können sein: **Insellösungen**, Teilkomponenten und Teilprozesse (zum Beispiel einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsmittel, Teile von Anlagen, Räume, Produkte, Assistenzsysteme) und **verkettete Prozesse** und Gesamtsystemlösungen (zum Beispiel verkettete Arbeitsmittel, Wertschöpfungskette). Außerdem **geschlossene Betriebsanwendungen** (autark – zum Beispiel Edge Computing, betriebliche Cloud), **offene Anwendungen** (zum Beispiel Public Clouds, Hersteller-Plattformen).

⁶ Leistner 2010

⁷ z. B. §§ 5 und 6 des ArbSchG, § 6 Abs. 8 GefStoffV, § 3 Abs. 3 BetrSichV, § 3 ArbStättV

falls möglich – bereits bei der Anschaffung der intelligenten Software (inkl. KI) beziehungsweise im Pflichtenheft der zu programmierenden Software integriert werden. So lassen sich die Potenziale der Gefährdungsbeurteilung für einen fehler-, unfall- und störungsarmen, sicheren und gesundheitsgerechten Arbeitsprozess sowie für Arbeitsfähigkeit und Produktivität nutzen. Dahinter steht auch die Erkenntnis, dass nachträgliche Änderungen von 4.0-Technologien aufwendiger und kostspieliger werden können als bisher schon in der „traditionellen“ Arbeitswelt.

In der Arbeitswelt 4.0 stellen sich Fragen nach neuen Gefährdungen durch 4.0-Prozesse, die im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung betrachtet werden sollten. Dazu zählen unter anderem:

- Bestehen Gefährdungen durch Assistenzsysteme, zum Beispiel durch Funktionsmängel, Fehlhaltung, Gebrauchstauglichkeit von Software und Hardware?
- Besteht die Gefahr von Funktionsstörungen von Arbeitsmitteln durch Versagen von cyber-physischen Systemen, zum Beispiel Programmfehler, Stromausfall?
- Verändert sich die Taktung von Arbeitsprozessen durch die intelligente Software (inkl. KI), zum Beispiel durch sensorische Echtzeiterfassung kleinster Arbeitsvollzüge, und entstehen dadurch unnötige Belastungen beim Arbeitseinsatz, zum Beispiel über-

mäßiger Zeitdruck, da die intelligente Software (inkl. KI) nur Effizienzkriterien folgt?

- Besteht die Gefahr, dass Führungskräfte und Beschäftigte – etwa durch Tracking bei mobiler und stationärer Arbeit oder durch digitalisierte Prozesssteuerung – in unzulässiger Weise überwacht werden und dies ihr Vertrauen in die betrieblichen Abläufe negativ beeinflusst?
- Welche personenbezogenen Daten werden erfasst, wozu werden sie verwendet und sind die Daten sicher und für Unbefugte unzugänglich gespeichert (um keine unnötigen Unsicherheiten und Misstrauen bei Führungskräften und Beschäftigten entstehen zu lassen)?
- Herrscht Transparenz darüber, nach welchen Kriterien die intelligente Software (inkl. KI) lernt und mit welchen Reaktionen der intelligenten Software die Führungskräfte und Beschäftigten rechnen müssen, damit sie verlässlich reagieren können?
- Besteht die Gefahr von Kontrollverlust über Arbeitsprozesse durch fehlende Interventionsmöglichkeiten in softwaregesteuerten Prozessen oder durch unklare Übergabeverfahren zwischen intelligenter Software (inkl. KI) und Mensch?
- Gibt es mechanische Gefährdungen durch frei bewegliche Roboter oder autonom fahrende Fahrzeuge?

Für die psychische Belastung ist auch in der Arbeitswelt 4.0 – wie bislang – keine eigenständige Gefährdungsbeurteilung erforderlich; diese kann in die bestehende integriert werden.⁸ Welche Aspekte durch 4.0-Prozesse innerhalb der bekannten „klassischen“ Faktoren für psychische Belastung⁹ berücksichtigt werden sollten, zeigt die nachfolgende Tabelle.

