

*Mensch-  
Maschine-  
Kollaboration*

*Schwerpunkt Robotik  
und virtuelle Arbeit*

### Vorbemerkung

Die Transformationsagentur Rheinland-Pfalz ist ein Angebot des Ministeriums für Arbeit, Soziales, Transformation und Digitalisierung. Sie hat das Ziel Beschäftigte, Betriebe sowie Bürger/-innen im Wandel der Arbeits- und Lebenswelt zu unterstützen.

Mit der Reihe **zukunftsImpuls** greift die Transformationsagentur aktuelle Themen der Transformation auf, ordnet diese fachlich ein und führt verschiedene Perspektiven aus Praxis

und Wissenschaft zusammen. Ziel ist es, den Leser/-innen einen Überblick über den Status quo und die Zukunftsperspektiven in den relevanten Handlungsfeldern der Transformation nahe zu bringen. Nähere Informationen zu diesem und anderen Angeboten der Transformationsagentur unter:

[www.transformationsagentur.rlp.de](http://www.transformationsagentur.rlp.de)

## 01. Das Wichtigste in Kürze Was ist Mensch-Maschine-Kollaboration?

Die Integration von Robotik in Wertschöpfungsketten ist bereits seit Jahrzehnten fester Bestandteil in Unternehmen – nicht nur im produzierenden Gewerbe. Sortiermaschinen am Fließband, Fräsen in der Präzisionsmechanik oder automatisierte Hochregallager sind nur einige Beispiele dafür, was Robotik bereits jetzt leisten kann. Auch in Zukunft wird sie ein wesentlicher Bestandteil von Arbeitsabläufen sein und insbesondere durch bessere Vernetzung und Sensoren unsere Arbeitswelt weiter verändern. Mit ihr gehen Chancen für die Beschäftigten, aber auch neue Anforderungen an ihre Qualifikation einher.

Zukunftsweisend sind auch die Fortschritte in virtuellen Arbeitsumgebungen. Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) sind technologische Arbeitsinstrumente, die es gestatten, in teils vollständig digitalen Umgebungen zu agieren. In den letzten Jahren ist in diesem Zusammenhang das Stichwort „Metaverse“ prominenter geworden – dabei handelt es sich um eine virtuelle Umgebung, deren Zweck die Erweiterung des analogen Raums ist.

Im Metaverse kann man arbeiten, mit Menschen interagieren oder auch seine Freizeit verbringen. Aus gegenwärtiger Perspektive ist schwer zu beurteilen, ob und wie diese Technologien sich weiterverbreiten werden. Dies ist neben den Anwendungsmöglichkeiten auch von dem Preis der AR- und VR-Headsets sowie dem weiteren notwendigen Zubehör abhängig. Zumindest aktuell ist die Nutzerzahl noch eingeschränkt.

### Methodischer Hinweis

Dieser **zukunftsImpuls** betrachtet zwei Aspekte der Mensch-Maschine-Kollaboration. In diesem zweiten Teil geht es insbesondere um die Themen Robotik und virtuelle Arbeit. Im ersten Teil liegt der Schwerpunkt auf Künstlicher Intelligenz. Alle bisherigen **zukunftsImpulse** sind auf der [Webseite der Transformationsagentur](#) zu finden.

## 02. Moderne Robotik – Innovationen und Produktivitätschancen

Seit der Industrialisierung haben Maschinen, Fließbänder und später Roboter einen festen Platz in der Wirtschaft. Ihr Einsatz ist eng verknüpft mit der Erwartung an höhere Produktivität und Wertschöpfung auf der einen, und Sorgen um mögliche Arbeitsplatzverluste auf der anderen Seite. Heute hat Deutschland eine der höchsten Pro-Kopf-Anteile von Robotern in der ganzen Welt. 2020 entfielen laut der Internationalen Föderation für Robotik (IFR) auf 100.000 Personen 371 Industrieroboter. Lediglich Japan, Singapur und Südkorea verbuchten einen höheren Pro-Kopf-Anteil. Mit Blick auf die führenden Robotik-Länder zeigt sich: die Sorge vor Massenarbeitslosigkeit und wirtschaftlicher

Disruption durch die Einführung von Robotik in Arbeitsprozessen bewahrheitet sich nicht. Sowohl Deutschland als auch Japan, Singapur und Südkorea sind im internationalen Vergleich wettbewerbsstark, innovativ und weisen eine geringe Arbeitslosenquote auf.

