

10. Zukunftsjahr Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg

Wege zur Arbeit 4.0:
Zukunftsbilder – Entwicklungspfade – Transformationen



Download unter: [wm.baden-wuerttemberg.de/
fileadmin/redaktion/m-wm/intern/
Dateien_Downloads/Arbeit/
Arbeitsmarktpolitik_Arbeitsschutz/Arbeitswelt40-
BW-2018-Bd10.pdf](http://wm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-wm/intern/Dateien_Downloads/Arbeit/Arbeitsmarktpolitik_Arbeitsschutz/Arbeitswelt40-BW-2018-Bd10.pdf)

Dieser Bericht entstand im → „Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg – empirisch fundierte Trendbeschreibung zur Arbeitswelt 4.0 und Industrie 4.0-Szenarien in Baden-Württemberg“. Das Vorhaben wird finanziert vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau.

Korge, Axel; Marrenbach, Dirk (2018):
Wege zur Arbeit 4.0: Zukunftsbilder – Entwicklungspfade – Transformationen. Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg. Bd. 10. Fraunhofer IAO, Stuttgart.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildungsverzeichnis..... | 4 |
| Kurzfassung | 5 |
| 1 Einleitung..... | 7 |
| 2 Zukunftsbilder für Arbeit 4.0 | 8 |
| 2.1 Zukunftsbild „Angelerntenarbeit“ | 10 |
| 2.2 Zukunftsbild „Fach- und Wissensarbeit“ | 11 |
| 2.3 Zukunftsbild „Vollautomatisierung“ | 12 |
| 2.4 Zukunftsbild „Prozessbetreuung“ | 14 |
| 2.5 Validierung | 15 |
| 3 Gegenwartsbilder von Arbeit | 16 |
| 3.1 Hierarchische Arbeit..... | 17 |
| 3.2 Agile Arbeit..... | 18 |
| 4 Entwicklungspfade zur Arbeit der Zukunft | 19 |
| 4.1 Strategische, unternehmensspezifische Entscheidungen..... | 20 |
| 4.2 Über eine Assistenz zur Automatisierung | 21 |
| 5 Tiefgreifende Veränderungen stehen an..... | 22 |
| 5.1 Transformation zu dezentraler Organisation und partizipativer Führung..... | 23 |
| 5.2 Transformation zu einfacher Arbeit | 24 |
| 5.3 Transformation zur Automatisierung..... | 26 |
| 6 Fazit..... | 27 |
| 7 Literaturverzeichnis | 29 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Wandlungstreiber für die Arbeit der Zukunft..... | 8 |
| Abbildung 2: Zukunftsbilder für Arbeit in Büros und Produktion (Korge et al. 2016)..... | 9 |
| Abbildung 3: Gegenwartsbilder von Arbeit in Büros und Produktion..... | 16 |
| Abbildung 4: Entwicklungspfade zur Arbeit 4.0 | 20 |
| Abbildung 5: Erwartungen für die ersten Entwicklungsschritte | 22 |
| Abbildung 6: Transformation zu dezentraler Organisation und partizipativer Führung..... | 24 |
| Abbildung 7: Transformation zu einfacher Arbeit..... | 25 |
| Abbildung 8: Transformation zur Automatisierung | 27 |
| Abbildung 9: Die Industrie hat viele Transformation bewältigt..... | 28 |

Kurzfassung

Die Digitalisierung hat die industrielle Gesellschaft, wie wir sie heute kennen, hervorgebracht. In den vergangenen Jahrzehnten haben Computer, Smartphones und Internet weite Teile des täglichen Lebens durchdrungen. Zwar ist Digitalisierung schon weit vorangeschritten, sie ist aber noch bei weitem nicht abgeschlossen. Neue Technologien, gekennzeichnet durch Vernetzung, dezentrale Intelligenz und Sensorik, kommen zur Anwendung. Das Schlagwort der vierten industriellen Revolution verdeutlicht, dass noch tiefgreifende Veränderungen für Unternehmen, Institutionen, Wirtschaft und Gesellschaft anstehen. Zusätzlicher Veränderungsdruck entsteht aus einer Globalisierung der Märkte. Experten gehen davon aus, dass Dynamik, Varianz und technologische Komplexität stark zunehmen werden. Dazu kommen der demografische Wandel und die gesellschaftlichen Megatrends zu Gesundheit und Individualität. Als Folge wird sich auch die Arbeitswelt tiefgreifend verändern.

Die Zukunft der Arbeit steht nicht fest, sie kann und muss strategisch gestaltet werden. Für Unternehmen gilt es, die Weichen bewusst zu stellen, um eine langfristige Wettbewerbsfähigkeit in den globalen Märkten, aber auch gesunde und attraktive Arbeit für eine älter werdende Belegschaft sicher zu stellen. Verbände, Wissenschaft und Politik stehen in der Pflicht, sie dabei unterstützen. Der vorliegende Band gibt hierzu eine Hilfestellung.

Vorhersagen über die Arbeitswelt der Zukunft treffen meist generelle Aussagen, etwa zum zukünftigen Technologieeinsatz, zu Qualifikationsbedarfen oder zu Organisationskonzepten. Eine Pauschalisierung trägt aber der Vielfalt der baden-württembergischen Unternehmen nicht Rechnung. In der heutigen Arbeitswelt spiegeln sich die vielfältigen Anforderungen von Märkten und Kunden wider. Sie ist so individuell wie die Produkte und Dienstleistungen, die sie hervorbringen. Dementsprechend existieren in den Unternehmen heute verschiedenartige Ausprägungen von Arbeit, etwa in Bezug auf den Grad der Digitalisierung oder die Rolle der Beschäftigten. Auch die Zukunft der Arbeit ist vielfältig. In den baden-württembergischen Unternehmen werden unterschiedliche Arbeitswelten entstehen. Um dieser Vielfalt Rechnung zu tragen, arbeitet der vorliegende Band vier realistische Trendbeschreibungen zukünftiger Entwicklungen der Arbeitswelt 4.0 heraus. Diese Arbeitswelten werden sich nebeneinander entwickeln und sie werden gleichzeitig existieren. Zur Trendbeschreibung werden Gegenwarts- und Zukunftsbilder von Arbeit konzipiert und Entwicklungspfade werden aufgezeigt. Zusätzlich werden notwendige Veränderungsprozesse und damit verbundene Herausforderungen erläutert.

Die Vielfalt aktueller Arbeitswelten lässt sich auf zwei Gegenwartsbilder von Arbeit clustern, nämlich Hierarchische Arbeit und Agile Arbeit. Hierarchische Arbeit basiert auf Planung, Weisung und Kontrolle. Sie zeichnet sich durch hohe Produktivität und Stabilität aus, ist aber heikel in Bezug auf Dynamik, Varianz und Komplexität. Auf der anderen Seite existiert Agile Arbeit, ausgerichtet auf Flexibilität und Innovation. In dezentraler Selbstorganisation passt sie sich permanent den neuen Anforderungen von Kunden und Märkten an. Jedes Arbeitssystem eines Unternehmens entspricht aktuell einem dieser beiden skizzierten Gegenwartsbilder.

Mit zunehmender Veränderung im Umfeld der Unternehmen (Digitalisierung, demografischer Wandel und gesellschaftliche Megatrends) wird sich jedes Arbeitssystem in eines von vier Zukunftsbildern entwickeln, genannt Angelerntenarbeit, Fach- und Wissensarbeit, Vollautomatisierung und Prozessbetreuung. Merkmal der Angelerntenarbeit ist eine manuelle Leistungserstellung durch gering qualifizierte Beschäftigte. Die Technik dominiert die Menschen, der Automatisierungsgrad bleibt begrenzt. Das Zukunftsbild der Fach- und Wissensarbeit zeichnet sich durch eine hohe Qualifikation der Beschäftigten und die Dominanz der Menschen über die Technik aus. Der Automatisierungsgrad bleibt ebenfalls begrenzt. Das Zukunftsbild Vollautomatisierung realisiert eine hochautomatisierte Leistungserstellung durch digitale Systeme, Automaten und Roboter. Diese reparieren und optimieren sich selbst, Büros und Fabrikhallen sind dann weitgehend menschenleer. Auch beim Zukunftsbild Prozessbetreuung wird eine hochautomatisierte Leistungserstellung angestrebt. Aufgaben wie Konfigurierung, Wartung und Instandhaltung werden aber von hochqualifizierten, indirekten Beschäftigten ausgeführt. Diese halten die technischen Systeme am Laufen.

Ein Zukunftsbild repräsentiert ein stimmiges technisch-organisatorisches Gesamtsystem mit jeweils spezifischen Stärken und Schwächen. Jedes Arbeitssystem im Unternehmen wird sich in eines der Zukunftsbilder entwickeln. Die Richtung wird u.a. von der Arbeitsaufgabe, von den Produkten und Dienstleistungen, von der Dynamik und Varianz der Märkte sowie von der Qualifikation und Erfahrung der Beschäftigten beeinflusst. Entsprechend der Vielfalt dieser Rahmenbedingungen können in einem Unternehmen mehrere Zukunftsbilder gleichzeitig existieren.

Eine Entwicklung vom aktuellen Gegenwartsbild zu einem Zukunftsbild kann tiefgreifende und herausfordernde Veränderungen, so genannte Transformation, verursachen. Diese betreffen beispielsweise Organisation und Führung, Beschäftigungsstrukturen und Qualifikationsbedarfe sowie die IT-Infrastruktur. Einige dieser Transformationen sind bereits heute absehbar. Unternehmen und Gesellschaft können und müssen sich gezielt darauf vorbereiten. Um einen Dialog anzustoßen wird aufgezeigt, welche Themenstellungen von Unternehmen, Verbänden, Wissenschaft und Politik vertieft werden sollten.