Eine zusätzliche Herausforderung besteht darin, Erkenntnisse zu Internetsicherheit und Sicherheit bei vernetzten Industrieanlagen über das Konzept „Safety & Security“ auch in Gefährdungsbeurteilungen einfließen zu lassen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfen 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen und 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen.* Diese Berücksichtigung ist wesentlich, weil

- die Datensicherheit sowohl den störungsfreien und sicheren Ablauf technischer und organisatorischer 4.0-Prozesse betrifft (zum Beispiel können durch Hackerangriffe neue Gefährdungen beim Umgang mit den vernetzten Arbeitsmitteln für die Beschäftigten entstehen, wie manipulierte Roboter, gehackte Fahrerassistenz-/Bremsssysteme, Stromausfall),
- der Datenschutz ein Baustein in der gesundheitsgerechten Arbeitsgestaltung ist (zum Beispiel keine Verunsicherung der Beschäftigten, da sie wissen, welche Daten wie von ihnen erfasst und wo sie gespeichert wer-

Potenzielle psychische Belastungen durch 4.0-Prozesse – Beispiele				Tabelle 1	
Arbeitsinhalt/ Arbeitsaufgabe	Arbeitsorganisation	Soziale Beziehungen	Arbeitsumgebung	Einführung neuer Arbeitsformen	
<ul style="list-style-type: none"> › Vorwiegend fremde Handlungsträgerschaft/Fremdsteuerung › Zu hohe Komplexität der Aufgabe › Monotone Arbeiten mit geringen Anforderungen an Planung und Denken › Ungefilterte Informationsflüsse/zuhohhe Komplexität › Nicht erfüllbare Konzentrationsanforderungen/Daueraufmerksamkeit 	<ul style="list-style-type: none"> › Indirekte Steuerung in Kombination mit fehlenden Entscheidungsspielräumen und zu hohen/nicht anpassbaren Zielvorgaben › Überwiegende Führung auf Distanz › Fehlende Interventionsmöglichkeiten › Arbeitsverdichtung 	<ul style="list-style-type: none"> › Fehlende Kenntnisse im Umgang mit kollaborierenden Robotern › Soziale Isolation durch das Ersetzen menschlicher durch CPS-Kommunikation › Arbeit vorrangig in virtuellen Teams ohne persönlichen Kontakt zu Kollegen und Vorgesetzten 	<ul style="list-style-type: none"> › Fehlende Berücksichtigung von Softwareergonomie in Assistenzsystemen › Digitale Ergonomie (permanente Aktivierung zum Beispiel durch automatische Licht- und Klimaregulierung) › Bewegungsmangel durch CPS-Automatisierung 	<ul style="list-style-type: none"> › Ängste durch unvorbereiteten Einsatz von Crowdfunding › Verunsicherung durch Unkenntnis der geplanten neuen 4.0-Arbeitsprozesse › Überforderung von Führungskräften durch nicht sorgfältig vorbereitete neue Führungsanforderungen (wie Umgang mit autonomen Systemen, Führen auf Distanz) 	

⁸ mehr Informationen dazu: GDA-Arbeitsprogramm Psyche 2016

⁹ siehe zum Beispiel GDA 2017

den, was mit ihnen geschieht und wie sie geschützt werden).

Im Zuge der Verbreitung von 4.0-Technologien wird aller Voraussicht nach auch die Zahl von Freiberuflern und Soloselbstständigen steigen, die im digitalen Umfeld tätig sind (zum Beispiel Crowdworker). Gefährdungsbeurteilungen sind für diesen Personenkreis nicht vorgesehen, das Arbeitsschutzgesetz gilt ausschließlich für angestellte Beschäftigte und nicht für die genannten Arbeitsformen. Zu empfehlen ist, dass der Arbeitgeber bei der Beauftragung von Freiberuflern und Soloselbstständigen sowie Personen in anderen alternativen Beschäftigungsformen Hinweise für eine gute Arbeitsgestaltung gibt. Dies dient dem eigenen Interesse, um Störungen im Arbeitsablauf zu vermeiden sowie die Leistungsbereitschaft und Produktivität der Betroffenen zu erhöhen.