Die Zahl der Industrieroboter in Deutschland erreichte im Jahr 2022 einen Rekordwert von 259.636 Robotern, was einem Anstieg um 5 Prozent im Vergleich zum Vorjahr entspricht. Deutschland ist damit die am stärksten automatisierte Volkswirtschaft in der Europäischen Union. Die Automobilindustrie, die metallverarbeitende und die

chemische bzw. die Kunststoff-Industrie sind dabei in Deutschland die Branchen, die am meisten Industrieroboter einsetzen.<sup>12</sup>

Eine Umfrage aus dem Jahr 2022 zeigt, dass Roboter mittlerweile auch für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) zunehmend erschwinglich und attraktiv werden: Mehr als 80 Prozent der KMU haben Roboter im Einsatz und nutzen diese, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen. Am häufigsten werden Roboter im Tätigkeitsfeld Produktion und Fertigung (70 Prozent) eingesetzt. Danach folgen vorbereitende Arbeitsschritte in der Produktion (45 Prozent) sowie der Einsatz in der Lagerlogistik (45 Prozent).<sup>3</sup>

Die Roboter werden in deutschen Unternehmen nicht nur zur Produktivitätssteigerung, sondern auch zur Entlastung der Mitarbeitenden eingesetzt und übernehmen körperlich schwere, herausfordernde und repetitive Tätigkeiten. Konkret übernehmen sie Packaufgaben, Fügearbeiten (Kleben, Dichten, Rollfalzen) und Schneidearbeiten (Fräsen, Sägen, Lasern usw.).<sup>4</sup>

#### **Effekte von Robotik auf den Arbeitsmarkt und Arbeitsanforderungen**

In der Gesamtbilanz entstehen mehr Arbeitsplätze, als verloren gehen, aber es gilt die Sorgen von Beschäftigten vor Arbeitslosigkeit und Entwertung der Arbeitskraft ernst zu nehmen: Mit höherem Innovationsniveau kann zwar einerseits die Gesamtproduktivität im Land steigen, allerdings muss die individuelle Situation von Menschen mit einem niedrigen Grad an formaler Qualifikation im Blick behalten werden. Wengleich nämlich in der Summe mehr Arbeitsplätze entstehen, fallen einfache Tätigkeiten zunehmend weg.<sup>5</sup>

So zeigen auch Ergebnisse des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung diese Tendenz: Automatisierung und Digitalisierung haben seit den 1970ern insgesamt mehr Arbeitsplätze generiert als gekostet, allerdings hat sich die Nachfrage nach unterschiedlichen Qualifikationen verändert: Während Hochqualifizierte immer häufiger gesucht wurden, hatten Geringqualifizierte mit sinkenden Arbeitsmarktchancen zu kämpfen. Das Gefälle zwischen den Qualifikationsniveaus hat sich somit vergrößert.<sup>6</sup>

Insbesondere bei den Tätigkeiten, die ein hohes Automatisierungspotenzial bieten, können durch Weiterbildungen und Qualifizierungen die individuellen Jobperspektiven verbessert werden.

Mit dem [Job-Futuromat](#) des [Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung](#) erhalten Arbeitnehmer/-innen einen Einblick, wie sich ihre Tätigkeit in Zukunft verändern könnten. Sie können antizipieren, wie sie ihre individuellen Profile erweitern können, um langfristig auf dem Arbeitsmarkt gute Chancen zu haben.



#### **Unterstützung durch Transformationsbegleiter/-innen**

Die Transformation verändert Produktionsprozesse und Wertschöpfungsketten. Das wirkt sich auch auf Arbeitsplätze und Tätigkeitsinhalte aus. Beschäftigte, die vor derartigen Herausforderungen stehen, können die Unterstützung der Transformationsbegleiter/-innen in Anspruch nehmen. Sie begleiten Transformationsprozesse und können für Beschäftigte Qualifikationsangebote identifizieren, damit sie langfristig in Beschäftigung bleiben. Mehr Informationen zu den Transformationsbegleiter/-innen finden Sie auf der [Seite der Transformationsagentur](#).

Qualifizierung ist insbesondere mit Blick auf die Effekte der digitalen Transformation bedeutend: Berufsprofile verändern sich insofern, dass beispielsweise digitale Grundkompetenzen, digitales Anwendungswissen sowie erweiterte Kenntnisse zu Datenschutz immer häufiger gefragt sind. Die Verankerung von Lerninhalten zum Einsatz von digitalen Systemen und Robotik in der Aus-, Fort- und Weiterbildung ist ein zentraler Aspekt, um entstehende Qualifikationslücken zu schließen.