Die baden-württembergische Industrie hat schon eine große Abfolge von kleinen und großen Veränderungen erfolgreich bewältigt. Sie kann auch die noch anstehenden Herausforderungen im Kontext der Digitalisierung meistern!

1 Einleitung

Das Gesamtprojekt „DIALOG ARBEITSWELT 4.0 IN BADEN-WÜRTTEMBERG“ hat die Aufgabe, den Ist-Stand digitaler und mobiler Arbeit zu analysieren, um davon ausgehend eine realistische Trendbeschreibung zukünftiger Entwicklungen der Arbeitswelt 4.0 zu ermöglichen. In zahlreichen Prognosen zur Digitalisierung von Arbeit werden technologische Trends als Ausgangspunkt genommen, um die zukünftigen Entwicklungen zu beschreiben. Insoweit besteht eine Forschungslücke, die im Hinblick auf weitergehende bildungs-, arbeitsmarkt- und sozialpolitische Konsequenzen geschlossen werden soll.

Ziel ist es den Wandel der Arbeit durch die Digitalisierung systematisch zu erfassen, in seiner Dynamik abzubilden und Gestaltungsoptionen aufzuzeigen. Die empirischen Ergebnisse werden so aufbereitet, dass sie mit Stakeholder aus Politik, von den Sozialpartnern und aus der Zivilgesellschaft diskutiert werden können. Dazu werden offene Dialogformen auf Landesebene gestaltet.

Der vorliegende Band entwickelt realistische Szenarien für die Arbeit der Zukunft.

1. Kapitel 1 gibt einleitend eine Einordnung in das Gesamtprojekt.
2. In Kapitel 2 werden vier **Zukunftsbilder für Arbeit 4.0** abgeleitet¹. Jedes Zukunftsbild skizziert plakativ, wie sich Arbeit realistisch entwickeln kann, und beinhaltet andere Stärken und Schwächen, Chancen und Risiken. Die Zukunftsbilder repräsentieren vier klar unterscheidbare Arbeitswelten mit jeweils unterschiedlicher Leistungsfähigkeit. Das macht strategische Weichenstellungen im Unternehmen erforderlich.
3. Betrachtet man den heutigen Ist-Zustand von Arbeit ebenso plakativ, so lassen sich zwei **Gegenwartsbilder von Arbeit** unterscheiden. Dies ist einerseits Hierarchische Arbeit² und andererseits Agile Arbeit³ (siehe Kapitel 3).
4. Die Gegenwarts- und Zukunftsbilder können nicht nur als Situationsbeschreibungen, sondern auch als **Entwicklungspfade zur Arbeit der Zukunft** verstanden werden (siehe Kapitel 4). Ein Entwicklungspfad könnte beispielsweise von einem hierarchischen Arbeitssystem (Gegenwartsbild) über eine Angelerntenproduktion (mittelfristiges Zukunftsbild) hin zur Vollautomatisierung (längerfristiges Zukunftsbild) führen.
5. Die Entwicklungen beschränken sich nicht auf die Einführung neuer Digitalisierungstechnik. Jeder Entwicklungsschritt kann **tiefgreifende Veränderungen bei Technik, Organisation und Kultur** (Transformationsprozesse⁴) verursachen. Kapitel 0 beschreibt Transformationsprozesse, die bereits heute absehbar sind. Unternehmen, Verbände und Politik sollten sich frühzeitig darauf vorbereiten.
6. Kapitel 6 zieht ein **Fazit** und gibt Anstöße zum Dialog für Unternehmen, Verbände, Politik und Wissenschaft.

¹ Die vier Zukunftsbilder sind Angelerntenarbeit, Fach- und Wissensarbeit, Prozessbetreuung und Vollautomatisierung.

² Der Begriff Hierarchische Arbeit ist eine Abkürzung für hierarchisch organisierte und zentral geführte Arbeit.

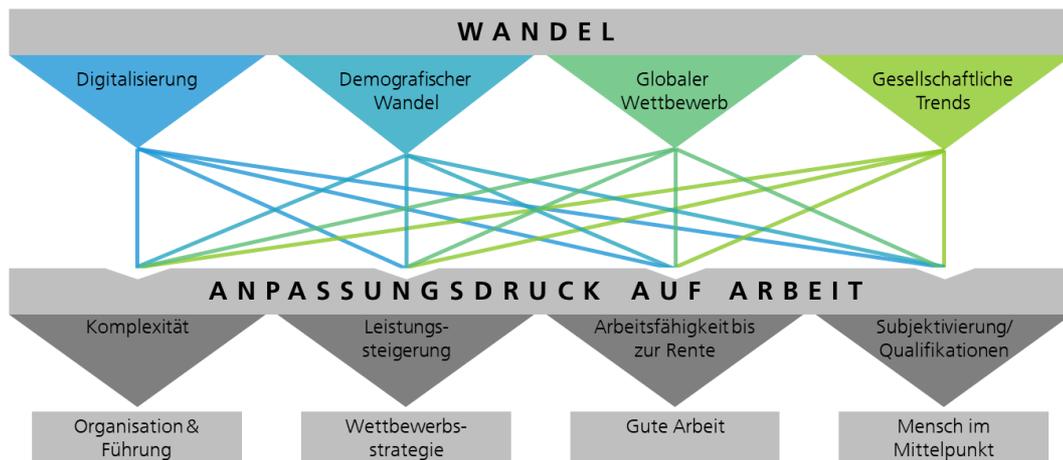
³ Der Begriff Agile Arbeit ist eine Abkürzung für dezentral organisierte und partizipativ geführte Arbeit.

⁴ Transformation ist der Fachbegriff für tiefgreifende Veränderungen bei Technik, Organisation und Kultur.

2 Zukunftsbilder für Arbeit 4.0

Das Umfeld, in dem Unternehmen sich behaupten müssen, verändert sich. Nicht nur Digitalisierung übt Einfluss auf zukünftige Entwicklungen der Arbeitswelt aus, sondern auch der demografische Wandel, der globale Wettbewerb und die gesellschaftlichen Megatrends zu Gesundheit und Individualität. Aus diesen Veränderungen entsteht Anpassungsdruck auf Arbeit (Abbildung 1)⁵.

Wandlungstreiber für die Arbeit der Zukunft



Inhalte und Grafik: Fraunhofer IAO

Abbildung 1: Wandlungstreiber für die Arbeit der Zukunft

Arbeit wird sich zukünftig in vier unterschiedliche Richtungen entwickeln, welche durch je ein Zukunftsbild für Arbeit 4.0 repräsentiert werden⁶. Ein Zukunftsbild skizziert plakativ, wie Arbeit in Zukunft ausgeprägt sein kann. Jedes Arbeitssystem im Büro oder der Produktion kann sich in eines dieser Zukunftsbilder entwickeln (siehe Abbildung 2).

⁵ Einen breiten und fundierten Überblick zum Wandel und Anpassungsdruck gibt das Weißbuch Arbeiten 4.0 (BmAS 2017). Die Zusammenhänge zwischen Wandel und Anpassungsdruck wurden im Band 2 des Projektes, Kapitel 3 und 4, herausgearbeitet (Korge et al. 2016,).

⁶ Auch die Zukunftsbilder wurden bereits im Band 2 des Projektes vorgestellt. Im vorliegenden Band erfolgt eine Konkretisierung.

Zukunftsbilder für Arbeit in Büros und Produktion

| | Polarisierung | Upgrading |
|--------------|--|---|
| Assistenz | <p>Angelerntearbeit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Low-Cost-Automatisierung • Leistungserstellung durch Niedrigqualifizierte • Standardisierte Arbeit ohne Freiräume für die Beschäftigten (Objektivierung) • Lückenlose Anleitung und Überwachung durch Assistenzsysteme  | <p>Fach- und Wissensarbeit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Automatisierung mit Augenmaß • Leistungserstellung durch Hochqualifizierte • Freiräume für Flexibilität und Innovation (Subjektivierung) • Assistenzsysteme unterstützen bei Sonderaufgaben  |
| Substitution | <p>Vollautomatisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umfassende Automatisierung • Menschenleere Fabrik und Büros • Prognose, Planung, Gestaltung der Technik • Die Technik steuert, überwacht und repariert sich selbständig  | <p>Prozessbetreuung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Automatisierung des technisch machbaren • Prozessinformatiker und -techniker vor Ort halten die Automatisierung am Laufen • Freiräume zur Problemlösung (Subjektivierung) • Assistenz- und Kommunikationssysteme unterstützen bei der Problemlösung  |

Inhalte und Grafik: Fraunhofer IAO

Abbildung 2: Zukunftsbilder für Arbeit in Büros und Produktion (Korge et al. 2016)

Ausgangspunkt für die Konzeption der Zukunftsbilder sind zwei aktuelle, wissenschaftliche Diskussionen. Die erste Diskussion betrachtet die Digitalisierungsstrategie. Sie unterscheidet, ob die Digitalisierung eine Ersetzung (Substitution) menschlicher Arbeit oder eine Unterstützung des arbeitenden Menschen (Assistenz) anstrebt. Die zweite Diskussion behandelt die Entwicklung von Aufgabenkomplexität und Qualifikationen bei den Beschäftigten. Unterschieden wird zwischen Aufwertung (Upgrading) und Aufspaltung (Polarisierung). Upgrading bedeutet, dass die Digitalisierung zu einer Aufwertung von Aufgaben und Qualifikationen bei allen Beschäftigten führt, beispielsweise, weil alle Beschäftigten zukünftig den Umgang mit digitalen Systemen erlernen werden. Polarisierung bedeutet, dass nur die Aufgaben und Qualifikationen der schon heute hochqualifizierten Beschäftigten weiter aufgewertet werden. Einfache Aufgaben mit heute geringer Qualifizierung werden dagegen noch einfacher. Kombiniert man die beiden Hypothesen, so resultieren die vier Zukunftsbilder für Arbeit.