Möglichkeiten cyber-physischer Systeme für die Gefährdungsbeurteilung

Cyber-physische Systeme stellen die Gefährdungsbeurteilung nicht nur vor neue Herausforderungen, sondern können diese auch unterstützen, etwa durch Erkenntnisse, die aus (Echtzeit-)Daten in 4.0-Prozessen gewonnen werden – wie zum Beispiel Daten von Arbeitsmitteln, Arbeitsstoffen, Arbeitsräumen, Prozessen oder Personen (Datenschutz beachten). Unabhängig davon, inwieweit diese Erkenntnisse in Gefährdungsbeurteilungen einfließen, erscheinen durch 4.0-Prozesse unter anderem folgende neue Potenziale für eine menschengerechte

Arbeitsgestaltung nutzbar (immer unter Berücksichtigung des Datenschutzes):

- Frühzeitig und beinahe in Echtzeit kann der sicherheitstechnische Zustand von Arbeitsmitteln erfasst und präventiv Schutzmaßnahmen eingeleitet werden.
- Es lässt sich erkennen, ob nicht geeignete und nicht geprüfte Arbeitsmittel verwendet werden.
- Es kann beinahe in Echtzeit überprüft werden, ob die Maßnahmen in der Mensch-Software- beziehungsweise Mensch-Maschine-Schnittstelle eingehalten werden.
- Es kann festgestellt werden, welche Gefahrstoffe wie verwendet und verarbeitet werden und welche Expositionen entstehen.
- Die psychische Belastung von Beschäftigten kann beinahe in Echtzeit erfasst und entsprechende Schutzmaßnahmen eingeleitet werden.
- Über Sensoren kann festgestellt werden, ob die festgelegte Persönliche Schutzausrüstung (PSA) verwendet wird. So kann verhindert werden, dass Personen ohne erforderliche PSA Arbeiten durchführen (zum Beispiel durch Sperrung des Zugangs).
- Über Personenerkennung kann verhindert werden, dass unbefugte Personen gefährliche Arbeitsplätze betreten.
- Die Erfahrung der Beschäftigten aus dem Arbeitsprozess lässt sich über Gefährdungen und Belastungen beinahe in Echtzeit einbinden.
- Mithilfe von Simulationstechniken, zum Beispiel virtueller Realität (VR), können Arbeitsplätze und vernetzte

Arbeitsabläufe in cyber-physischen Systemen dargestellt, aus allen Perspektiven beobachtet und direkt von den Beschäftigten erprobt werden. Dabei lassen sich auch virtuelle und objektive Realität vermischen. ▶ *Siehe Umsetzungshilfe 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality.*

- Beschäftigte können personen- und bedarfsgerecht beinahe in Echtzeit unterwiesen werden – zum Beispiel durch Checklisten, virtuelle Werkstätten und Dokumentationshilfen.
- Die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung können in digitale Betriebsanweisungen einfließen und beinahe in Echtzeit auf den Smart Devices der Beschäftigten, wie Smartwatch, Tablet oder Datenbrille, am betreffenden Arbeitsplatz eingeblendet werden.

Diese hier dargestellten Beispiele sind nur ein kleiner Ausschnitt der Möglichkeiten, die 4.0-Technologien für eine menschengerechte Arbeitsgestaltung bieten. Eine Gefährdungsbeurteilung, die diese Möglichkeiten nutzt, kann ein zentraler Baustein einer sicheren und fehlerfreien sowie einer gesundheitsgerechten und produktiven Gestaltung der 4.0-Prozesse sein. Dabei ist es sinnvoll, dass die Gefährdungsbeurteilung in die intelligente Software (inkl. KI) integriert wird und darauf schon von Beginn an geachtet wird (zum Beispiel im Lasten-/Pflichtenheft¹⁰, bei Anschaffung/Weiterentwicklung der intelligenten Software [inkl. KI]).

▶ Welche Chancen und Gefahren gibt es?

Mögliche **Chancen** einer Gefährdungsbeurteilung sind beispielsweise:

- Frühzeitiges Erkennen neuer Gefährdungen (physische wie psychische) und Nutzung der Möglichkeiten der Gefährdungsbeurteilung für sichere und gesundheitsgerechte 4.0-Prozesse.
- Frühzeitiges Erkennen von Gefährdungen und Störungen durch den Einsatz von smarten Arbeitsmitteln und Arbeitsstoffen.
- Vermeidung von späteren Nachrüstungen durch vorausschauende und frühzeitige Festlegung von notwendigen Schutzmaßnahmen in der Gefährdungsbeurteilung.