Eine Kultur des lebenslangen Lernens in den Betrieben zu verankern, leistet somit einen wichtigen Beitrag auch gegen den Fachkräftemangel. Die Transformationsagentur hat sich diesem Thema im [zukunftsImpuls](#) „[Neue Wege zur strategischen Fachkräftesicherung](#)“ gewidmet. Zusätzlich können Beschäftigte und Betriebe in der [Förderdatenbank der Transformationsagentur](#) Angebote zur finanziellen Unterstützung von Qualifizierungsmaßnahmen finden.

Arbeit verändert sich durch digitale Technologien nicht nur mit Blick auf Anforderungs- und Qualifikationsniveaus. Es ergeben sich auch Effekte für den Arbeitsschutz. Durch Robotik kann die Arbeitssicherheit insbesondere in körperlich fordernden Berufen erhöht werden. Der folgende Exkurs zeigt, wie die neue Generation von Exoskeletten im betrieblichen Alltag insbesondere bei Hebearbeiten präventiv wirken kann:



**Exkurs: Exoskelette als Präventivmaßnahme**

Exoskelette sind mechanische Unterstützungssysteme, welche am Körper getragen werden. Moderne Exoskelette verfügen über kleine Motoren, welche Bewegungsvorgänge unterstützen sollen. Sie sind Roboter, welche beispielsweise als Rucksack getragen und an den Gliedmaßen befestigt werden können.

Ursprünglich für das Militär erprobt, bieten sich für Exoskelette Anwendungsmöglichkeiten insbesondere in der Logistik sowie in der Pflegebranche. Da sie Hebe- und Stützbewegungen gezielt erleichtern, können sie präventiv bei Muskel-Skelett-Erkrankungen, zum Beispiel Bandscheibenvorfällen, wirken. Allerdings fehlen bisher Langzeitstudien zu den Effekten auf die Gesundheitsprävention.<sup>7</sup>



Ein Exoskelett, welches zur Unterstützung von Hebe- und Tragebewegungen eingesetzt werden kann. [Foto: John Cummings](#)

Durch Robotik ergeben sich zudem unerwartete Chancen für die Integration von Menschen mit körperlichen Einschränkungen, da physische Grenzen teilweise überwunden werden können. Beispielsweise eröffnen kollaborative Roboter, sogenannte Cobots, neue Möglichkeiten der Teilhabe am ersten Arbeitsmarkt.<sup>8</sup> Aber auch aus der Ferne gesteuert können Roboter einen Beitrag zur Inklusion leisten. Dies zeigt das Beispiel eines Cafés in Tokio, in dem Menschen mit Behinderung mit Hilfe von Robotern mit Gästen interagieren und den Service übernehmen.<sup>9</sup>

Ferngesteuerte Maschinen ermöglichen auch in Berufen die Arbeit im Homeoffice, die eigentlich klassisch nur vor Ort in Präsenz stattfinden: Mittlerweile können Großfahrzeuge, wie Bagger und andere Baumaschinen, aus der Entfernung gesteuert werden. Auf diese Weise können bei gefährlichen

oder spezialisierten Einsätzen Fachexpert/-innen aus der ganzen Welt die Arbeit kurzzeitig übernehmen, ohne extra anreisen zu müssen. Auch für Binnenschiffe gibt es die Überlegung, dass künftig der/die Kapitän/-in an Land und nicht auf der Brücke steht.

Während im Bereich des Schienenverkehrs U-Bahnen bereits teilweise autonom fahren, nehmen im S-Bahn-Verkehr die Gedanken zur Fernsteuerung Gestalt an.<sup>10</sup> Vernetzte Kameras und Sensoren machen es möglich. Auf diese Weise können Arbeitsplätze nicht nur attraktiver und sicherer gestaltet werden. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass Fachkräfte künftig mehrere Systeme überwachen können, anstatt nur eines zu steuern.

## 03. Arbeiten in der digitalen Umgebung – Augmented Reality, Virtual Reality und Metaverse

Virtuelle, bzw. teilvirtuelle Arbeitswelten werden zunehmend Teil des Arbeitslebens. Mithilfe von Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) können beispielsweise animierte Lernräume geschaffen werden oder (Zusammen-) Arbeit über Distanz erleichtert werden.

### Augmented Reality in der Anwendung

Bei Augmented Reality (aus dem Englischen für „erweiterte Realität“) handelt es sich um eine Technologie, die die Realität um grafische Elemente erweitert. Hierfür ist ein kamerafähiges Endgerät notwendig (Tablet, Smartphone, Datenbrille). Beispielsweise kann man mit einer Smartphone-Kamera einen bestimmten Gegenstand filmen, und auf dem Bildschirm des Smartphones erscheinen ergänzende Informationen, Abbildungen oder Animationen.

