

Industrie 4.0: Herausforderungen für die Prävention – Positionspapier der gesetzlichen Unfallversicherung

Juli 2017

1 Ziel des Positionspapiers

Die vorliegende Position der Träger der gesetzlichen Unfallversicherung und der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) beschreibt Chancen und Risiken für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit durch die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung in der Produktion, der Logistik sowie im Transport. Diese Entwicklung wird mit dem Schlagwort Industrie 4.0 umschrieben.

Industrie 4.0 ist eine stark von technischen und ökonomischen Entwicklungen geprägte Veränderung der industriellen Arbeitswelt. Arbeiten 4.0 umfasst die gesamte Arbeitswelt mit ihren Auswirkungen auf den Menschen [3; 4]. In diesem Papier liegt der Fokus auf der industriellen Arbeitswelt. Das Positionspapier richtet sich an Akteure und Betroffene und soll zur Verständigung über die Handlungsfelder der Prävention beitragen.

2 Industrie 4.0 – Ausgangssituation und Perspektiven

Industrie 4.0 bezeichnet ursprünglich eine in Deutschland initiierte Strategie zur aktiven Gestaltung des digitalen Strukturwandels der industriellen Produktion. Auch international bekannter Bezugsrahmen hierfür ist die Plattform Industrie 4.0 [14], die das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit Beteiligung des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS) sowie weiterer Ministerien, der Sozialpartner, von Verbänden und Wissenschaft in Deutschland organisieren.

Rund 15 Millionen Arbeitsplätze hängen in Deutschland direkt und indirekt von der produzierenden Wirtschaft ab [14]. Rund 80 Prozent aller europäischen Exporte sind Industrieerzeugnisse [13].

Industrie 4.0 ist gekennzeichnet durch die engere Vernetzung von Mensch, Maschine und Produkt. Diese Entwicklung betrifft zunehmend global agierende Unternehmen, dynamische Projektverbände und auch Einzelpersonen, und sie verändert massiv bisherige Arbeitsweisen (z. B. durch „crowdworking“).

Mit der Digitalisierung von Industrie und Wirtschaft verändern sich Wertschöpfungsprozesse und Geschäftsmodelle. Es entstehen Chancen und Herausforderungen für Unternehmen und Beschäftigte, auch vor dem Hintergrund von Globalisierung, demografischem Wandel, Klimawandel, Individualisierung u. a.

Besondere Auswirkungen sind zu erwarten in Produktion, Logistik und Transport, z. B. in den Industriesektoren Fahrzeugbau, Maschinen- und Anlagenbau, Elektronik/ Elektrotechnik, Informatik, Metall, Kunststoff, Glas, Keramik, Holz, Chemie, Pharma, Nahrungsmittel und Bau. Aufgrund uneinheitlicher Technologieniveaus und ungleicher wirtschaftlicher Anforderungen entwickelt sich Industrie 4.0 unterschiedlich schnell weiter. Zunehmend wird in Unternehmen „smarte“ Automatisierung durch kooperative Systeme aus Technik und Mensch eingesetzt. Es zeichnet sich ab, dass zusätzlich auf künstlicher Intelligenz basierende und Wissen speichernde Systeme immer mehr Aufgaben übernehmen.

Beschäftigungsstrukturen, Arbeitsanforderungen und Qualifikationen wandeln sich. Wie sich Industrie 4.0 auf die Anzahl der Arbeitsplätze auswirken wird, ist derzeit noch umstritten. Erwartet wird aber eine Verschiebung des Bedarfs von mittel qualifizierten hin zu niedrig oder höher qualifizierten Beschäftigten.

Technologische Entwicklungen treiben den Wandel gegenwärtiger Produktionssysteme voran, der auch als Vierte Industrielle Revolution bezeichnet wird, z. B.:

- durchgängige Vernetzung von Menschen, Maschinen, Prozessen, Daten und Objekten („internet of everything“)
- exponentielle Steigerung der Speicher- und Analysefähigkeit der Informations- und Kommunikationstechnologien (cyberphysische Systeme)
- neue Möglichkeiten in Robotik, Sensorik und bei Assistenzsystemen sowie additiven Fertigungsverfahren, z. B. 3D-Druck
- maschinelles Lernen, künstliche Intelligenz, Selbstorganisation und Autonomie von Produkten und Prozessen („smart factory“)

3 Handlungsfelder für die Prävention

Die Chancen und Herausforderungen von Industrie 4.0 für die Prävention sind ganzheitlich und interdisziplinär zu betrachten. Sicherheit und Gesundheit der Erwerbstätigen müssen im Rahmen des betrieblichen Handelns als eigenständiger hoher Wert anerkannt und gelebt werden. Dazu gehören die Fähigkeit und der Wille zur Selbstüberprüfung und Anpassung an die Anforderungen des Arbeitsschutzes. Dies führt zu einer nachhaltigen Kultur der Prävention [10] und ist ein wichtiger Beitrag, um Arbeitsschutz auch im Rahmen der Digitalisierung der Arbeit erfolgreich umzusetzen. Damit wird auch das Ziel der Vision Zero [11] verfolgt.