- Rechtzeitige Berücksichtigung von Datensicherheit und Datenschutz in den 4.0-Prozessen.
- Rechtzeitiges Festlegen von Anforderungen an die Datenqualität und Datenerfassung, die für einen reibungslosen, gesundheitsgerechten, sicheren und verlässlichen 4.0-Prozess erforderlich sind.
- Rechtzeitige Analyse der Belastung der Beschäftigten durch neue 4.0-Technologien mit der Chance, Probleme direkt erkennen, ansprechen und lösen zu können.
- Rechtzeitige Planung der Maßnahmen, um die Potenziale der 4.0-Technologi-

en für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit nutzen zu können, wie zum Beispiel Unterweisung der Beschäftigten personen- und bedarfsbezogen beinahe in Echtzeit.

- Möglichkeiten simultaner Erprobung des Einsatzes der 4.0-Technologien ohne gesundheitliche Risiken (Virtual Reality).

Mögliche **Gefahren** einer nicht sorgfältig umgesetzten Gefährdungsbeurteilung sind beispielsweise:

- Das Übersehen von notwendigen Maßnahmen zu Sicherheit und Gesundheit in 4.0-Prozessen durch zu späte Berücksichtigung der Gefährdungen kann

¹⁰ Das Lastenheft wird in der Regel vom Auftraggeber verfasst, das Pflichtenheft vom Auftragnehmer. Das Pflichtenheft ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

zu zusätzlichen Kosten durch nachträgliche Implementierung (in intelligente Software) sowie zu Motivations- und Produktivitätsproblemen führen.

- Zu spätes Erkennen von Gefährdungen und Belastungen durch den Einsatz von Arbeitsmitteln und Arbeitsstoffen kann zu Unfällen und Gesundheitsbelastungen führen.
- Mögliche neue Belastungen durch die 4.0-Technologien, die zu Akzeptanz- und Motivationsproblemen der Führungskräfte und Beschäftigten führen können, werden nicht berücksichtigt.
- Die Fehleranfälligkeit und Wahrscheinlichkeit von Sicherheitsmängeln in

den 4.0-Prozessen steigt, da notwendige Schutzmaßnahmen nicht vorausschauend berücksichtigt werden.

- Datensicherheit und Datenschutz in den 4.0-Prozessen werden nicht systematisch realisiert, was zu Unzufriedenheit bei den Beschäftigten (mit Produktivitätsverlusten) und kostspieligen Nachrüstungen führen kann.
- Die Qualität der Daten, die in den 4.0-Prozessen erhoben und genutzt werden, ist nicht ausreichend, da die Anforderungen an die Daten im Bereich Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit nicht ausreichend und rechtzeitig beachtet worden sind.

■ Spätere technische Integration kann zu Schnittstellenproblemen der Gefährdungsbeurteilung mit bestehender intelligenter Software (inkl. KI) sowie zu unnötigen Kosten führen.

- Die neuen technischen 4.0-Potenziale werden nicht für die Gefährdungsbeurteilung genutzt (wie zum Beispiel Wirksamkeitskontrolle beinahe in Echtzeit, Gefahrensimulation durch virtuelle Realität).
- Erfahrungen der Beschäftigten werden nicht den technischen Möglichkeiten entsprechend eingebunden und Möglichkeiten für Verbesserungen werden verspielt.

› Welche Maßnahmen sind zu empfehlen?