Ein definierendes Unterscheidungsmerkmal der Zukunftsbilder ist zum einen die Aufgabenteilung zwischen Mensch und Maschine. Diese Aufteilung bestimmt beispielsweise darüber, ob der Mensch als verlängerter Arm der Maschine oder die Maschine als verlängerter Arm des Menschen eingesetzt wird. Das zweite definierende Unterscheidungsmerkmal ist der Zweck der zukünftigen Digitalisierung, nämlich Unterstützung oder Substitution des arbeitenden Menschen. Dieser Zweck bestimmt die Ausprägung der Technik. Eine Substitution des arbeitenden Menschen erfordert selbständig arbeitende Algorithmen und Automaten, für eine Unterstützung braucht es Assistenzsysteme, die Menschen helfen oder (an)leiten.

Die vier Zukunftsbilder repräsentieren klar unterscheidbare Arbeitswelten mit jeweils spezifischen Ausprägungen nicht nur bei der Technik, sondern auch bei der Organisation, der Führung, der Kultur und der Personalstruktur. In jedem der Zukunftsbilder übernehmen die Beschäftigten andere Rollen und Arbeitsaufgaben, entsprechend unterscheiden sich die erforderliche Qualifikation und die notwendigen Handlungs- und Entscheidungsfreiräume. Außerdem resultiert bei jedem Zukunftsbild eine charakteristische Leistungsfähigkeit in Bezug auf Schnelligkeit, Produktivität, Flexibilität oder Innovationsfähigkeit. Die Zukunftsbilder eignen sich somit für unterschiedliche Marktanforderungen.

2.1 Zukunftsbild „Angelerntenarbeit“

Kennzeichen des Zukunftsbildes **Angelerntenarbeit** sind

- manuelle Leistungserstellung bei begrenztem Automatisierungsgrad
- geringe Qualifikation der Beschäftigten
- Dominanz der Technik über die Menschen
- Weisung und Kontrolle

Der Fokus bei Angelerntenarbeit liegt auf manueller Leistungserstellung mit gering qualifizierten Beschäftigten. Der Automatisierungsgrad bleibt begrenzt⁷. Digitale Assistenzsysteme und organisatorische Hilfsmittel leiten die Angelernten bei der Arbeit an und kontrollieren die Qualität der Ausführung. Dieses Zukunftsbild basiert auf Weisung und Kontrolle, die Technik dominiert also über den Menschen.

Das Zukunftsbild der Angelerntenarbeit unterscheidet sich von einer heutigen Serienproduktion oder von einer standardisierten Sachbearbeitung in den Büros durch einen wesentlich höheren Grad an Digitalisierung in Form von Assistenzsystemen zur Weisung und Überwachung. In diesem Zukunftsbild wird manuelle Arbeit zwar überwiegen, aber mit fortschreitender Technologie werden durchaus Arbeitsaufgaben automatisiert, wenn dies einfach, wirtschaftlich und zuverlässig möglich ist oder die Ergonomie oder die Qualität es erfordern. Begrenzende Faktoren für die Automatisierung im Zukunftsbild „Angelerntenarbeit“ sind die Wirtschaftlichkeit bei kostengünstigen Arbeitskräften sowie Investitionsrisiken aufgrund kurzer Produktlebensdauern und Unsicherheiten bezüglich zukünftiger Entwicklungen.

Der Zweck der Digitalisierung liegt auf einer Anleitung der gering qualifizierten Beschäftigten und eine Kontrolle der Qualität durch Assistenzsysteme. Dies erfordert, Wissen mit technologischen Mitteln zu formalisieren und abzubilden. Dazu sind nicht immer hochmoderne Expertensysteme notwendig. Wissen kann auch mit einfachen technologischen Mitteln formalisiert und abgebildet werden. Beispiele sind Filme (Utility Films), CAD-Visualisierungen oder Augmented Reality. Voraussetzung aber ist, dass die Prozesse durchschaubar und beschreibbar, also nicht zu komplex sind.

⁷ Auch beim Zukunftsbild Angelerntenarbeit wird in aller Regel keine Verringerung des Automatisierungsgrades gegenüber heute resultieren – im Gegenteil.

Angelerntenarbeit eignet sich also bei Arbeitsprozessen mit geringer Komplexität und Varianz, insbesondere, wenn Anforderungen an Geschicklichkeit, Kreativität oder soziale Intelligenz eine Automatisierung erschweren. Beispiele sind eine Serienproduktion mit vorkonfigurierten Varianten, eine situationsspezifische Sachbearbeitung in Büros oder ein persönlicher Gästekontakt in der Systemgastronomie.

Aus Sicht der Unternehmen ermöglicht die Angelerntenarbeit eine einfache Skalierung von Kapazitäten mit relativ kostengünstigen, am Arbeitsmarkt verfügbaren und austauschbaren Arbeitskräften. Fachkräftemangel und Zuwanderung könnten das Zukunftsbild begünstigen. Arbeitspolitisch ist eine Angelerntenarbeit möglicherweise wünschenswert, um Geringqualifizierte in Lohn und Brot zu halten bzw. in Arbeit zu bringen. Je nach Ausgestaltung der Assistenzsysteme kann Digitalisierung die Entwicklung der Beschäftigten anleiten und begleiten oder aber Lernen behindern, Freiräume eingrenzen und die Beschäftigten überwachen.

Betriebswirtschaftlich besteht das Risiko, dass die Kosten im Überbau überproportional steigen. Das Erfahrungswissen wandert weg vom Ort der Leistungserstellung, das kann Innovationsfähigkeit, Weiterentwicklung der Prozesse und flexible Reaktionen auf Veränderungen behindern. Qualifizierten Beschäftigten droht eine Dequalifizierung. Volkswirtschaftlich besteht das Risiko, dass Arbeit ohne Qualifikation abwandert.

2.2 Zukunftsbild „Fach- und Wissensarbeit“

Kennzeichen des Zukunftsbildes **Fach- und Wissensarbeit** sind

- manuelle Leistungserstellung bei begrenztem Automatisierungsgrad
- eine hohe Qualifikation der Beschäftigten
- die Dominanz der Menschen über die Technik
- Individualisierung und Subjektivierung der Arbeit

Auch bei Fach- und Wissensarbeit liegt der Fokus auf manueller Leistungserstellung. Weil die von den Märkten geforderte Flexibilität und Innovationsgeschwindigkeit nicht mehr durch Prognose und Planung realisiert werden kann, haben die Beschäftigten vor Ort Handlungs- und Entscheidungsfreiheiten. Qualifikation ersetzt Planung. Gut ausgebildete Beschäftigte, aber auch Angelernte mit jahrelanger Erfahrung, werden zu produzierenden Managern. Sie greifen bei ungeplanten Ereignissen eigenverantwortlich ein, etwa um Sachverhalte zu klären, um kundenspezifische Umfänge zu bearbeiten, um Innovationen umzusetzen oder um unvorhergesehene Probleme schnell auszuräumen. Ermöglicht wird dies durch eine Individualisierung und Subjektivierung der Arbeit, welche durch Vertrauenskultur, dezentrale Organisation und partizipative Führung realisiert werden können (Korge et al. 2016)⁸.

⁸ Siehe dazu Kapitel 4.1 Zentral oder dezentral

Das Zukunftsbild der Fach- und Wissensarbeit unterscheidet sich von heutiger Wissensarbeit, qualifizierter Sachbearbeitung oder Variantenproduktion durch einen wesentlich höheren Grad an Digitalisierung. Assistenzsysteme führen Informationen zusammen, arbeiten Handlungsvorschläge aus und unterstützen die Kommunikation. Ähnlich wie bei der Angelerntenarbeit werden durchaus Arbeitsaufgaben automatisiert, wenn dies einfach, wirtschaftlich und zuverlässig möglich ist oder die Ergonomie oder die Qualität es erfordern. Begrenzende Faktoren für die Automatisierung im Zukunftsbild „Fach- und Wissensarbeit“ sind Dynamik, Varianz und Komplexität. Der Zweck der Digitalisierung liegt aber hauptsächlich auf Assistenzsystemen zur Unterstützung der Beschäftigten bei Sonderaufgaben, etwa zur Bereitstellung von Informationen zu selten vorkommenden Varianten oder für Hilfestellungen bei der Beseitigung von Störungen.

Der Mensch dominiert über die Technik. Entsprechend brauchen Assistenzsysteme für Fachleute Eingriffsmöglichkeiten für das Erfahrungswissen der Beschäftigten sowie Erklärungskomponenten, um die Kausalität von Eingang und Lösung aufzuzeigen. Sie müssen offen, mobil und adaptiv gestaltet werden. Dazu kommen Funktionen, wie Kommunikation oder Kalender. Die Qualität der Benutzungsschnittstelle und der Grad der Unterstützung durch Assistenzsysteme beeinflussen die Anforderungen an die Beschäftigten.

Eine Fach- und Wissensarbeit eignet sich insbesondere für Innovationsprozesse, für komplexe, variantenreiche Abläufe, für kundenspezifische Umfänge und bei geringen Wiederholungszahlen. Experten gehen davon aus, dass diese Anforderungen an Unternehmen stark zunehmen⁹ (Spath et al.).

Dieses Zukunftsbild ist arbeitspolitisch wünschenswert. Die Beschäftigten werden eingebunden und können ihre Arbeit individuell beeinflussen. Damit werden wichtige Faktoren für Motivation und Gesundheit umgesetzt. Neue Berufe könnten entstehen. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht werden mit Flexibilität, Schnelligkeit und Innovation entscheidende Erfolgsfaktoren im globalen Kundenmarkt der Zukunft realisiert.

Allerdings stellt sich die Frage, ob die Beschäftigten qualifikatorisch genügend weit aufgewertet werden können.