Im Folgenden werden dazu Handlungsfelder in technologiebezogene, organisatorische und personenbezogene Aspekte gegliedert dargestellt. Diese Handlungsfelder müssen künftig in allen Präventionsleistungen der Unfallversicherungsträger [12] aufgegriffen werden.

3.1 Handlungsfelder bei technologiebezogenen Aspekten

Entwicklungen in Industrie 4.0 können positive Auswirkungen auf Sicherheit und Gesundheit des Menschen bei der Arbeit haben. Dies ist der Fall, wenn mit neuen Technologien Arbeitssysteme sicher und menschengerecht gestaltet werden und darüber hinaus diese neuen Technologien aktiv für den Arbeitsschutz genutzt werden, z. B. zum Expositionsmonitoring.

Risiken für die Beschäftigten können durch zu erwartende oder bislang unbekannte Wechselwirkungen zwischen neuen Technologien und Beschäftigten im Arbeitssystem entstehen.

Weiterhin erweist sich die Bewertung neuer Technologien hinsichtlich Sicherheit und Gesundheit als Herausforderung, wenn sich diese Technologien in immer kürzeren Zyklen entwickeln oder wenn aufgrund der zunehmenden Komplexität neue innovative Betrachtungen notwendig werden.

Dieses Positionspapier stellt die Handlungsfelder und Herausforderungen für die technologiebezogene Prävention in den Vordergrund.

Maschinen- und Anlagensicherheit

Industrie 4.0 ist gekennzeichnet durch zunehmende Komplexität und ein möglicherweise höheres Risiko für gefahrbringende Ausfälle, speziell auch durch softwaregestützte Komponenten und neue Formen der Mensch-System-Interaktion. Dies erfordert angepasste Methoden zum Erreichen von funktionaler Sicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Ergonomie.

Wandelbare und sich zukünftig selbstorganisierende Produktionssysteme erfordern hierauf abgestimmte Schutzkonzepte und innovative Systeme zur Unterstützung bei der Risiko- und Gefährdungsbeurteilung.

Risiken für Maschinen- und Anlagensicherheit („safety“) durch potenziell korruptierte Informationen oder Daten müssen bewertet und Vermeidungsstrategien entwickelt werden.

Sicherheit von Informationstechnik (IT-Sicherheit)

IT-Sicherheit („security“) spielte bislang auf der Maschinen-ebene eine untergeordnete Rolle. Im Rahmen der Digitalisierung werden Maschinen, Anlagen oder Produktions- bzw. Logistikprozesse immer häufiger lokal und global vernetzt. Deren Sicherheitskonzepte können durch zunehmende Cyber-Attacks korruptiert werden.

Um Manipulationen oder Eingriffe verhindern zu können, muss IT-Sicherheit nachgerüstet und stets aktuell gehalten werden. Die Herausforderung im Betrieb: IT-Sicherheit muss wegen neuer Bedrohungen, Updates, Sicherheitslücken usw. immer wieder neu bewertet werden.

Forschung und Entwicklung für die IT-Sicherheit neuer Maschinen und Geräte sind ebenso notwendig wie Verfahren zur Migration von IT-Sicherheit bei Bestandsanlagen.

Autonome Maschinen/Transportmittel

Die Diskussion über Chancen und Risiken autonomer Pkw und Nutzfahrzeuge lässt sich auch auf innerbetriebliche autonome Maschinen/Transportmittel übertragen.

Bei Interaktionen zwischen autonomen technischen Systemen und Beschäftigten sind Anforderungen an die funktionale Sicherheit und an die Gestaltung gebrauchstauglicher und ergonomischer Mensch-System-Interaktion relevant.