AR hat somit vielfältige Einsatzmöglichkeiten in Industrie und Dienstleistungen. Ein Beispiel sind Reparatur- und Instandhaltungsarbeiten an komplexen Anlagen, Leitungs- und Schaltsystemen. Mithilfe von AR können nicht nur betroffenen Bereiche klar gekennzeichnet und ergänzende Informationen im Arbeitsprozess direkt auf der Datenbrille angezeigt werden. Die eingebauten Kameras ermöglichen es auch aus der Ferne zugeschalteten Expert/-innen das Personal vor Ort zu unterstützen.

Vergleichbare Anwendungsfälle sind in der Medizin denkbar. AR kann bei Operationen helfen, indem es Ärzt/-innen während Eingriffen relevante Informationen zum Status des Patienten und gegebenenfalls auftretende individuelle Risiken mittels AR-Brille direkt ins eigene Sichtfeld liefert und so den Behandlungserfolg erhöht. Dabei kann AR die Arbeitsqualität erhöhen und zusätzliche Analysedaten generieren oder mithilfe von Bilderkennung auf potenzielle Risiken aufmerksam machen.

Auch in der Dienstleistungsbranche kann der Einsatz von AR für Veränderungen sorgen. Im Einzelhandel können Kund/-innen, wie im folgenden Beispiel, sehen, wie ein neues Sofa in das bestehende Wohnzimmer passen würde. Ein weiteres Alltagsbeispiel für AR ist das digitale „Anprobieren“ von Brillen mithilfe eines Smartphones. Hierbei zeichnet die Smartphone-Kamera das Gesicht der jeweiligen Person auf, und die gewünschte Brille wird auf das Gesicht „gelegt“. Nutzer/-innen können dabei von zu Hause aus erkennen, ob ihnen ein bestimmtes Modell zusagt. Auch wird AR bereits mit klassischen Spielwaren kombiniert, indem die Kombination von physischem Spielzeug und virtuellen Elementen auf dem Smartphone neue Spielwelten entstehen lässt.



Beispiel Augmented Reality: Das Sofa existiert nur virtuell auf dem Smartphone und nicht in der Realität. Die reale Umgebung und das digitale Sofa werden zusammengefügt und auf dem Endgerät dargestellt.

*Foto: Tima Miroshnichenko*

### Virtual Reality in der Anwendung

Virtual Reality (aus dem Englischen für „virtuelle Realität“) ist seit den 1970ern in der Arbeitswelt verfügbar. Hierbei wird eine vollständig simulierte Umgebung erschaffen, ähnlich wie bei einem Computerspiel. Flugsimulatoren zum Training von Pilot/-innen sind das bekannteste Beispiel, doch etwa auch in der Immobilienentwicklung sowie im Fahrzeugdesign werden simulierte Umgebungen genutzt.

Neben dem passiven Erleben einer virtuellen Umgebung kann mithilfe eines manuellen Controllers oder Gestensteuerung VR interaktiv werden, sodass Vorgänge geübt werden können. So setzen Unternehmen VR zum Beispiel in der Schweiß-Ausbildung ein. Mittels VR-Brille können sich die Auszubildenden in einer sicheren Umgebung materialsparend und damit kostengünstig ausprobieren.<sup>11</sup>

Damit hat VR vor allem das Potenzial, Schulung und Ausbildung zu modernisieren, indem Arbeitsschritte zunächst rein virtuell geübt werden. Großkonzerne wie Meta – ehemals Facebook – und Apple arbeiten mithilfe von Datenbrillen und Software daran, teilweise oder vollständig virtuelle Arbeitsumgebungen zu schaffen. Diese sollen räumliche und zeitliche Barrieren abbauen und somit eine höhere Produktivität ermöglichen (siehe Abschnitt „Metaverse“).<sup>12</sup>

Trotz der vielen denkbaren Anwendungen ist der Einsatz von AR und VR allerdings bisher wenig verbreitet. Eine Befragung des Digitalverbands Bitkom im Jahr 2022 unter Unternehmen ab 20 Beschäftigten hat ergeben, dass 20 Prozent der Betriebe VR für einzelne Anwendungen nutzten. Lediglich 16 Prozent hatten Erfahrungen mit AR gemacht. Das häufigste Anwendungsgebiet war dabei die Weiterbildung.<sup>13</sup>