2.3 Zukunftsbild „Vollautomatisierung“

Kennzeichen des Zukunftsbildes **Vollautomatisierung** sind:

- hochautomatisierte Leistungserstellung durch Roboter, Automaten und digitale Systeme
- weitgehend menschenleere Fabrikhallen und Büros
- Roboter und Software reparieren sich selbst (auch Digitalisierung der indirekten Aufgaben)

⁹ Diese komplexe Situation wird teilweise mit der Abkürzung VUCA für Volatility, Uncertainty, Complexity und Ambiguity bezeichnet.

Die Vollautomatisierung ist nahe an menschenleeren Fabriken und Büros. Die Leistungserstellung erfolgt hochautomatisiert durch Computer, Roboter und Automaten. Vollautomatisierte Systeme, kommen im Tagesgeschäft ohne permanente Betreuung aus. In der extremen Ausprägung werden nicht nur die Leistungserstellungsprozesse in Büros und Produktion, sondern auch die Unterstützungsprozesse durch Technik ausgeführt (Software lernt und Roboter reparieren sich selbst), so dass menschliche Arbeit substituiert wird.

Vollautomatisierte Systeme ohne permanente Betreuung findet man heute bei recht einfachen Prozessen mit hoher Wiederholungszahl, die lange Zeit unverändert bleiben. Beispiele sind sicher beherrschte Teilprozesse in der Sachbearbeitung, die Fertigung von Serienteilen oder die Vormontage einfacher Standardbaugruppen. Das Zukunftsbild Vollautomatisierung unterscheidet sich von diesen Systemen dadurch, dass einerseits wesentlich umfangreichere Aufgaben automatisiert werden, und andererseits durch lernende Technologien, die sich selbst überwachen, heilen und an veränderte Rahmenbedingungen anpassen. Eine Automatisierung der Leistungserstellungsprozesse wäre heute für einige Leistungserstellungsprozesse mit hoher Wiederholungszahl, begrenzter Varianz und langer Lebensdauer technologisch möglich. Vollautomatisierung ist aber noch teuer, außerdem ist die Vielfalt und Komplexität der unterschiedlichen Aufgaben für künstliche Intelligenz (KI) und Roboter technologisch herausfordernd. Massive Fortschritte werden im Bereich des maschinellen Lernens erwartet. Jedoch bleibt Software, die sich selbst heilt, in der flächendeckenden betrieblichen Praxis eine Vision und Roboter, die Roboter konstruieren, ein Forschungsthema. Zu beachten ist auch, dass lernende Systeme zunächst lange laufen müssen, um ausreichende Erfahrungen zu sammeln.

Aus Sicht der Unternehmen ermöglicht Vollautomatisierung immense Produktivitätspotenziale durch die Einsparung von Arbeitskräften. Vollautomatisierte Anlagen könnten (wie zum Teil bereits heute) zum Exportschlager werden. Arbeitspolitisch wäre eine Vollautomatisierung nur bei Vollbeschäftigung wünschenswert, gesamtgesellschaftlich würden Lösungen erforderlich werden, welche die Umverteilung der Besteuerung von Arbeit zum Ziel haben (bspw. eine Maschinensteuer).

In absehbarer Zukunft begrenzt die Wirtschaftlichkeit der erforderlichen Investitionen die Automatisierung. Problematisch ist auch die Störanfälligkeit technischer Systeme. Bei Mängeln drohen eine schlechte Gesamtprozesseffektivität und der starke Anstieg indirekter Aufwände. Eine Vollautomatisierung ist sehr komplex und beinhaltet große Schwierigkeiten bei Anpassung und Skalierbarkeit. Automatisierung ohne selbstlernende Systeme beruht auf Prognose und Planung, was die Flexibilität der zu substituierenden Prozesse einschränkt. Eventuell werden KMU abgekoppelt, da sie oft nicht über die erforderlichen Investitionsmöglichkeiten verfügen.

2.4 Zukunftsbild „Prozessbetreuung“

Kennzeichen des **Zukunftsbildes Prozessbetreuung** sind:

- Indirekte Beschäftigte arbeiten in Fabrikhallen und Büros
- hochautomatisierte Leistungserstellung durch Roboter, Automaten und digitale Systeme
- Prozesstechniker führen die indirekten Aufgaben wie Wartung und Instandhaltung aus
- Individualisierung und Subjektivierung der Arbeit

Im Zukunftsbild Prozessbetreuung entstehen Dienstleistungen und Produkte durch eine möglichst weitgehende Automatisierung. Die eigentliche Leistungserstellung erfolgt also durch Computer, Roboter und Automaten. Arbeitsaufgabe der Prozessbetreuer ist es, die Automatisierung am Laufen zu halten, zu optimieren und weiterzuentwickeln. Damit verändert sich die Arbeit der Menschen in Werkhallen und Büros grundsätzlich. Das damit einhergehende Aufgabenprofil reicht weit über das der klassischen Systembetreuung, Konfiguration, Stammdatenpflege oder Instandhaltung hinaus. Prozessbetreuer verstehen die Digitalisierung und die Automatisierungstechnik. Sie müssen mit Unsicherheit und Mehrdeutigkeit umgehen, denn aufgrund der Komplexität unterschiedlicher vernetzter Technologien werden häufig ungeplante Situationen auftreten. Da diese Arbeit nicht planbar ist, ist eine Individualisierung und Subjektivierung der Teamarbeit erforderlich. Ermöglicht wird dies durch eine dezentrale Organisation und partizipative Führung auf Grundlage einer Vertrauenskultur (Korge et al. 2016)¹⁰.

Bereits heute gibt es Arbeitssysteme zur Erstellung komplexer Leistungen, die weitgehend automatisiert sind. Sie benötigen aber oft eine intensive Betreuung im Tagesgeschäft, insbesondere um Störungen auszuräumen. Beispiele sind Buchungssysteme oder der Automobil-Rohbau mit den Kerntechnologien Schweiß- und Handlingroboter. Die zukünftige Automatisierung wird weitere IT- und Fertigungstechnologien automatisieren und verketteten. Begrenzender Faktor für die Automatisierung im Zukunftsbild „Prozessbetreuung“ ist die technologische Komplexität, insbesondere die Stabilität (Fehler- und Ausfallsicherheit), die Anpassungsfähigkeit bei Veränderungen und die Flexibilität bei unvorhergesehenen Situationen.

Prozessbetreuer benötigen ein breites technologisches Wissen. Neben einer entsprechenden Qualifizierung ist eine Unterstützung durch ausgereifte Kommunikations- und Assistenzsysteme erforderlich. Auf selbstheilende und selbstlernende Systeme kann vorerst verzichtet werden. Dieses Zukunftsbild könnte eine Zwischenstufe auf dem Weg zur Vollautomatisierung darstellen. Auch eine „nur“ weitgehende (also nicht umfassende) Automatisierung ist bis auf weiteres oft nur für hoch standardisierte Prozesse und Produkte wirtschaftlich. Insbesondere die Gestaltung der Software bei Varianz und Unsicherheit, aber auch die Sicherstellung einer ausreichenden Stabilität ist herausfordernd.

Aus Unternehmenssicht sind hohe Produktivitätsgewinne durch eine hohe Einsparung von Arbeitskräften möglich. Neue Berufe entstehen, alte fallen weg. Bei guter Gestaltung wird „die Mühsal der Arbeit“ weitestgehend abgeschafft.

¹⁰ Siehe dazu Kapitel 4.1 Zentral oder dezentral

Arbeitspolitisch stellt sich die Frage, was Geringqualifizierte und Facharbeiter, die diese Tätigkeiten heute ausführen, machen? Bei Mängeln in der Ausgestaltung der Automatisierung besteht für Prozess-techniker die Gefahr der Überbelastung.

2.5 Validierung

Die Zukunftsbilder ermöglichen eine realistische Trendbeschreibung zukünftiger Entwicklungen der Arbeitswelt 4.0. Alles deutet darauf hin, dass sie universell für unterschiedliche Arten von Arbeit anwendbar sind. Sie wurden auf Grundlage von branchenunabhängigen wissenschaftlichen Diskussionen entworfen und anhand von Use-Cases aus Produktion, Disposition, Sachbearbeitung, Sekretariatsarbeit und Wissensarbeit angewendet.

Um die wissenschaftliche Relevanz abzusichern, wurden die Zukunftsbilder durch interdisziplinär besetzte Experteninterviews validiert und bewertet. Die Einteilung ist plausibel und fügt sich in den aktuellen Diskurs ein. Die Zukunftsbilder liegen eng beieinander, sind aber klare Gegenkonzepte. Sie sind gut aufgebaut und übersichtlich. Alle Zukunftsbilder werden eintreten – abhängig von der Branche, vom Betrieb und von den Zeiträumen.

Die praktische Relevanz zeigt eine Abfrage bei den Teilnehmern von Dialogveranstaltungen im Rahmen des Projektes¹¹. Nach Einschätzung der Teilnehmer sind alle vier Zukunftsbilder für spezielle Aufgaben bereits heute realisierbar. Für die breite Anwendung können Angelerntenarbeit sowie Fach- und Wissensarbeit innerhalb der nächsten zehn Jahre realisiert werden. Eine Prozessbetreuung ist bis 2030 realisierbar. Uneinheitlich ist die Einschätzung bis wann eine Vollautomatisierung in der breiten Anwendung realisierbar ist. Zwei Drittel der Teilnehmer erwartet dies innerhalb der nächsten zehn Jahre, ein Drittel schätzt, dass eine Vollautomatisierung in der Breite bis weit über das Jahr 2030 hinaus dauert.

Eine geeignete Betrachtungsebene für die Zukunftsbilder ist das Arbeitssystem¹². Die unterschiedlichen Arbeitssysteme eines Unternehmens können sich in unterschiedliche Zukunftsbilder entwickeln. Beispielsweise könnte die Endmontage eines modular aufgebauten Rennerproduktes als Vollautomatisierung gestaltet werden, während die Vorfertigung von variantenreichen Komponenten als Fach- und Wissensarbeit ausgeführt wird. In einem Unternehmen werden unterschiedliche Zukunftsbilder gleichzeitig entstehen.