Gefährdungsbeurteilung von 4.0-Prozessen

Bewirken die Einführung von 4.0-Prozessen und/oder die Nutzung von intelligenter Software (inkl. KI) wesentliche Änderungen, ist immer eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Diese muss sich an den Erfordernissen und Möglichkeiten des Betriebes ausrichten, ein allgemeingültiges Verfahren existiert nicht. Es gibt jedoch eine Reihe von Leitlinien¹¹ und Mustervorlagen von Unfallversicherungsträgern, staatlichen Stellen oder anderen Anbietern.¹² Für die Gefährdungen und Belastungen von 4.0-Prozessen gibt es noch wenige Hilfen zur Gefährdungsbeurteilung. Für die Gefährdungsbeurteilung von 4.0-Prozessen schlagen wir deswegen das bewährte Vorgehen vor:

1. Die Arbeitsbereiche und Tätigkeiten, die unter 4.0-Aspekten betrachtet werden sollen, festlegen, übergreifende beeinflussende Bereiche identifizieren.
2. Die Gefährdungen und Belastungen, die durch die intelligente Software (inkl. KI) in diesen Bereichen und Tätigkeiten auftauchen, ermitteln inklusive der veränderten Kommunikations-, Organisations- und Kooperationsprozesse. Dabei auch Aspekte der Datensicherheit und des Datenschutzes einbinden.
3. Um Kenntnis über mögliche Gefährdungen zu haben, vom Hersteller kurze und verständliche Informationen einfordern, welche Daten die 4.0-Technologie erfasst, wie und wo sie gespeichert und verarbeitet werden und wer

Zugriff auf die Daten hat. › *Siehe Umsetzungshilfe 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt.*

4. Die ermittelten Belastungen daraufhin bewerten, ob sie Gefährdungen verursachen.
5. Nötige Schutzmaßnahmen festlegen und auch festhalten, wie Maßnahmen in geplanten Anwendungen der intelligenten Software (inkl. KI) berücksichtigt werden können. Zugleich sollte überlegt werden, welche Erkenntnisse aus der Ermittlung von Gefährdungen beinahe in Echtzeit für eine Gefährdungsbeurteilung genutzt werden können.
6. Dafür sorgen, dass festgelegte Maßnahmen bei der Beschaffung von intelligenter Software (inkl. KI) und 4.0-Technologien beziehungsweise bei ihrer Programmierung berücksichtigt werden, soweit das sinnvoll und möglich ist. Dabei beachten, dass die Gefährdungsbeurteilung wesentliche Änderungen berücksichtigen soll.
7. Dafür sorgen, dass die Wirksamkeit der Maßnahmen kontrolliert wird. Festlegen, inwieweit eine Wirksamkeitskontrolle durch die intelligente Software (inkl. KI) erfolgt und inwieweit sowie auf welche Art eine Wirksamkeitskontrolle durch die dafür zuständigen Personen stattfindet.
8. Dafür sorgen, dass die Prozesse der Gefährdungsbeurteilung dokumentiert werden. Auch hier sollte vor Anschaffung beziehungsweise Programmierung der intelligenten Software

(inkl. KI) überlegt werden, in welcher Form die Software diese Dokumentation selbst vornimmt (und speichert) und wie sie später gegebenenfalls beinahe in Echtzeit zur Verfügung gestellt werden kann. Die intelligente Software dokumentiert und speichert auch, wie und wann (Zugriffsregelungen/Zeitpunkt) die intelligente Software (inkl. KI) beziehungsweise wie und wann die Person(en) im Prozess die Entscheidungen trifft und zuständig ist (Verantwortung besitzt).

Die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung lassen sich in digitale Assistenzsysteme von 4.0-Prozessen einspeisen, die von Beschäftigten mobil genutzt werden oder fest an den Arbeitsplätzen installiert sind. Auf diesen Endgeräten können Informationen zu Gefährdungen der aktuell anstehenden Arbeitsaufgabe, zur Betriebsmittelsicherheit und zu eventuell notwendig werdenden Maßnahmen als Push-Mitteilung eingeblendet oder bei Bedarf abgerufen werden. Bei der Gefährdungsbeurteilung sollte überlegt werden, wie diese Möglichkeiten berücksichtigt und genutzt werden können. Auch diese Anforderung lässt sich bei der Beschaffung oder Programmierung von intelligenter Software (inkl. KI) berücksichtigen.