#### **Ausblick: Arbeiten, vernetzen, lernen im Metaverse?**

Die Schaffung umfassender virtueller Welten wird mit dem Begriff „Metaverse“ verbunden. Das Metaverse ist ein virtuelles Ökosystem, das durch die Verschmelzung von physischer und digitaler Welt entsteht. Es handelt sich dabei nicht um eine bestimmte Plattform, sondern vielmehr um ein Konzept, das eine zusammenhängende, virtuelle Umgebung repräsentiert: Im Metaverse können Benutzer/-innen digitale Welten erkunden, interagieren und gestalten. Es bedient sich der AR- und VR-Technologien, um den Zugang zu (teil-)virtuellen Welten zu erlauben. Während eine klassische Definition des Metaverse als eine vollständig animierte virtuelle Welt versteht, zeigt sich in der Praxis, dass das Metaverse eher das Zusammenspiel von digitalen Systemen unter Zuhilfenahme von Technologien, wie AR oder VR, ist. „Das Metaverse“ als eine definierte virtuelle Realität existiert somit bisher nicht.<sup>14</sup>

Im Metaverse können Nutzer Avatare erstellen, die sie repräsentieren, und sich mit anderen Avataren in einer gemeinsamen virtuellen Umgebung treffen. Mithilfe einer VR-Brille kommen die Metaverse-Benutzer/-innen dann in virtuellen Räumen zusammen. In diesen Räumen können soziale Interaktionen, kreative Projekte, geschäftliche Meetings bis hin zu Schulungen stattfinden. Unterstützer/-innen dieser Idee sehen den Vorteil des Metaverse darin, dass sich Vertrauen und Teamzusammenhalt erhöhen können. Dies soll dadurch entstehen, dass die Interaktion sich realistischer anfühlt und keine „Wand“ zwischen den Teilnehmenden besteht, wie es beispielsweise im Falle von Videokonferenzen der Fall ist.<sup>14</sup>

Für die Arbeitswelt bietet die Idee des Metaverse damit durchaus Chancen: Eine hybride Arbeitsweise ist seit der Covid19-Pandemie für viele Arbeitnehmer/-innen und Betriebe selbstverständlich. Die damit einhergehende Digitalisierung ermöglicht das orts- und zeitunabhängige Arbeiten: Video-Konferenzen, Tools zur gleichzeitigen digitalen Zusammenarbeit, die Remote-Steuerung und -Überwachung von Maschinen und Anlagen sowie Cloud-Technologien sind aus dem Arbeitsalltag bereits nicht mehr wegzudenken.<sup>15</sup>

Die Metaverse-Technologie befindet sich noch am Anfang ihrer Entwicklung. Die virtuellen Umgebungen ähneln aktuell eher noch Comic-Filmen und viele der nutzbaren Anwendungen – ob für digitale Interaktion mit Arbeitskolleg/-innen oder Entertainment-Angebote – sind technisch noch nicht ausgereift. Darüber hinaus bestehen noch weitere Hürden für die Etablierung des Metaverse in der Arbeitswelt:

Beispiele sind die hohen Anschaffungskosten für die technischen Geräte, wie VR-Brillen, der Bedarf einer leistungsstarken digitalen Infrastruktur, zusätzlicher Schulungsbedarf für Mitarbeitende sowie erweiterte Anforderungen an die digitale Sicherheit.<sup>16 17</sup>



#### **Exkurs: Anwendungsfälle des Metaverse**

Der Digitalverband Bitkom hat 2023 eine Reihe von Anwendungsbeispielen des Metaverse identifiziert und veröffentlicht. Zwei Beispiele aus der Publikation:<sup>18</sup>

1. In der Alten Nationalgalerie in Berlin wurde in Kooperation mit Meta eine Ausstellung des Künstlers Johann Erdmann Hummel realisiert. Besucher/-innen konnten die Kunstwerke interaktiv erleben, aus neuen Winkeln betrachten und digitale Fotos schießen.
2. Im Bereich Vertrieb entwickelt die CAS Software AG erste Prototypen, bei denen Produkte virtuell besichtigt werden können. Interessierte können mit Vertriebsmitarbeitenden z.B. Maschinen im Detail betrachten, Konfigurationen vornehmen und Zusatzinformationen erhalten.

## 04. Die Einführung von neuen Technologien erfordert Sensibilität und Einbindung der Beschäftigten

Die Dynamik von Innovation im Bereich der Mensch-Maschine-Kollaboration ist sehr hoch. Betriebe und Beschäftigte können mithilfe von Künstlicher Intelligenz ([siehe zukunftsImpuls Mensch-Maschine-Kollaboration Teil I](#)), Robotik und virtuellen Arbeitswelten ihre Produktivität steigern, Arbeit interessanter gestalten und die Belastung für Beschäftigte senken.