Zunächst genügt die Untersuchung „typischer“ Arbeitssysteme mit hoher Bedeutung für das Unternehmen. Es bilden sich prägende Muster heraus wie „die Serienmontagen“, „die Buchhaltung“ oder „die Sekretariate“, die auf vergleichbare „typische“ Arbeitssysteme übertragen werden können.

¹¹ Ausgewertet wurden 29 Rückmeldungen. Zum Zeitpunkt dieser Befragungen waren Zukunftsbilder und Entwicklungspfade noch nicht auf Büroarbeit erweitert, die Angaben beziehen sich also auf Produktionsarbeit. Auswertungen für Büroarbeit folgen im weiteren Projektverlauf.

¹² Ein Arbeitssystem ist eine betriebliche Leistungseinheit, die eine Arbeitsaufgabe erfüllt. Beispiele sind die Endmontage eines Produktes, die Vorfertigung einer Komponente, die Personalbuchhaltung, die Reisestelle, ein Sekretariat oder die Küche einer Gaststätte.

3 Gegenwartsbilder von Arbeit

Die vier Zukunftsbilder beschreiben plakativ, wie sich Arbeit realistisch entwickeln kann. Betrachtet man den Ist-Zustand von Arbeit ebenso plakativ, so lassen sich zwei Gegenwartsbilder unterscheiden. Dies ist einerseits die Hierarchische Arbeit¹³ und andererseits die Agile Arbeit¹⁴ (siehe Abbildung 3).

Gegenwartsbilder von Arbeit in Büros und Produktion

| Hierarchische Arbeit |  | Agile Arbeit |  |
|---|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Ziel: Produktivität und Stabilität• Zentralisierte Organisation und hierarchische Führung• Funktionale Arbeitsteilung und Trennung von Leitung und Ausführung• Prognose, Planung, Weisung, Kontrolle• Personenunabhängig Aufgaben- und Stellenbildung (Objektivierung)• Tayloristisches Menschenbild | | <ul style="list-style-type: none">• Ziel: Flexibilität und Innovation• Dezentrale Organisation und partizipative Führung• Prozessorganisation mit durchgängiger Verantwortung• Situative Entscheidung am Ort der Ausführung• Individualisierung und Subjektivierung• Menschenbild des Complex Man bzw. der Theorie Y nach McGregor | |

Inhalte und Grafik: Fraunhofer IAO

Abbildung 3: Gegenwartsbilder von Arbeit in Büros und Produktion

Zur Beschreibung der Gegenwartsbilder erfolgt ein Perspektivenwechsel im Vergleich zur Beschreibung der Zukunftsbilder. Das vordergründige Unterscheidungsmerkmal bei der Beschreibung der Gegenwartsbilder ist das Prinzip, das der Organisation und Führung zugrunde liegt. Denn die Aufgabenteilung zwischen Mensch und Maschine, also das vordergründige Unterscheidungsmerkmal der Zukunftsbilder, taugt nicht für eine plakative Unterscheidung von Gegenwartsbildern. Dominierend ist heute üblicherweise menschliche Arbeit, der Einfluss der Digitalisierung ist, verglichen mit jedem der Zukunftsbilder, niedrig. Möglich ist dieser Perspektivenwechsel, weil Arbeit ein sozio-technisches System darstellt (Hirsch-Kreinsen 2015). Arbeit entsteht im Zusammenwirken von Menschen, Technik und Organisation. Diese Subsysteme hängen untrennbar miteinander zusammen. Damit das Gesamtsystem stimmig bleibt, führen Unterschiede in einem Subsystem zu Unterschieden bei allen anderen Subsystemen¹⁵. Somit ist es unerheblich, welche Perspektive für die Beschreibung in den Vordergrund gestellt wird.

¹³ Der Begriff Hierarchische Arbeit ist eine Abkürzung für hierarchisch organisierte und zentral geführte Arbeit.

¹⁴ Der Begriff Agile Arbeit ist eine Abkürzung für dezentral organisierte und partizipativ geführte Arbeit.

¹⁵ Beispielsweise bestimmt das Prinzip, das der Organisation und Führung zugrunde liegt, die Handlungs- und Entscheidungsfreiräume der Beschäftigten. Damit legt es indirekt die erforderliche Qualifikation der Beschäftigten fest und beeinflusst so die Personalentwicklung und die Beschäftigtenstruktur. Außerdem wirkt dieses Prinzip

3.1 Hierarchische Arbeit

Kennzeichen des Gegenwartsbildes **Hierarchisch Arbeit** sind:

- Produktivität und Stabilität
- Prognose und Planung
- Weisung und Kontrolle
- Standardisierung und Objektivierung
- Tayloristisches Menschenbild (Mensch ist nicht fähig und unwillig)

Der Begriff Hierarchische Arbeit ist eine Abkürzung für hierarchisch organisierte und zentral geführte Arbeit. Hierarchisch Arbeit zielt hauptsächlich auf Produktivität und Stabilität ab. Tayloristischen Prinzipien entsprechend erfolgt eine funktionale Arbeitsteilung, sodass kurze Ablaufabschnitte entstehen, die spezialisierten Beschäftigten zugeordnet werden. Geistige und körperliche Arbeit sind getrennt und zentrale Planungs- und Steuerungsbereiche geben die Ausführung vor. Zusätzlich sind Führung und Ausführung getrennt. Eine ausgeprägte Hierarchie koordiniert und kontrolliert die Ausführung und die Erfüllung der Leistungsziele. Prozesse werden durch Prognose und Planung vorgedacht, durch Standardisierung dokumentiert und als verbindliche Weisung durchgesetzt. Aufgaben und Stellen werden personenunabhängig festgelegt (objektiviert)¹⁶. Die Beschäftigten auf Ebene der Leistungserstellung werden als austauschbare Ressourcen und Produktionsmittel betrachtet. In extremen Ausprägungen hierarchischer Arbeit wirken ein tayloristisches Menschenbild und eine Misstrauenskultur. Den Beschäftigten wird also nicht zugetraut, eigenständig und verantwortungsvoll zu agieren. Unwillige Menschen können nur durch Vorgaben, Kontrolle und Druck zu effizienter Arbeitsausführung bewegt werden, bringt die Theorie X von McGregor auf den Punkt (Kirchler et al. 2004).

Eine Hierarchische Arbeit hat sich über Jahrzehnte hinweg bewährt. Vor dem Hintergrund veränderter Märkte und steigender Ansprüche der Beschäftigten rücken jedoch mannigfaltige Schwächen in den Fokus. Die Agilität kann nur schwer gesteigert werden, denn wer Vorgaben als Voraussetzung für eine effiziente Ausführung erachtet, kann auf Pläne nicht verzichten. Flexibilität, Anpassung und Innovation erzeugen bürokratischen Aufwand und lange Durchlaufzeiten, weil jede Produkt- und Prozessvariante geplant und dokumentiert werden muss. Kurze Reaktionszeiten lassen sich auf diese Weise nicht realisieren. Trotzdem ist die typische Reaktion auf die veränderten Anforderungen der Märkte ein Mehr an Analyse und Planung.

Komplexe Aufgaben wie Wissensarbeit entziehen sich einer hierarchisch organisierten und zentral geführten Arbeit weitgehend, da sie grundsätzlich nicht planbar sind (Schoeneberg 2014). Auch zur Sicherstellung einer intrinsischen Motivation sowie für die Anforderungen zu Humanisierung und guter

auf die Aufgabenteilung zwischen Menschen und Maschine ein und nimmt Einfluss auf die geeigneten Technologien.

¹⁶ Zu Objektivierung und Subjektivierung siehe und (Lohr 2008) und Band 2 dieses Projekts (Korge et al. 2016) Kapitel 4.1.2 Subjektivierung: Neue Rolle für die Beschäftigten.

Arbeit bieten die hierarchischen Konzepte wenig Lösungen solange unterstellt wird, dass Menschen genauso unproblematisch eingesetzt werden können wie jedes andere Werkzeug und individuelle Interessen nicht berücksichtigt werden können.

Die Wissenschaft postuliert seit Jahrzehnten das Ende von funktionaler Arbeitsteilung, zentraler Organisation und hierarchischer Führung (Pinnow 2011). In der Industrie dagegen waren diese Konzepte bis in die jüngere Vergangenheit der Maßstab für gutes Management. Sie wurden in den meisten großen Unternehmen umgesetzt und von den Zertifizierungsstellen eingefordert. Unter dem Druck der Märkte sowie von Megatrends in der Gesellschaft¹⁷, denken Unternehmen und Zertifizierungsstellen (Sommerhoff 2017) über agilere Organisations- und Führungskonzepte nach.

3.2 Agile Arbeit

Kennzeichen des Gegenwartsbildes **Agile Arbeit** sind:

- Flexibilität und Innovation
- Bewusster Umgang mit Komplexität und Unsicherheit
- Situative Entscheidung am Ort der Ausführung
- Individualisierung und Subjektivierung
- Menschenbild des Complex Man bzw. der Theorie Y nach McGregor

Der Begriff Agile Arbeit ist eine Abkürzung für dezentral organisierte und partizipativ geführte Arbeit. Ziele einer Agilen Arbeit sind Flexibilität, Anpassungsfähigkeit und Innovation, ohne die Produktivität aus den Augen zu verlieren. Dabei werden Alleinstellungsmerkmale wie kundenspezifische Varianten und Schnelligkeit als Grundlage für den Markterfolg vorangetrieben. Funktionsintegration nach Prozessen und Produkten (etwa Mini-Factories, Fertigungsinseln oder Auftragscenter) schafft Transparenz und legt durchgängige Verantwortung in die Hand jeweils eines interdisziplinären Teams. Autonomie (weitgehende Unabhängigkeit) und Dezentralisierung (Verlagerung von Entscheidungs- und Handlungsfreiheiten an den Ort der Ausführung) geben Beschäftigten das Recht und die Pflicht, unsichere und mehrdeutige Zustände situativ zu bewältigen. Führung erfolgt nicht durch enge Vorgaben und Kontrollen, sondern über Vermittlung von Sinn sowie die Festlegung der Rahmenbedingungen und Ziele. Bei unklaren Aufgabenstellungen und Zielen sowie bei unvollständigen Informationen werden agile und lernende Methoden eingesetzt¹⁸.