Assistenzsysteme

Assistenzsysteme werden Menschen beim Wahrnehmen, Entscheiden und Handeln mit und an Maschinen und Transportmitteln zunehmend unterstützen. Sogenannte Umgebung-intelligenz („ambient intelligence“), z. B. in Arbeitsumgebung oder -kleidung integrierte Sensoren, bieten neben verbessertem Komfort und ergonomischen Bedingungen die Möglichkeit für Warnfunktionen und zur Einleitung von Schutzmaßnahmen. Dabei sind rechtliche Rahmenbedingungen, z. B. zum Datenschutz, zu beachten. Assistenzsysteme, wie akustische Warnhinweise für Sehbehinderte, können zur barrierefreien Gestaltung der Arbeitswelt beitragen.

Es ist zu klären, welche technische, dem Risiko entsprechende Zuverlässigkeit jeweils notwendig ist und wie sich die Risikowahrnehmung und das Risikoverhalten durch Assistenzsysteme verändern.

Automatisierung

Industrie 4.0 führt zu noch mehr, vor allem adaptiver und adaptierbarer Automatisierung. Anforderungen an Mensch-Maschine-Schnittstellen für diese Formen der Automatisierung müssen entwickelt werden. Der Automatisierungsgrad sollte den Aufgaben und Anforderungen entsprechend optimal für Beschäftigte gestaltet sein.

Die Aufgabenteilung zwischen Mensch und Maschine ist so zu gestalten, dass Ironien der Automatisierung abgewendet werden: Beispielsweise verspricht ein hoher Automatisierungsgrad

einerseits hohe Produktivität, andererseits kann dann der Mensch, mangels praktischer Erfahrung, die Maschine bei Störungen möglicherweise nicht mehr sicher steuern.

Bei der Automatisierung muss darauf geachtet werden, dass auch Interaktionen zwischen mehreren Menschen und mehreren Maschinen zueinander passen.

Mensch-System-Interaktion

Überwachungs-, Steuerungs- und Kontrolltätigkeiten für vernetzte dynamische Prozesse in Produktion, Logistik und Verkehr nehmen zu. Dazu interagieren Beschäftigte mit technischen Systemen über Schnittstellen, deren Wirkstelle räumlich und zeitlich weit entfernt angeordnet sein kann (z. B. Fernleitwarten), sich allerdings auch nah an der Maschine selbst befinden kann. Anforderungen an die sichere und ergonomische Gestaltung dieser Interaktion müssen frühzeitig entwickelt und bewertet werden.

Neue und auch mobile automatisierte Systeme und Geräte sowie Interaktionsformen der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) werden den Menschen bei immer mehr Funktionen und Handlungen unterstützen, ergänzen oder sogar vertreten. Menschen erfahren eine Digitalisierung, Virtualisierung und Erweiterung (augmented reality) ihrer Arbeitswelt, z. B. durch 3D-Visualisierungen, wearables, Datenbrillen oder Kamera-Monitor-Systeme. Zur Prävention müssen physische und psychische Belastung bei der Gestaltung dieser Systeme optimiert werden.

Fernsteuerung und -wartung

Fernsteuerung und -wartung von Maschinen und Anlagen erlauben Menschen Eingriffe über neue Schnittstellen. Damit können Dienstwege eingespart und Menschen von gefährlichen Umgebungen getrennt werden. Allerdings können sich neue Gefährdungen ergeben, für die wiederum geeignete Maßnahmen zu entwickeln sind.

Datenanalyse

Mit einer zunehmenden Anzahl von Sensoren können immer mehr Umgebungsinformationen aufgenommen werden. Diese Sensoren werden zudem stärker vernetzt sein. Sehr leistungsfähige Analysemethoden und -systeme werden die dadurch immer schneller wachsenden Mengen („big data“) an Daten zu Produkten, Prozessen, Belastungen und Beanspruchungen zu wertvollen Informationen („smart data“) aufbereiten. Diese lassen sich für eine Verbesserung von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit nutzen.

Mit diesen Informationen lassen sich Gefahrenbereiche wie Maschinen, Verkehrswege und Gefahrstofflager besser überwachen, drohende Maschinendefekte rechtzeitig erkennen und Unfälle vermeiden. Viele Gefahrensituationen können früher und autonom erkannt, bewertet und abgewendet werden. Anforderungen an die Zuverlässigkeit dieser komplexen Systeme müssen definiert werden.

Bei allen Vorteilen solcher Technologien ist jedoch auch auf die Gefahr einer umfangreichen Überwachung der Beschäftigten und auf die daraus erwachsenden möglichen Konsequenzen für die Menschen zu verweisen.

Produktions- und Logistiktechnologien

Industrie 4.0 geht einher mit neuen Maschinentypen und Arbeitsformen: kollaborierende Roboter, Serviceroboter, Telepräsenzroboter, mobile Manipulatoren, Drohnen, Exoskelette, Kraftverstärker, additive Fertigungsverfahren (3D-Druck) usw.