So umfassende Veränderungen, wie sie Robotik, VR, AR und das Metaverse versprechen, erfordern eine frühzeitige Einbindung der Beschäftigten. Ihre Beteiligung bei der Veränderung und Modernisierung von Arbeitsprozessen ist zentral, um digitale Anwendungen auch im Sinne der Beschäftigten einzuführen und die Akzeptanz für Innovationen zu fördern. Technologie wird menschenzentrierter, wenn sie die unterschiedlichen Perspektiven inkludiert. Im sozialpartnerschaftlichen Dialog sollten auch Fragen der Qualifizierung und Weiterbildung im Umgang mit neuer Technologie sowie der Beschäftigtendatenschutz frühzeitig und umfassend thematisiert werden. Insbesondere wenn personenbezogene Daten in virtuellen Arbeitswelten erhoben, verarbeitet oder gespeichert werden, sind Sensibilität, rechtliche Sicherheit sowie ein Dialog mit Beschäftigten auf Augenhöhe notwendig.

Die Transformationsagentur hat in Zusammenhang mit möglichen Herausforderungen den [zukunftsImpuls „Herausforderungen für den Arbeitsschutz in der Transformation“](#) publiziert.

Arbeitsschutzaspekte bei der Arbeit mit und in VR und AR müssen ebenfalls berücksichtigt und je nach Art der Nutzung bewertet werden. Unternehmen und Beschäftigte sollten daher unter anderem auf die physische und psychische Verträglichkeit bei der Arbeit mit Datenbrillen achten. So berichtete in Studien die Hälfte der Nutzer/-innen von VR-Brillen über Schwindel und Übelkeit – ein Phänomen, das als „VR-Krankheit“ bekannt ist.<sup>19</sup> Sie entsteht durch die unterschiedliche Wahrnehmung von Raumelementen und die Diskrepanz zwischen Bewegungen in der virtuellen und der realen Welt. Dadurch wird der Gleichgewichtssinn leicht gestört. Bevor die Anwender/-innen also in virtuelle Welten abtauchen, sollten sie vorher vorsichtig testen, ob sie sich mit der Technologie wohl fühlen.<sup>20</sup>

Auch kann das Arbeiten in der virtuellen und digital erweiterten Welt bei den Anwendenden zu Fehleinschätzungen von Entfernungen in der realen Welt führen. Entsprechend ist für eine angemessene Umgebung beim Einsatz ohne gefährliche Elemente in der näheren Umgebung zu sorgen.

Wie bereits beschrieben, können VR- und AR-Technologie eine neue Nähe in der Zusammenarbeit schaffen; auch dort, wo Menschen im Homeoffice arbeiten. Allerdings können auch gegenteilige Effekte entstehen:

Stärkere Isolation, ein schlechteres Arbeitsklima oder ein Verlust des Fokus auf ihre Arbeit, wenn das „Abtauchen“ in virtuelle Arbeitsumgebungen attraktiver als der Austausch in Realität wird. Des Weiteren spielen auch psychische Aspekte eine wichtige Rolle. Eine intensivere Erfahrung von digitalen Informationen kann für manche Anwender/-in kognitiv besonders belastend sein. Insbesondere, wenn sie bisher wenig Erfahrung im Umgang mit digitalen Technologien gesammelt haben.<sup>21</sup>

Das Empfinden von Produktivität, Zufriedenheit und (mentaler) Gesundheit von Beschäftigten ist dabei sehr individuell.

Betriebe sollten sich vor der Einführung von VR, AR und Anwendungen im Metaverse auch mit den rechtlichen Rahmenbedingungen und Arbeitsschutzbestimmungen vertraut machen. Orientierung bieten zum Beispiel Ausarbeitungen von Wirtschaftsverbänden sowie Materialien von Gewerkschaften. Ver.di hat beispielsweise einen ausführlichen Leitfaden zur digitalen Arbeit publiziert.<sup>22,23</sup>

## 05. Angebote in Rheinland-Pfalz zur Unterstützung, Information und Beratung

Mit individuellen Digitalstrategien können Betriebe passgenaue Anwendungsbereiche neuer Technologien identifizieren und diese implementieren. Gleichzeitig gilt es, Beschäftigte in den Prozess einzubinden, Weiterbildungen zu ermöglichen und den Technologieeinsatz menschenzentriert umzusetzen.