Die Führungskraft wird zum Coach und Enabler für die Beschäftigten. Das Menschenbild basiert auf dem Vertrauen im Sinne der Theorie Y von McGregor (Kirchler et al. 2004), dass der Mensch von Natur aus leistungsbereit, fähig und von innen motiviert ist. Aufgabe von Organisation und Führung ist es, geeignete Leistungsbedingungen sowie Nutzen für alle zu schaffen, dann wird der Mensch Verantwortung übernehmen und Eigeninitiative entwickeln. Geeignete Leistungsbedingungen berücksichtigen

¹⁷ Gesundheit, Individualisierung und demografischer Wandel (siehe dazu Korge et al. 2016, Kapitel 3).

¹⁸ Beispiele sind Scrum oder Design Thinking.

individuelle und veränderliche Bedürfnisse der Beschäftigten, von physischem Wohlergehen über soziale Kontakte bis zur Selbstverwirklichung, beschreibt etwa das Menschenbild des Complex Man (Kirchler et al. 2004).

Eine heute weit verbreitete Ausprägung Agiler Arbeit ist die teilautonome Teamarbeit. Gruppen von Beschäftigten arbeiten in gemeinsamer Verantwortung an einer gemeinsamen Aufgabe. Die Teams haben eine gewisse Selbständigkeit und Entscheidungsfreiheit bei den einzelnen Arbeitsabläufen. Kennzeichen dieser Form der Teamarbeit ist, dass Aufgaben und Freiräume von der Führung delegiert werden. Dazu werden sie möglichst exakt definiert. Erfolgt die Teamarbeit in einem tayloristischen Geist, so handelt es sich nicht um Agile Arbeit, sondern um Hierarchische Arbeit¹⁹.

In jüngerer Vergangenheit haben sich noch weitergehende agile Konzepte entwickelt²⁰. Statt fix definierter Bereiche und Stellen werden dynamische Organisationseinheiten gebildet, in den agilen Konzepten oft Kreise und Rollen genannt. Diese sind weitgehend autonom und definieren ihre Aufgaben, Ziele und Vorgehensweisen selbst. Teilweise werden selbst Entscheidungen der Unternehmensstrategie demokratisch getroffen und Führungskräfte gewählt (Laloux 2015). Die Bewältigung von Unsicherheit und Mehrdeutigkeit wird zum Organisationsprinzip gemacht. Der Schlüssel dazu liegt bei motivierten und qualifizierten Menschen, die vor Ort situationspezifisch entscheiden und zeitnah handeln. Kreativität und Intuition, basierend auf Qualifikation und Erfahrung, ersetzen personenunabhängige Standards. Selbstorganisation und Eigenverantwortung nutzen die individuellen Fähigkeiten und Interessen der Menschen (Subjektivierung)²¹.

Die Flexibilität, Anpassungsfähigkeit und Innovationskraft Agiler Arbeit hilft Unternehmen, die zukünftigen Herausforderungen zu erfüllen. Diese Herausforderungen sind Schnelligkeit, Flexibilität und Innovation, um auf den Märkten zu bestehen, sowie gute Arbeit im Kampf und Fachkräfte. KMU²² und Startups werden oft als Vorbild für Agilität und Innovation genannt. Ihre scheinbare Nicht-Organisation spiegelt die Subjektivierung der Agilen Arbeit wider.

4 Entwicklungspfade zur Arbeit der Zukunft

Heute ist Arbeit eher manuell geprägt und entweder hierarchisch oder agil organisiert und geführt (siehe dazu Kapitel 3). Der nächste Entwicklungsschritt führt ein Arbeitssystem²³ in eines der vier digitalisierten Zukunftsbilder Angelerntenarbeit, Fach- und Wissensarbeit, Vollautomatisierung oder Prozessbetreuung (siehe Kapitel 2). Abbildung 4 verdeutlicht die möglichen Entwicklungspfade ausgehend von der Arbeit der Gegenwart hin zur Arbeit der Zukunft. Der erste mögliche Entwicklungsschritt ist in

¹⁹ Hinweise auf eine hierarchisch organisierte, zentral geführte Arbeit sind: Produktivität und Stabilität als wichtigste Ziele, eine personenunabhängige Aufgabenbildung auf Grundlage von Prognose und Planung, enge und starr definierte Freiräume sowie Weisung und Kontrolle als Folge fehlenden Vertrauens.

²⁰ Beispiele sind Soziokratie oder Holakratie. Weitergehende agile Konzepte haben sich inzwischen in vielen Branchen und Unternehmen jeder Größe bewährt, einen guten Überblick gibt Laloux 2015.

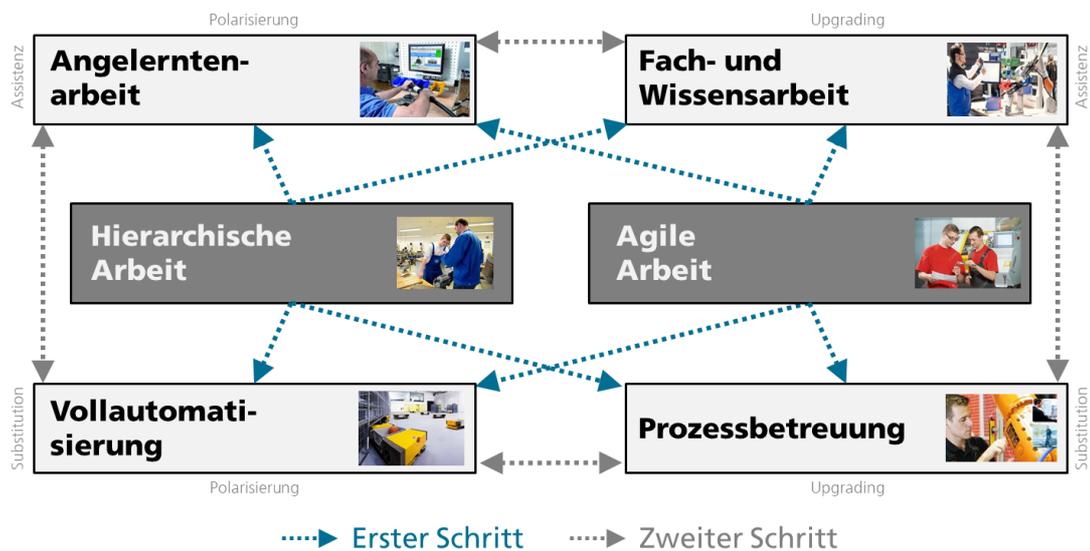
²¹ Zu Objektivierung und Subjektivierung siehe (Lohr 2008) und Band 2 dieses Projekts (Korge et al. 2016), Kapitel 4.1.2 Subjektivierung: Neue Rolle für die Beschäftigten.

²² Kleine und mittlere Unternehmen

²³ Die geeignete Betrachtungsebene für die Zukunftsbilder ist das Arbeitssystem (siehe dazu Kapitel 2.5)

der Abbildung durch blaue Linien gekennzeichnet. Ein Beispiel ist die Entwicklung von einer Hierarchischen Arbeit zu einer Angelerntenarbeit. In weiteren Schritten kann das Unternehmen Arbeit von diesem Zukunftsbild zum nächsten entwickeln, also beispielsweise von der Angelerntenarbeit zur Vollautomatisierung. Die weiteren möglichen Schritte sind durch graue Linien gekennzeichnet.

Entwicklungspfade zur Arbeit 4.0



Inhalte und Grafik: Fraunhofer IAO

Abbildung 4: Entwicklungspfade zur Arbeit 4.0

4.1 Strategische, unternehmensspezifische Entscheidungen

Eine geeignete Weichenstellung ist von hoher strategischer Bedeutung für die zukünftige Entwicklung des Unternehmens. Sie prägt nicht nur die zu realisierende Technologie, sondern auch die Organisations- und Personalentwicklung – und schlussendlich die resultierende Leistungsfähigkeit in Bezug auf Schnelligkeit, Produktivität, Flexibilität oder Innovationsfähigkeit.

Zwingende Entwicklungspfade gibt es nicht. Jedes Unternehmen hat strategische Entscheidungsmöglichkeiten. Die zukünftige Entwicklung muss unternehmensspezifisch ausgestaltet werden, schließlich bestehen beträchtliche Unterschiede bei Märkten und Strategien, Produkten und Dienstleistungen, Mengen und Varianten. Zwar begünstigt die aktuelle Ausprägung der Arbeit manchen Entwicklungspfad, beispielsweise ist es einfacher, von einer Agilen Arbeit zur Fach- und Wissensarbeit zu gehen, als von einer Hierarchischen Arbeit²⁴. Aber entscheidend für die Weichenstellung ist die unternehmerische Einschätzung, wie die Wettbewerbsfähigkeit in den Märkten der Zukunft sichergestellt werden

²⁴ Im nächsten Kapitel wird gezeigt, dass der Übergang von einer Hierarchischen Arbeit zur Fach- und Wissensarbeit eine tiefgreifende Anpassung von Führung, Organisation und Unternehmenskultur mit sich zieht, während die Prinzipien von Organisation und Führung beim Übergang von einer Agilen Arbeit zur Fach- und Wissensarbeit beibehalten werden können.

kann. Abhängig von der erwarteten Entwicklung auf den Absatz- und Arbeitsmärkten sowie vom angestrebten Geschäftsmodell kann und muss jedes Unternehmen strategische Entscheidungen über geeignete Schritte in die Zukunft treffen.