Diese verändern die physische und psychische Belastung der Beschäftigten und können neue Gefährdungen ergeben, die zu bewerten sind und für die Maßnahmen entwickelt werden müssen. Regelungen für den Arbeitsschutz beim Einsatz dieser Technologien müssen ggf. angepasst werden. Werden in Industrie 4.0 sich selbst organisierende oder rekonfigurierende Produktions- und Logistiksysteme eingesetzt, müssen ggf. neue Abgrenzungen zwischen Hersteller und Betreiber (Neunte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz, Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln) geklärt werden.

Technologien für Produktentwicklung und Produktionsplanung

Die zukünftige digitale Durchgängigkeit der Produktentwicklung und Produktionsplanung ermöglicht eine viel früher ansetzende und ganzheitliche Risiko- und Gefährdungsbeurteilung mit Simulationsmethoden. So wird in Simulations-Software z. B. für Roboter bereits begonnen, die in Normen geforderten Mindest- und Sicherheitsabstände, die biometrischen Kraft- und Druckgrenzwerte und auch die spezifischen Nachlaufeigenschaften zu integrieren.

3.2 Handlungsfelder bei organisatorischen Aspekten

Die Arbeitsschutzorganisation umfasst alle sich aus dem Vorschriften- und Regelwerk ergebenden organisatorischen Maßnahmen des Arbeitsschutzes, die idealerweise integraler Bestandteil betrieblicher Prozesse und Strukturen sind. Die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes ist auch im Zusammenhang mit Industrie 4.0 ein Kernthema der gesetzlichen Unfallversicherung.

Folgende Handlungsfelder sind für die digitale, hoch technisierte und flexible Arbeitswelt relevant:

Beurteilung der Arbeitsbedingungen

Eine Beurteilung der Arbeitsbedingungen, die lediglich Einzelaspekte betrachtet, ist auch in der digitalen Arbeitswelt unzureichend. Unternehmen müssen bei der ganzheitlichen Beurteilung alle Gefährdungen und Arbeitsbedingungen sowie deren Wechselwirkungen betrachten.

Arbeitsgestaltung

Die Arbeitsgestaltung muss mehr denn je prospektiv werden. Auch in Produktionsprozessen, in denen nicht mehr unmittelbar per Hand eingegriffen wird und der Mensch dementsprechend

überwiegend kontrollierende Funktionen ausübt, stehen weiterhin Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten im Vordergrund.

Räumliche und zeitliche Flexibilisierung

Moderne Informations- und Kommunikationstechnik ermöglichen neue Raum-Zeit-Strukturen von Arbeitsprozessen. Dies führt zu Arbeitsformen, die durch Dynamik und Komplexität geprägt sind und hohe Flexibilität der Erwerbstätigen ermöglichen oder erfordern, z. B. Teleheimarbeit, mobile Arbeit und virtuelle Teamarbeit. Unabhängig von der jeweiligen Arbeitsform müssen Unternehmen für alle ihre Beschäftigten ein hohes Arbeitsschutzniveau sicherstellen.

3.3 Handlungsfelder bei personenbezogenen Aspekten

Bei personenbezogenen Aspekten werden sechs Handlungsfelder betrachtet, die mit den Handlungsfeldern in den Bereichen Technik und Organisation eng vernetzt sind:

Physische Belastung

Die technische Entwicklung birgt viele Chancen, aber auch Risiken hinsichtlich physischer Belastung. Fähigkeitsverstärker mit individuellen Anpassungsmöglichkeiten, wie mobile Tragehilfen oder Exoskelette, bieten die Chance, die physische Belastung zu optimieren. Neue Formen der Robotik und Automatisierung übernehmen viele für den Menschen physisch belastende Tätigkeiten. Dies birgt jedoch gleichzeitig die Gefahr von einseitigen Belastungsmustern und Bewegungsarmut. Es ist eine Ausgewogenheit zwischen Entlastung und abwechslungsreicher Belastung anzustreben.

Psychische Belastung

Auch bei der psychischen Belastung muss eine individuelle Balance hergestellt werden. Eine Flut an Daten und Informationen und die sich ständig wandelnden Arbeitsaufgaben und -bedingungen können zu Überforderung führen. Durch Arbeitsverdichtung und erweiterte Erreichbarkeit kann eine zunehmende Belastung entstehen. Auf der anderen Seite können z. B. monotone Restarbeiten Unterforderung bewirken.