In Betrieben, die bereits 4.0-Technologien integriert haben, zeigt sich in unseren Expertengesprächen in der Analyse potenzieller Gefährdungen durch 4.0-Prozesse, dass allgemeine Schutz-

¹¹ zum Beispiel GDA 2017, 2016, 2015

¹² Die Muster-Gefährdungsbeurteilungen der Unfallversicherungsträger und der staatlichen Einrichtungen sind zusammengefasst zu finden auf: www.gefaehrdungsbeurteilung.de, einer Plattform der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Mögliche Gefährdungen bei 4.0-Prozessen	Tabelle 2
Gefährdungen, die bei 4.0-Prozessen in Arbeitsbereichen und Tätigkeiten auftreten können – Beispiele	Mögliche Schutzmaßnahmen – Beispiele
Die Führungskräfte und Beschäftigten besitzen keine ausreichende Kompetenz für einen sicheren und gesundheitsgerechten Umgang mit 4.0-Technologien.	Kompetenz im Umgang mit 4.0-Technologien durch Qualifizierung und Training fördern (digitale personale Resilienz).
Die Aspekte der sicheren und gesundheitsgerechten Gestaltung von 4.0-Prozessen sind bei der Planung und Beschaffung der intelligenten Software (inkl. KI) bei dem betrachteten Arbeitsbereich oder der Tätigkeit nicht berücksichtigt worden.	Bei der Anschaffung einer intelligenten Software (inkl. KI)/der Entwicklung (Lasten-/Pflichtenheft), aus der sich wesentliche Änderungen ergeben, Inhalte der präventiven/menschengerechten Arbeitsgestaltung einbringen und berücksichtigen (mitwirken) (Mensch muss geschützt werden).
Die Daten der 4.0-Prozesse des betrachteten Arbeitsbereiches oder der Tätigkeit liegen bei einer unsicheren, nicht verlässlichen Cloud (des Herstellers, eines Dienstleisters).	Nur 4.0-Dienstleistungen (zum Beispiel Clouds, Tools, Plattformen) verwenden/beauftragen, die sichere, verlässliche und qualitätsgesicherte Leistungen garantieren, sodass gesundheitsgerechte und zuverlässige Arbeitsabläufe möglich sind.
Die intelligente Software (inkl. KI) des betrachteten Arbeitsbereiches oder der Tätigkeit lernt nach Kriterien, die den beteiligten Führungskräften und Beschäftigten nicht bekannt sind.	Jede für die Gefährdungsbeurteilung zuständige Person (falls möglich auch die Führungskräfte und Beschäftigten) sollte zumindest in Grundzügen wissen, nach welchen Kriterien die intelligente Software (inkl. KI) entscheidet und lernt sowie welche Daten die „Dinge“ erfassen.
Die intelligente Software (inkl. KI) des betrachteten Arbeitsbereiches oder der Tätigkeit erfasst personenbezogene Daten und verwendet sie weiter, ohne dass der Datenschutz gewahrt ist.	Jede für die Gefährdungsbeurteilung zuständige Person (falls möglich auch die Führungskräfte und Beschäftigten) sollte zumindest in Grundzügen wissen, welche personenbezogene Daten die intelligente Software (inkl. KI) wie erfasst, wofür sie verwendet und wo sie gespeichert werden.
Es ist unter den für die Gefährdungsbeurteilung zuständigen Personen bei dem betrachteten Arbeitsbereich oder der Tätigkeit nicht geklärt, wie mit den erhobenen Daten umgegangen wird.	Im Betrieb vereinbaren, wie mit den erhobenen Daten umgegangen wird (vor allem den personenbezogenen Daten) und welche Rolle die intelligente Software (inkl. KI) spielt (Interventionsmöglichkeiten vereinbaren).
Die intelligente Software (inkl. KI) des betrachteten Arbeitsbereiches oder der Tätigkeit nutzt die erhobenen Daten auch für andere Prozesse im Betrieb, ohne dass die beteiligten Akteure es wissen.	Zusammenhänge der 4.0-Prozesse im Unternehmen den für die Gefährdungsbeurteilung zuständigen Personen (falls möglich auch den Führungskräften und Beschäftigten) transparent machen (Orientierungswissen für veränderte Abläufe, Identität).
Die intelligente Software (inkl. KI) des betrachteten Arbeitsbereiches oder der Tätigkeit steuert teilweise die Prozesse eigenständig (Handlungsträgerschaft) und schränkt damit den Entscheidungsspielraum von Führungskräften und Beschäftigten ein.	Das CPS dokumentiert und speichert, wie (Zeitpunkt und Zugriffsregelungen) in einem 4.0-Prozess die intelligente Software (inkl. KI) die Entscheidungen trifft und wann der Mensch zuständig ist (Verantwortung besitzt), um eventuelle Haftungsfragen im Nachhinein klären zu können.
Die intelligente Software (inkl. KI) des betrachteten Arbeitsbereiches oder der Tätigkeit steuert teilweise die Prozesse eigenständig und übergibt „das Kommando“ im Notfall abrupt an den Beschäftigten.	Eine abrupte Übergabe der Kontrolle über 4.0-Prozesse an den Menschen (zum Beispiel in einem „Notstand“) ausschließen.
Die Führungskräfte und Beschäftigten haben keine Kriterien für die Bewertung der Gefährdungen und Belastungen, die durch intelligente Software (inkl. KI) ganz oder teilweise gesteuerte Arbeitsmittel/Stoffe/Tätigkeiten/Arbeitsprozesse auftreten können.	Kriterien für die Bewertung der intelligenten Software (inkl. KI) kennen, um das Wesentliche der 4.0-Arbeitsprozesse sowie die Chancen und Gefahren wahrnehmen zu können.