Langfristig kann sich kein Unternehmen einer Weiterentwicklung entziehen, denn eine industrielle Revolution beschränkt sich nicht auf einzelne Unternehmen. Sie betrifft mit einem gewissen zeitlichen Verzug alle Branchen, die gesamte Wirtschaft und die Gesellschaft²⁵. Globale Dienstleistung, Produktion und Logistik sind zukünftig nicht mehr ohne vernetzte, echtzeitfähige IuK-Systeme denkbar. Zusätzlicher Anpassungsdruck entsteht aus dem demografischen Wandel, der die Altersstrukturen und das Arbeitskräfteangebot verändert. Dazu kommen die gesellschaftlichen Megatrends zu Gesundheit und Individualisierung, die zusätzliche Erwartungen an gute Arbeit erzeugen.

Wenn sich aber Unternehmen, Beschäftigte und Gesellschaft der erwarteten digitalen Revolution nicht entziehen können, ist es ratsam, das Thema bewusst und strategisch anzugehen. Die Weichen rechtzeitig zu stellen kann von existenzieller Bedeutung sein.

4.2 Über eine Assistenz zur Automatisierung

Um die praktische Relevanz der theoretisch möglichen Entwicklungspfade abzuklären, wurden die Teilnehmer in Dialogveranstaltungen des Projektes gefragt, welchen Entwicklungspfad sie für das „typische“ Arbeitssystem in der Produktion ihres Unternehmens erwarten. Abbildung 5 fasst die Rückmeldungen zusammen. Die Stärke der Striche repräsentiert die Anzahl der Nennungen²⁶. Fast mit gleicher Häufigkeit wurde als erster Entwicklungsschritt der Übergang von einer Hierarchischen Arbeit zur Angelerntenarbeit und der Übergang von einer Agilen Arbeit zur Fach- und Wissensarbeit genannt. Jeweils knapp ein Drittel der Arbeitssysteme soll sich auf jedem dieser beiden Entwicklungspfade bewegen (siehe Abbildung 5). Für etwa ein Sechstel der Arbeitssysteme wird ein Übergang von der Hierarchischen Arbeit zur Fach- und Wissensarbeit erwartet. Direkt in die hoch digitalisierten Zukunftsbilder Vollautomatisierung und Prozessbetreuung wollen nur wenige Unternehmen gehen.

Betrachtet man einen zweiten Entwicklungsschritt (graue Linie), so wird eine längerfristige Tendenz zur Automatisierung sichtbar. Angelerntenarbeit soll tendenziell in eine Vollautomatisierung überführt werden, Fach- und Wissensarbeit in eine Prozessbetreuung.

²⁵ Die erste industrielle Revolution hat beispielsweise die bürgerliche Gesellschaft und den Rechtsstaat entwickelt, die zweite hat neue urbane Ballungszentren und ein Minimum an Sozialstandards geschaffen und die dritte industrielle Revolution ging mit der Globalisierung einher.

²⁶ Ausgewertet wurden 54 Rückmeldungen mit der Einschätzung von 68 Arbeitssystemen. Aufgrund der geringen Stichprobenzahl und der zufälligen Auswahl der Befragten ist die Befragung nicht repräsentativ. Zum Zeitpunkt dieser Befragungen waren Zukunftsbilder und Entwicklungspfade noch nicht auf Büroarbeit erweitert, die Angaben beziehen sich also auf Produktionsarbeit. Auswertungen für Büroarbeit folgen im weiteren Projektverlauf.

Transformationen an drei Beispielen kurz erläutert. Zielgruppen für den Dialog sind nicht nur die Unternehmen, sondern alle Stakeholder mit Einfluss auf die Veränderungsprozesse, insbesondere Verbände, Wissenschaft und Politik.

5.1 Transformation zu dezentraler Organisation und partizipativer Führung

Im globalen Kundenmarkt wird für viele Unternehmen ein starker Druck zur Steigerung von Flexibilität und Innovationsgeschwindigkeit entstehen. Varianz, Dynamik und Unbestimmtheit werden die Komplexität der Leistungserstellungsprozesse weiter erhöhen.

Eine zentralisierte Organisation mit hierarchischen Führungsstrukturen ist langsam und starr und damit in manchen Märkten der Zukunft nicht wettbewerbsfähig. Die entstehende Komplexität kann durch zentrale Planung und Steuerung kaum bewältigt werden, selbst wenn digitale Technologien eingesetzt werden²⁹. Entsprechend wird in vielen Unternehmen mit Hierarchischer Arbeit, die bisher im Kern der tayloristischen Lehre folgen, eine Anpassung von Organisation und Führung erforderlich. Um die Schnelligkeit, die Flexibilität und die Innovationsfähigkeit wirkungsvoll zu erhöhen, müssen diese Unternehmen die Arbeit dezentral organisieren und partizipativ führen (siehe dazu auch Kapitel 3). Denn nur die Beschäftigten vor Ort sind in der Lage, situationsspezifisch zu entscheiden und umgehend zu handeln. Es gilt, die an Personen gebundenen Erfahrungen und die persönlichen Einschätzungen der Beschäftigten für die Arbeit nutzbar zu machen. Dies erfordert eine Subjektivierung der Arbeit, also Selbstorganisation, Eigenverantwortung und Freiräume für individuelle Vorgehensweisen.

Betrachtet man die möglichen Entwicklungspfade zur Arbeit der Zukunft, so sind die Übergänge von Konzepten der Polarisierung der Anforderungen (links in Abbildung 6) zu Konzepten des Upgrading (rechts in Abbildung 6) mit einer Reorganisation hin zu einer dezentralen Organisation und partizipativen Führung verbunden. Dieser Entwicklungsschritt stellt eine Transformation dar. Denn nicht nur die Organisationsstrukturen und die Führungsprozesse werden angepasst, sondern auch die zugrundeliegenden Paradigmen³⁰, das Menschenbild³¹ und die Unternehmenskultur³². Das ist ein herausfordernder Veränderungsprozess. Unternehmen, die sich längerfristig in Richtung Fach- und Wissensarbeit oder Prozessbetreuung entwickeln wollen, sollten schon heute mit einer Transformation zu dezentraler Organisation und partizipativer Führung beginnen.

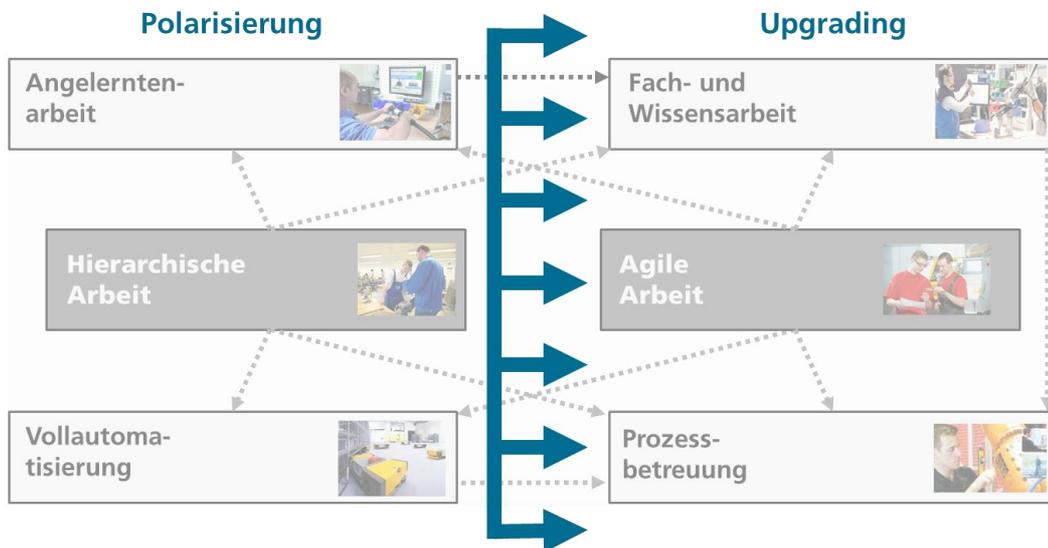
²⁹ Einer der Experten führte bei der Bewertung der Zukunftsbilder aus: „Das Perfide ist, dass wir versuchen, Komplexität durch komplexe technische Systeme zu bekämpfen. Wir bauen Systeme auf, die immer komplexer werden, um in der Produktion Komplexität herauszunehmen. Dadurch entsteht eine eigene Welt, die so komplex ist, dass man sie kaum beherrschen kann.“

³⁰ z.B. Umgang mit Unsicherheit statt Primat der Planung.

³¹ Bei geeigneten Leistungsbedingungen ist der Mensch leistungsbereit und fähig statt der Mensch ist unfähig und unwillig.

³² Vertrauenskultur statt Misstrauenskultur sowie Fehlerkultur statt Vertuschung.