Mobile IKT-Geräte erleichtern Arbeitsprozesse und unterstützen beispielsweise niedrig qualifizierte Beschäftigte dabei, auch komplexe Aufgaben zu übernehmen. Assistenzsysteme können die kognitive Belastung optimieren und Anforderungen senken.

Um eine psychische Fehlbelastung zu vermeiden, sollte bei der Auswahl von Technologien gewährleistet werden, dass die Handlungskompetenz der Beschäftigten bewahrt bleibt oder gar erhöht wird. Gleiches gilt für Maßnahmen zur qualitativen Anreicherung der Arbeit durch abwechslungsreiche Arbeitszusammenhänge, Eigenverantwortung und Handlungsspielraum der Beschäftigten.

Führung

In Industrie 4.0 wandelt sich die auf wenige Führungspersonen gebündelte Verantwortung hin zu einer breiteren Verteilung

der Verantwortung auf Beschäftigte je nach Aufgabe, Funktion und Erfahrung. Beschäftigte müssen befähigt werden, in jeder Arbeitssituation eigene Verantwortung zu erkennen und anzunehmen. Dafür müssen während des gesamten Arbeitslebens Zeit und ein individuelles Konzept für Bildung und Qualifizierung zur Verfügung stehen. Führungsstil und Führungsqualität sind je nach Verantwortung zu bedenken und je nach Aufgabe weiterzuentwickeln.

Gemischte Teams mit unterschiedlichen Qualifikationen und Erfahrungen werden der Dynamik der Veränderungen am besten gerecht. Häufig wechselnde Aufgaben und Funktionen erfordern von jedem Teammitglied ein individuelles Maß an Führungsqualität und Führungsverantwortung. Auch müssen neue Strategien entwickelt werden, wie Führung von Beschäftigten an verteilten Standorten, von Leiharbeitnehmer und -nehmerinnen bzw. Solo-selbstständigen organisiert werden kann.

Demografischer Wandel

Parallel zum digitalen Wandel vollzieht sich der demografische Wandel in der Arbeitswelt. Das Alter ist auch in der digitalen Arbeitswelt nur ein, wenn auch wichtiger, Aspekt in der Vielfalt der Eigenschaften und Potenziale, die jeden Menschen ausmachen. Die unterschiedliche Affinität der Beschäftigten zu digitalen Anwendungen sollte berücksichtigt werden.

In gemischten Teams können alle Teammitglieder aus verschiedenen Alters- und Lebensphasen ihre individuellen Kompetenzen einbringen. Diese Zusammensetzung fördert das gegenseitige Voneinander-Lernen und die damit verbundene Wertschätzung. Beides ist für gesundheitsförderliches Arbeiten eine wesentliche Voraussetzung. Damit dies gelingt, ist die Erhaltung und Förderung von geistiger und körperlicher Fitness wichtig. Lebenslanges Lernen beinhaltet auch körperliches und kognitives Training, das orts- und zeitunabhängig stattfinden bzw. in den Arbeitsprozess integriert werden kann.

Qualifizierung

Lebenslanges Lernen und Qualifizierung sind Schlüsselfunktionen für den Erhalt der Beschäftigungsfähigkeit. Sie ermöglichen die gesunde und dauerhafte Teilhabe von Beschäftigten an der Arbeitsgesellschaft. Diese Schlüsselfunktionen sind Voraussetzung dafür, die für neue IKT erforderlichen Kompetenzen erwerben und die neuen Herausforderungen der Mensch-System-Interaktion beherrschen zu können. Die dynamische Entwicklung der Digitalisierung in der Arbeitswelt birgt allerdings die Tendenz einer Polarisierung der Qualifikationsniveaus.

Die für die Ausübung sich verändernder Tätigkeiten notwendigen Kompetenzen müssen zeitnah angepasst und für Beschäftigte individuell entwickelt und trainiert werden. Lernen wird unabhängiger von traditionellen Lernorten und festen Lernzeiten. IKT-Entwicklungen wie Datenbrillen und neue Lerntools, z. B. Lernapps, Microtrainings und Webinare, lassen Lernen in verschiedenen Situationen zu. Insbesondere handlungsorientiertes Lernen kann auf diese Weise zunehmend in den Arbeitsprozess integriert werden.

Gesundheitskompetenz

Um den vielfältigen Herausforderungen des technischen Wandels im Rahmen von Industrie 4.0 im Arbeitsleben begegnen zu können, benötigen Beschäftigte die Fähigkeit und Bereitschaft, sich mit Gesundheitsthemen und Risikofaktoren auseinanderzusetzen.