maßnahmen bei fast allen Arbeitsbereichen und Tätigkeiten immer wieder auftauchen. Diese von uns in Gesprächen ermittelten Gefährdungen werden im Folgenden dargestellt. Sie sollen einen Zugang zum Thema schaffen, ohne dass sie den jeweils konkreten Einzelfall abdecken können.

Möglichkeiten cyber-physischer Systeme für die Gefährdungsbeurteilung nutzen

Damit die Möglichkeiten cyber-physischer Systeme für die Gefährdungsbeurteilung genutzt werden können, ist bei der Beschaffung von smarten Dingen (wie Arbeitsmitteln, -stoffen, Gegenständen der Arbeitsumgebung, Assistenzsystemen, persönlicher Schutzausrüstungen) darauf zu achten, dass die Sensoren dieser Dinge auch Daten erfassen, die für die Gefährdungsbeurteilung nützlich sein können. Die 4.0-Technologien erlauben vor allem eine Überprüfung der Wirksamkeit der in der Gefährdungsbeurteilung festgelegten Maßnahmen. Sensoren, die diese Daten erfassen, können zwar auch im Nachhinein installiert werden, dies ist aber zumeist mit einem höheren Aufwand verbunden und führt

in der Regel auch zu Kompatibilitätsproblemen.

Eine wertvolle Unterstützung der vorausschauenden Gefährdungsbeurteilung bieten digitale Simulationstechniken, wie die virtuelle Realität (VR), die vor allem bei der Gefährdungsermittlung eingesetzt werden kann. Durch Simulation von Arbeitssituationen können vor dem konkreten betrieblichen Einsatz Schwachstellen und Gefährdungen erkannt werden; auf dieser Grundlage können dann Lösungen und Maßnahmen präventiv entwickelt und entsprechend umgesetzt werden. Realitätsnahe Lösungen für die Gestaltung von Produktionsprozessen und Schutzkonzepten erlauben auch die Überprüfung der Mensch-System-Interaktion, der menschlichen Informationsverarbeitung im Arbeitssystem und die realitätsnahe Untersuchung von Unfallursachen.

Gefährdungsbeurteilung rechtzeitig einbinden

Damit die Potenziale cyber-physischer Systeme für Gefährdungsbeurteilungen genutzt werden können, sollten die an der Gefährdungsbeurteilung beteiligten

Akteure bei der Planung und Beschaffung beziehungsweise Programmierung von intelligenter Software (inkl. KI) eingebunden werden, soweit diese zu wesentlichen Änderungen im Betrieb führen. Zu empfehlen ist, das Thema Gefährdungsbeurteilung in der Phase zum Thema zu machen, in der die Prozesse noch beeinflusst werden können. Daran sollten alle Akteure ein hohes Interesse haben:

- Die Führungskräfte, weil sie dann vorausschauend die Risiken analysieren können. Fehler, Störungen, Unfälle und Belastungen bei den 4.0-Prozessen können vermieden und diese Prozesse motivierend, gesundheitsgerecht und produktiv gestaltet werden.
- Die Fachkräfte für Arbeitssicherheit und die Betriebsärzte, damit sie ihre Kompetenzen und ihre Themen dort einbringen können, wo sie noch Wirkung erzielen können.