Die folgenden Anlaufstellen können auf unterschiedliche Weise unterstützen:

- Die **Transformationsagentur RLP** bündelt Informationen zu Förderangeboten rund um Weiterbildung und Digitalisierung und vernetzt zu anderen Anlaufstellen.
- Die **Transformationsbegleiter/-innen** bieten ein individuelles kostenfreies Coaching für Erwerbstätige in der Transformation der Arbeitswelt.
- Die **Technologieberatungsstelle Rheinland-Pfalz** berät betriebliche Interessenvertretungen und Beschäftigte hinsichtlich der Möglichkeiten der Mitbestimmung bei der Einführung digitaler Innovationen und Veränderungen im Betrieb.
- Die **Beauftragten für Innovation und Technologie der Handwerkskammern** bieten individuelle betriebliche Beratung bei der Einführung digitaler Innovationen
- Mit **INQA-Coaching** erhalten Betriebe arbeitsorganisatorische Unterstützung.
- Das **Transformationsnetzwerk Altenkirchen / Westerwald (TraForce)** entwickelt für die Region eine Transformationsstrategie und bietet hierzu neben der Beratung von Betrieben, betrieblichen Akteuren, Forschungseinrichtungen und Kammern eine entsprechende Plattform zum Austausch und zur Zusammenarbeit.
- Das **Regionale Zukunftszentrum für KI und digitale Transformation (RZzKI)** unterstützt Unternehmen und berät zu allen Fragen im Bereich Einsatz von KI und Digitalisierung.
- Der Weiterbildungsverbund **InSkills2Go** bietet KMU aus der Metall-, Elektro- und Automobilbranche sowie Unternehmen der chemischen Industrie beratende Unterstützung bei der Entwicklung erfolgskritischer Kompetenzen zur Zukunftssicherung.

Hinweise auf weitere Projekte, Initiativen und Angebote in Rheinland-Pfalz nehmen wir gerne unter [info@transformationsagentur-rlp.de](mailto:info@transformationsagentur-rlp.de) entgegen.

### IMPRESSUM

#### Herausgeber

Ministerium für Arbeit, Soziales, Transformation und Digitalisierung des Landes Rheinland-Pfalz  
Abteilung Arbeit und Transformation

Bauhofstr. 9  
55116 Mainz  
Tel.: 06131-16-2377

#### Inhaltlich verantwortlich (i.S.d.P)

Esther Höfler  
Pressesprecherin  
E-Mail: [Esther.Hoefler@mastd.rlp.de](mailto:Esther.Hoefler@mastd.rlp.de)

#### Autor/-innen

Alice Greschkow und Lukas Martinez

### KONTAKT

Geschäftsstelle Transformationsagentur

 06131 16 61 61

 [info@transformationsagentur-rlp.de](mailto:info@transformationsagentur-rlp.de)

 [www.transformationsagentur.rlp.de](http://www.transformationsagentur.rlp.de)