In diesem Sinne bedeutet Gesundheitskompetenz, z. B. auf Basis einer geeigneten Unterweisung oder arbeitsmedizinischen Beratung, das eigene Informationsniveau zu Gesundheitsthemen und Risikofaktoren aktuell zu halten. Der Arbeitgeber muss sicherstellen, dass vermittelte Zusammenhänge verstanden und angewandt werden.

Schließlich sollen die Beschäftigten in der Lage sein, die für die Gesundheit und Sicherheit richtigen Entscheidungen zu treffen und – sofern in ihrem Einflussbereich – Verantwortung dafür zu übernehmen. Dies darf keine Verlagerung der Pflichten des Arbeitgebers gemäß Arbeitsschutzgesetz auf die Beschäftigten bedeuten.

4 Fazit und Ausblick

Der rasante Wandel durch Industrie 4.0 erfordert eine aktive Gestaltung der technologischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen für Sicherheit und Gesundheit. Neben der Anwendung vorhandener Konzepte müssen auch neue Konzepte entwickelt werden. Dabei besteht durch Industrie 4.0 sowohl für Betriebe als auch für Beschäftigte die Chance, die Arbeitsformen an neue gesellschaftliche Anforderungen flexibel anzupassen.

Die Digitalisierung der Arbeit unterstützt diesen Anpassungsprozess und hat einen positiven Einfluss auf die Produktivität. Intelligente Technologien können helfen, Arbeitsunfälle, Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren zu verhüten, wenn die Grundprinzipien der Prävention eingehalten werden. Digitalisierung birgt aber auch die in den Handlungsfeldern erläuterten Risiken.

Die Unfallversicherungsträger haben seit ihrer Gründung vor über 130 Jahren die Betriebe und Versicherten entsprechend dem gesetzlichen Auftrag kontinuierlich zu Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit beraten, überwacht und die Präventionsleistungen weiterentwickelt. Die heutigen zehn Präventionsleistungen der Unfallversicherungsträger konkretisieren den bewährten Handlungsrahmen, um neue Risiken frühzeitig zu identifizieren und Gefährdungen möglichst zu vermeiden oder zu mindern.

Neben den aktuell bereits begleiteten Themen sind in Bezug auf Industrie 4.0 alle in diesem Positionspapier skizzierten Handlungsfelder in Kooperation mit allen interessierten Kreisen auf zukünftige Präventionsthemen zu untersuchen und wirksame Präventionskonzepte abzuleiten. Eine wichtige Voraussetzung für die Wirksamkeit der Konzepte ist die Entwicklung einer Kultur der Prävention im Unternehmen.

Zu den jeweiligen Fragestellungen ist eine interdisziplinäre Zusammenarbeit unverzichtbar. Der in diesem Positionspapier verwendete T-O-P-Ansatz (Technologie, Organisation, Personal)

entspricht der in Vorschriften und Regelwerk vorgegebenen Rangfolge. Vor dem Hintergrund der schnellen Entwicklung von Industrie 4.0 ist eine kontinuierliche und ganzheitliche Bewertung nach dem T-O-P-Ansatz erforderlich. Zur Bewältigung der Herausforderungen von Industrie 4.0 sind die Beteiligten aller Fachdisziplinen aufgefordert, ihre Zusammenarbeit weiter zu optimieren.

5 Quellen

- [1] Prävention lohnt sich: Die Position der Selbstverwaltung der gesetzlichen Unfallversicherung zur Prävention. DGUV, 2008
- [2] Psychische Belastung und Beanspruchung bei der Arbeit: Grundverständnis und Handlungsrahmen der Träger der gesetzlichen Unfallversicherung und der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. DGUV, 2014
- [3] Neue Formen der Arbeit. Neue Formen der Prävention. Arbeitswelt 4.0: Chancen und Herausforderungen. DGUV, 2016
- [4] Kommentierung des Grünbuchs „Arbeiten 4.0“ durch die gesetzliche Unfallversicherung. DGUV, 2015
- [5] DGUV-Fachgespräch „Industrie 4.0“, 9./10.05.2016, Bad Neuenahr-Ahrweiler
- [6] Erschließen der Potenziale der Anwendung von „Industrie 4.0“ im Mittelstand. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. BMWi, 2015
- [7] <http://www.blog-zukunft-der-arbeit.de/2015/06/>
- [8] Digitalisierung der Arbeitswelt, Werkheft 1, Arbeit weiter denken, BMAS. 2016, S. 16
- [9] Sørensen K. et al. für das HLS-EU Konsortium: Health literacy and public health. A systematic review and integration of definitions and models. BMC Public Health. 80:12, 2012. Deutsche Übersetzung von Ganahl K.¹, Mensing, M.², Pelikan J.¹, Röthlin, F.¹, 2012. (¹ Ludwig Boltzmann Institute for Health Promotion Research, ² Landeszentrum Gesundheit Nordrhein-Westfalen)
- [10] Präventionskampagne zur Kultur der Prävention, <http://www.dguv.de/webcode/d1070162>. DGUV, 2017
- [11] Vision Zero, <http://www.dguv.de/webcode/d1036651>. DGUV, 2017
- [12] Präventionsleistungen der Unfallversicherungsträger, <http://www.dguv.de/webcode/d1090649>. DGUV, 2016
- [13] Digitising European Industry (Brochure), <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/brochure-digitising-european-industry>. European Commission, 2016
- [14] Plattform Industrie 4.0, <http://www.plattform-i40.de>. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2017