Die Beschäftigten beziehungsweise die gesetzlichen Interessenvertretungen sollten entsprechend ihren jeweiligen Aufgaben beteiligt werden. Beteiligungsorientierte Lösungen schaffen meistens gute Ergebnisse.

Quellen und weitere Informationsmöglichkeiten:

ArbSchG – Arbeitsschutzgesetz, 23.10.2013.
 ArbStättV – Arbeitsstättenverordnung, 18.10.2017.
 BAuA (2018). *Gefährdungsbeurteilung*. <http://www.gefaehrdungsbeurteilung.de/de>. Zugriffen: 11.05.2018.
 BetrSichV – Betriebssicherheitsverordnung, 18.10.2017.
 DGUV (2018). *Virtuelle Realität der Mensch-System-Interaktion*. <http://www.dguv.de/ifa/fachinfos/virtuelle-realitaet/index.jsp>. Zugriffen: 11.05.2018.

GDA (2018). *Leitlinie Beratung und Überwachung bei psychischer Belastung am Arbeitsplatz*. Berlin. http://www.gda-portal.de/de/pdf/Leitlinie-Psych-Belastung.pdf?__blob=publicationFile&v=10. Zugriffen: 11.05.2018.
 GDA-Arbeitsprogramm Psyche (2016). *Empfehlungen zur Umsetzung der Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastung*. Berlin. http://www.gda-portal.de/de/pdf/Psych-Umsetzung-GfB.pdf?__blob=publicationFile&v=6. Zugriffen: 11.05.2018.

GDA (2017). *Leitlinie Gefährdungsbeurteilung und Dokumentation*. Berlin. https://www.gda-portal.de/de/pdf/Leitlinie-Gefaehrdungsbeurteilung.pdf?__blob=publicationFile&v=14. Zugriffen: 11.05.2018.
 GDA (2018). *GDA-ORGACheck*. <http://www.gda-orgacheck.de/daten/gda/index.htm>. Zugriffen: 11.05.2018.
 GefStoffV – Gefahrstoffverordnung, 29.03.2017.
 Leistner, W. (2010). *Ratgeber zur Gefährdungsbeurteilung: Handbuch für Arbeitsschutzfachleute*. Dortmund: BAuA.

Zu diesem Thema könnten Sie auch folgende weitere Umsetzungshilfen interessieren:

- 1.1.7 Informationsblatt smartes Produkt
- 2.2.1 Risikobetrachtung von 4.0-Prozessen
- 2.2.3 Risikobetrachtung und IT-Sicherheit
- 2.3.1 Datensicherheit in 4.0-Prozessen
- 2.3.2 Datenschutz in 4.0-Prozessen
- 2.3.3 Datenqualität in 4.0-Prozessen
- 2.4.4 Digital unterstützter kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)
- 3.2.6 Augmented Reality – Virtual Reality (künstliche Welten)



Herausgeber: „Offensive Mittelstand – Gut für Deutschland“ – Stiftung „Mittelstand – Gesellschaft – Verantwortung“ Kurfürsten-Anlage 62, 69115 Heidelberg, E-Mail: info@offensive-mittelstand.de; Heidelberg 2019

© Stiftung „Mittelstand – Gesellschaft – Verantwortung“, 2019 Heidelberg. Gemeinsam erstellt von Verbundprojekt Prävention 4.0 durch BC GmbH Forschung, Institut für Betriebliche Gesundheitsförderung BGF GmbH, Forum Soziale Technikgestaltung, Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V. – ifaa, Institut für Mittelstandsforschung Bonn – IfM Bonn, itb – Institut für Technik der Betriebsführung im Deutschen Handwerksinstitut e.V., Sozialforschungsstelle Dortmund – sfs Technische Universität Dortmund, VDSI – Verband für Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz bei der Arbeit e.V. – gefördert vom BMBF – Projektträger Karlsruhe