#transformRLP

## Quellen

- <sup>1</sup> International Federation of Robotics (2023): International Federation of Robotics: Zahl der Roboter in der deutschen Industrie steigt auf 260.000 Einheiten  
[https://ifr.org/downloads/press2018/DE-2023-09-26\\_IFR\\_Pressemeldung\\_Deutschland\\_-\\_deutsch.pdf](https://ifr.org/downloads/press2018/DE-2023-09-26_IFR_Pressemeldung_Deutschland_-_deutsch.pdf)
- <sup>2</sup> International Federation of Robotics (2023): World Robotics 2023 (Präsentation)  
[https://ifr.org/img/worldrobotics/2023\\_WR\\_extended\\_version.pdf](https://ifr.org/img/worldrobotics/2023_WR_extended_version.pdf)
- <sup>3</sup> Reichelt Elektronik Magazin (2022): Die Cobots kommen! reichelt-Umfrage zeigt den Siegeszug der Robotik und Cobots in deutschen Industrieunternehmen.  
<https://www.reichelt.de/magazin/studien/robots-und-cobots-kommen/>
- <sup>4</sup> ebd.
- <sup>5</sup> Dauth, Wolfgang/Findeisen, Sebastian/Südekum, Jens/Woessner, Nicole (2017): German Robots- the Impact of Industrial Robots on Workers, CEPR Discussion Paper DP12306  
<https://cepr.org/publications/dp12306>
- <sup>6</sup> Gartner, Hermann/ Stüber, Heiko (2019): IAB-Kurzbericht: Arbeitsplatzverluste werden durch neue Arbeitsplätze immer wieder ausgeglichen  
<https://doku.iab.de/kurzber/2019/kb1319.pdf>
- <sup>7</sup> Fraunhofer IML (2023): Wie ein Exoskelett die Arbeit erleichtert  
[https://www.ihl.fraunhofer.de/de/presse\\_medien/magazin\\_logistikentdecken/ausgabe-21/wie-ein-exoskelett-die-arbeit-erleichtert.html](https://www.ihl.fraunhofer.de/de/presse_medien/magazin_logistikentdecken/ausgabe-21/wie-ein-exoskelett-die-arbeit-erleichtert.html)
- <sup>8</sup> Vgl. RWTH Aachen (2023): Projekt IIDEA – Inklusion und Integration durch Cobots auf dem Arbeitsmarkt  
<https://blog.rwth-aachen.de/robotik/category/inklusion/>
- <sup>9</sup> Vgl. Lill, Felix (2023): Café in Tokio – Wie Roboter bei der Inklusion helfen:  
<https://www.tagesspiegel.de/internationales/cafe-in-tokio-wie-roboter-bei-der-inklusion-helfen-10641226.html>
- <sup>10</sup> Vgl. Reischke, Martin (2024): Autonomes Fahren – Wie Schiffe und Züge ferngesteuert werden  
<https://www.deutschlandfunk.de/autonomes-fahren-wie-schiffe-und-zuege-ferngesteuert-werden-dlf-430c54fc-100.html>
- <sup>11</sup> Schweißsimulator für Ausbildung Qualität & Kostenreduktion  
[https://www.metallbau-magazin.de/artikel/mb\\_-3677718.html](https://www.metallbau-magazin.de/artikel/mb_-3677718.html)
- <sup>12</sup> Workplace from Meta (2023): A Journey to the Infinite Office  
<https://www.workplace.com/metaverse-work-infinite-office>
- <sup>13</sup> Bitkom (2022): Unternehmen nutzen VR oder AR vor allem für die Weiterbildung  
<https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Unternehmen-nutzen-VR-AR-Weiterbildung>
- <sup>14</sup> EY (2023). Hype oder Zukunft? Wie in der virtuellen Welt Produkte entwickelt, Kunden gewonnen und Mitarbeiter geschult werden.  
[https://www.ey.com/de\\_de/die-zukunft-der-arbeitswelt/das-metaverse-die-neue-dimension-fuer-unternehmen](https://www.ey.com/de_de/die-zukunft-der-arbeitswelt/das-metaverse-die-neue-dimension-fuer-unternehmen)
- <sup>15</sup> Bitkom (2022). Wegweiser in das Metaverse. Technologische und rechtliche Grundlagen, geschäftliche Potenziale, gesellschaftliche Bedeutung  
[https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-07/220714\\_LF\\_Metaverse.pdf](https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-07/220714_LF_Metaverse.pdf)
- <sup>16</sup> EY (2022). Aufbruch in neue Welten: Was bringt der Eintritt ins Metaverse?  
[https://www.ey.com/de\\_de/tmt/virtuelle-welten](https://www.ey.com/de_de/tmt/virtuelle-welten)
- <sup>17</sup> KPMG (2023). Was ist das Metaverse – und wie können Unternehmen profitieren  
<https://klardenker.kpmg.de/wie-unternehmen-vom-metaverse-profitieren-koennen>
- <sup>18</sup> Bitkom (2023). Industrial Metaverse. Use Cases, Mehrwerte und Potenziale für den Wirtschaftsstandort Deutschland  
<https://www.bitkom.org/sites/main/files/2023-09/bitkom-leitfaden-industrial-metaverse.pdf>
- <sup>19</sup> Sieß, Andreas/ Beuck, Sandra/Wölfel, Matthias (2017): Virtual Reality – Quo Vadis? How to Address the Complete Audience of an Emerging Technology  
[https://www.researchgate.net/publication/320004064\\_Virtual\\_Reality\\_-\\_Quo\\_Vadis\\_How\\_to\\_Address\\_the\\_Complete\\_Audience\\_of\\_an\\_Emerging\\_Technology\\_Full\\_Paper](https://www.researchgate.net/publication/320004064_Virtual_Reality_-_Quo_Vadis_How_to_Address_the_Complete_Audience_of_an_Emerging_Technology_Full_Paper)
- <sup>20</sup> Nickel (2021) Literaturstudie zur Belastung bei der Arbeit in virtuellen Räumen. GAWO e.V., Bonn
- <sup>21</sup> ebd.
- <sup>22</sup> vbw (2023) Rechtsmonitor XR für die Unternehmenspraxis. Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e.V., München  
[https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Wirtschaftspolitik/2023/Downloads/Studie-Rechtsmonitor-XR-für-die-Unternehmenspraxis\\_final.pdf](https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Wirtschaftspolitik/2023/Downloads/Studie-Rechtsmonitor-XR-für-die-Unternehmenspraxis_final.pdf)
- <sup>23</sup> Verdi (2021): Praxis Gestalten. Digitale Arbeit: Veränderungsprozesse tarif- und betriebspolitisch gestalten  
<https://innovation-gute-arbeit.verdi.de>