Glossar	
3D-Druck	Beim 3D-Druck werden dreidimensionale Werkstücke schichtweise aufgebaut. Der Aufbau erfolgt computer-gesteuert aus einem oder mehreren flüssigen oder festen Werkstoffen nach vorgegebenen Maßen und Formen (CAD). Quelle: Seite „3D-Druck“. Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 13. Februar 2017, 15:32 UTC
ambient intelligence	„Ambient intelligence“ (kurz: Aml, deutsch: Umgebungsintelligenz) ist ein technologisches Paradigma. ... Ziel der Forschungsanstrengungen soll es sein, Sensoren, Funkmodule und Computerprozessoren massiv zu vernetzen, um so den Alltag zu verbessern. Quelle: Seite „Ambient Intelligence“. Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 16. November 2016, 23:09 UTC
augmented reality	Unter „augmented reality“ (kurz: AR, deutsch: erweiterte Realität) versteht man die computergestützte Erweiterung der Realitätswahrnehmung. Diese Information kann alle menschlichen Sinnesmodalitäten ansprechen. Häufig wird jedoch unter erweiterter Realität nur die visuelle Darstellung von Informationen verstanden, also die Ergänzung von Bildern oder Videos mit computergenerierten Zusatzinformationen oder virtuellen Objekten mittels Einblendung/Überlagerung. Quelle: Seite „Erweiterte Realität“. Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 11. Januar 2017, 20:52 UTC
big data	Als „big data“ oder Massendaten wird die Sammlung immer größerer Datenmengen bezeichnet, deren systematische Auswertung durch technische Fortschritte, sowohl im Bereich von Prozessoren und Sensorik als auch im Bereich der Analysemethoden, ermöglicht wird („smart data“). Quelle: https://www.arbeitenviernull.de/glossar.html , BMAS
crowdworking	Beim „crowdworking“ werden Aufträge, meist zerteilt in kleinere Aufgaben, über digitale Plattformen an „crowdworker“ vergeben. Diese Auftragsvergabe kann sowohl an die eigenen Beschäftigten (internes „crowdworking“) als auch an Dritte (externes „crowdworking“) erfolgen, die oftmals als Solo-Selbstständige für viele Auftraggeber weltweit arbeiten. Quelle: https://www.arbeitenviernull.de/glossar.html , BMAS
cyber-physische Systeme	Systeme aus miteinander vernetzten Geräten, Maschinen und beweglichen Gegenständen, die mithilfe von IT und kontinuierlichem Datenaustausch gesteuert werden. Geräte und Objekte sind umfassend mit Sensoren ausgestattet, die fortwährend Daten über Zustand, Standort, Prozessfortschritt, aber auch Nutzungsverhalten produzieren. Durch die Vernetzung können Planung und Steuerung von Fertigungs- und Logistik-Prozessen automatisiert und autonomisiert werden. Quelle: https://www.arbeitenviernull.de/glossar.html , BMAS
internet of things	Im „internet of things“ (kurz: IoT, deutsch: Internet der Dinge) macht es moderne Informationstechnik möglich, dass nahezu beliebige Objekte, ob Alltagsgegenstände im Haushalt oder Maschinen in Fabriken, mit umfassender Rechenleistung ausgestattet, per Software gesteuert und über das Internet mit der Außenwelt und untereinander vernetzt werden können. Quelle: https://www.arbeitenviernull.de/glossar.html , BMAS
internet of everything	Das „internet of everything“ (kurz: IoE, deutsch: Internet von allem) beschreibt die Verknüpfung zwischen Menschen, Prozessen, Daten und Gegenständen und stellt somit die Weiterentwicklung des Internets der Dinge (IoT) dar. Quelle: Seite „Internet von Allem“. Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 20. Juli 2016, 13:02 UTC
Ironien der Automatisierung	Ironien der Automatisierung entstehen, wenn der Mensch als vermeintlich schwächstes Glied der Kette [der Automatisierung, Anmerkung der Verfasser] substituiert werden soll, dann aber im Fehlerfalle kompetent und aufmerksam eingreifen soll. Das ist weder menschengerecht noch ergebnisorientiert erfolgversprechend. Quelle: Statusreport Arbeitswelt Industrie 4.0. VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA), 2016
künstliche Intelligenz	Künstliche Intelligenz bezeichnet ein Teilgebiet der Informatik. Im Zentrum steht die Entwicklung von Programmen und Maschinen, die in bestimmten Teilbereichen (z. B. Erkennung von Bildern und Sprache) die Leistungsfähigkeit menschlicher Intelligenz aufweisen. Diese Leistungsfähigkeit beruht unter anderem auf dem sogenannten maschinellen Lernen. Hierbei lernen Programme und Maschinen aus vorgegebenen Beispielen und leiten aus großen Mengen unsortierter Daten zu verallgemeinernde Regeln ab. Quelle: https://www.arbeitenviernull.de/glossar.html , BMAS
maschinelles Lernen	Maschinelles Lernen ist ein Oberbegriff für die künstliche Generierung von Wissen aus Erfahrung: Ein künstliches System lernt aus Beispielen und kann diese nach Beendigung der Lernphase verallgemeinern. Quelle: Seite „Maschinelles Lernen“. Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 6. Februar 2017, 13:10 UTC
safety	„Safety“ (deutsch: Betriebssicherheit) ist der störungsfreie und anwendungssichere Betrieb eines Gerätes oder Fahrzeugs [oder von Maschinen und Anlagen, Anmerkung der Verfasser]. Es muss während der Betriebsdauer eine störungsfreie Funktion aufweisen und von ihm darf bei bestimmungsgemäßem Gebrauch keine Gefahr für den Anwender ausgehen. Quelle: Seite „Betriebssicherheit“. Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 4. Juli 2016, 11:03 UTC
security	Als „security“ (deutsch: Informationssicherheit) bezeichnet man Eigenschaften von informationsverarbeitenden und -lagernden (technischen oder nicht technischen) Systemen, die die Schutzziele Vertraulichkeit, Verfügbarkeit und Integrität sicherstellen. Informationssicherheit dient dem Schutz vor Gefahren bzw. Bedrohungen, der Vermeidung von wirtschaftlichen Schäden und der Minimierung von Risiken. Quelle: Seite „Informationssicherheit“. Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 3. Februar 2017, 18:59 UTC
smart data	Die von Milliarden Geräten, Maschinen und Systemen im Internet der Dinge generierten Daten („big data“) können mithilfe intelligenter Software analysiert, verknüpft und interpretiert werden. Die auf diese Weise verarbeiteten Daten werden als „smart data“ bezeichnet und sind ihrerseits die Grundlage für die Entwicklung von Smart Services. Quelle: https://www.arbeitenviernull.de/glossar.html , BMAS

smart factory	„Smart factory“ bezeichnet einen Produktionsablauf, in dem die beteiligten Maschinen untereinander vernetzt sind und miteinander kommunizieren, sodass keine menschliche Steuerung mehr erforderlich ist. Basis hierfür sind sogenannte cyber-physische Systeme, in denen virtuelle und reale Prozesse miteinander verschmelzen. Bisher sind „smart factories“ Zukunftsvisionen, werden aber als Modellfabriken getestet. Quelle: https://www.arbeitenviernull.de/glossar.html , BMAS
smart services	Die Grenzen zwischen Dienstleistern und Herstellern von Produkten verschwinden zunehmend. „Smart services“ knüpfen an den Verkauf eines Produkts an (oder machen diesen z. T. auch im Rahmen von Leasing-/Nutzungsmodellen überflüssig) und bieten an das Produkt gekoppelte ergänzende Dienstleistungen an, die insbesondere aus der Auswertung der Nutzungsdaten generiert werden können (z. B. intelligente vorausschauende Wartung von Maschinen). Quelle: https://www.arbeitenviernull.de/glossar.html , BMAS
wearables	„Wearables“ sind Geräte, in die ein Computer eingebaut ist und die zur Anwendung am Körper getragen werden können. Sie sind internetfähig und die Basis für das Internet der Dinge. Beispiel: eine „smart watch“ (intelligente Uhr), die den Puls messen und verarbeiten kann oder die Daten an einen Computer sendet. Quelle: https://www.arbeitenviernull.de/glossar.html , BMAS