Transformation zu dezentraler Organisation und partizipativer Führung



Inhalte und Grafik: Fraunhofer IAO

Abbildung 6: Transformation zu dezentraler Organisation und partizipativer Führung

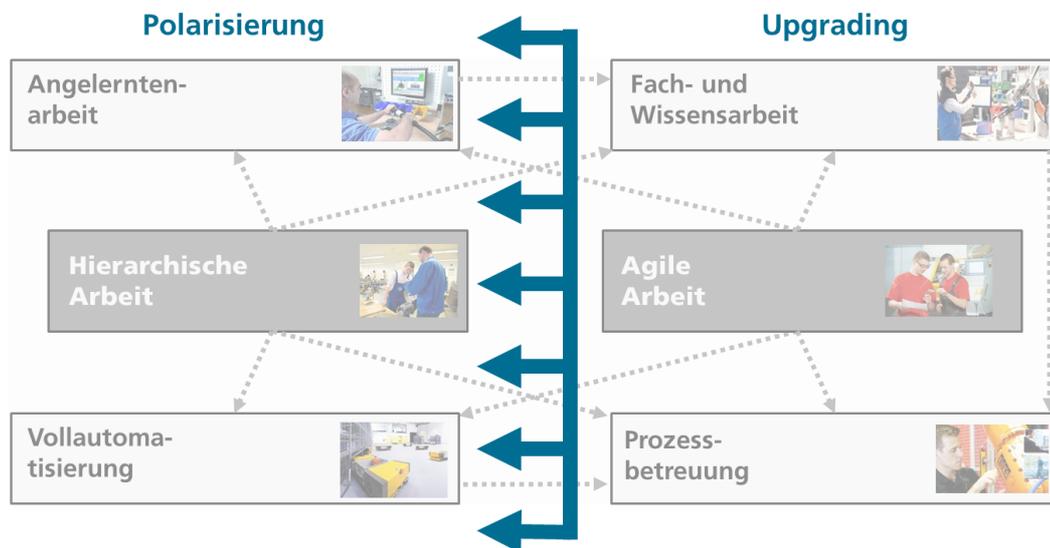
Wie können Entscheider beurteilen, ob für ihr Unternehmen eine dezentrale Organisation und partizipativer Führung angeraten ist? Eine recht einfache aber grundlegende Überlegung hilft bei der Weichenstellung. Mit drei Fragen wird ergründet, ob sich das Unternehmen den Anforderungen der Zukunft mit der bestehenden Organisation und Führung gewachsen fühlt. Kann es die Agilität steigern, um im globalen Wettbewerb zu bestehen? Kann es die Komplexität bewältigen, falls Unsicherheit und Mehrdeutigkeit nicht nur vernachlässigbare Ausnahmen sind? Kann es gute Arbeit gestalten, so dass langfristig genügend gesunde und motivierte Beschäftigte zur Verfügung stehen? Unternehmen, die alle drei Fragen mit ja beantworten, sehen sich für die Anforderungen der Zukunft gewappnet. Sie können ihre bestehende Organisation und Führung optimieren, unabhängig davon, ob dieser Hierarchische oder Agile Arbeit zugrunde liegt. Dagegen sollten Unternehmen, die den zukünftigen Anforderungen nicht gewachsen sind, eine Transformation zu Agiler Arbeit, also dezentraler Organisation und partizipativer Führung einleiten.

5.2 Transformation zu einfacher Arbeit

Auch eine Entwicklung von qualifizierter, anspruchsvoller Arbeit (rechts in Abbildung 7) zu Konzepten der Polarisation (links in Abbildung 7) stellt eine Transformation dar. Denn eine Entwicklung ausgehend von Agiler Arbeit, Fach- und Wissensarbeit oder Prozessbetreuung hin zu Sachbearbeitung oder

Vollautomatisierung, verändert die Beschäftigtenstruktur. Eine Erosion der mittleren Facharbeiter-ebene findet statt. Außerdem ist die Polarisierung mit einer Verlagerung von operativem Wissen von der ausführenden Ebene in die Führungs- und Supportbereiche verbunden, denn der Aufwand zur Unterstützung der Angelernten bzw. zur Betreuung der Vollautomatisierung nimmt zu.

Transformation zu einfacher Arbeit



Inhalte und Grafik: Fraunhofer IAO

Abbildung 7: Transformation zu einfacher Arbeit

Vielfältige arbeitspolitische Fragestellungen entstehen. Eine Polarisierung kann auf zwei unterschiedliche Arten realisiert werden. Zum einen, indem qualifizierte Fachleute das Unternehmen verlassen, und zum anderen, indem die bleibenden Fachleute vereinfachte Arbeitsaufgaben ausführen. Verlassen die Fachleute auf ausführender Ebene das Unternehmen so werden Geringqualifizierte neu eingestellt. Es findet also ein Austausch der Beschäftigten statt. Dieser Umbau der Beschäftigtenstruktur ist kurzfristig nicht umkehrbar, denn selbst bei einer späteren Neueinstellung von Fachleuten sind heute vorhandene Erfahrungen verloren. Verbleiben die Fachleute im Betrieb, so sind sie für die entstehenden einfachen Tätigkeiten überqualifiziert und erhalten aus dieser Art der Arbeit keine ausreichenden Lernanreize mehr. Eine De-Qualifizierung setzt ein und Erfahrungen gehen verloren. Auch diese Verluste an Qualifikation und Erfahrung auf ausführender Ebene sind kurzfristig nicht umkehrbar. Denn das Gehirn ist wie ein Muskel, wenn es nicht verwendet wird, verkümmert es. Die Beschäftigten vergessen, wie man lernt. Außerdem ist diese Verschwendung von Ressourcen nicht nur unwirtschaftlich, sondern auch für die Menschen und die Gesellschaft belastend.

Ein Verlust an Qualifikation und Erfahrungen auf ausführender Ebene kann problematisch für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit werden. Denn niedrige Qualifikation und geringe Erfahrung sind nur mit einer Strategie der Kostenführerschaft, nicht aber mit einer Strategie der Differenzierung vereinbar. Neben arbeitspolitischen Fragestellungen stellt sich für Unternehmen somit vor allem die Frage nach der zukünftigen Wettbewerbsstrategie.

Die Strategie der Kostenführerschaft ist darauf gerichtet, unter allen Wettbewerbern der günstigste zu sein. Dies erfordert eine gezielte und beständige Reduktion von Kosten und Aufwänden. Das sind Stärken der Zukunftsbilder Angelentearbeit und Vollautomatisierung. Zu beachten ist allerdings, dass ideale Rahmenbedingungen für eine Kostenstrategie stabile Märkte mit Nachfrage nach billigen Produkten mit begrenzter, vordefinierter Varianz sind. Es gilt unternehmensspezifisch zu klären, wie sich die Märkte in Zukunft entwickeln. Da eine Polarisierung kurzfristig nicht umkehrbar ist, schränkt sie die zukünftige Flexibilität des Unternehmens ein. Für schnelle Reaktionsfähigkeit bei geänderten Rahmenbedingungen oder zur reibungsarmen Innovation von Geschäftsmodellen, Produktionstechnologien und Produkten fehlt qualifiziertes Personal auf ausführender Ebene.

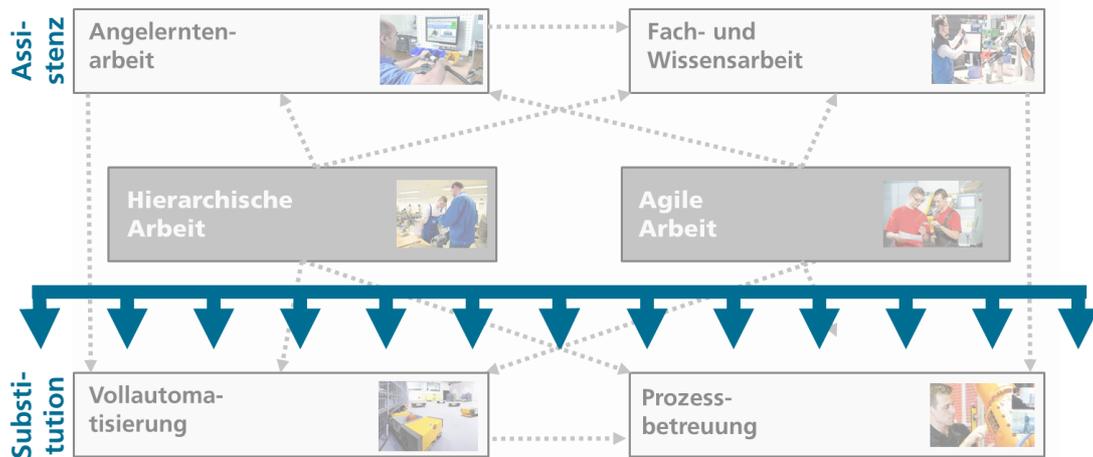
Bei einer Strategie der Differenzierung wird das Unternehmen auf Flexibilität, Vielfalt und Innovation ausgelegt. Da Märkte, Technologien und Geschäftsmodelle sich kurzfristig, teilweise disruptiv verändern können, wird die Fähigkeit zu schnellen Reaktionen und Innovationen gezielt entwickelt. Verkaufsargument ist dann weniger der Preis, sondern der Gebrauchswert der Produkte für die Kunden wie etwa Schnelligkeit, herausragende Produktqualität oder individuelle Lösungen. Eine Strategie der Differenzierung erfordert qualifizierte und erfahrene Beschäftigte auf ausführender Ebene des Unternehmens. Das zeichnet die Zukunftsbilder Fach- und Wissensarbeit oder Prozessbetreuung aus.

Unternehmen sollten somit ihre Wettbewerbsstrategie mit Blick in die Zukunft sorgfältig überprüfen. Zu klären ist, ob die Wettbewerbsfähigkeit auf den Märkten der Zukunft eher mit einer Strategie der Kostenführerschaft oder einer Strategie der Differenzierung erreicht werden. Weltweit wirkt ein Megatrend zur Individualisierung. Marktnischen differenzieren sich aus, Varianten und kundenspezifische Lösungen bis zur Losgröße 1 nehmen zu. Entsprechend droht bei den Zukunftsbildern Angelentearbeit oder Vollautomatisierung eine Sackgasse, da ein Verlust an Qualifikation und Erfahrungen auf ausführender Ebene nicht kurzfristig umkehrbar ist. Zu beachten ist, dass eine De-Qualifizierung teilweise bereits heute als Folge der Entwicklungen hin zu Lean-Management stattfindet. Mit der Standardisierung und Visualisierung der Abläufe sowie der Trennung von Wertschöpfung und Logistik wurde die Arbeit für die Beschäftigten teilweise stark vereinfacht. Die Entscheidungs- und Handlungsfreiheit der Beschäftigten wurde eingeschränkt.

5.3 Transformation zur Automatisierung

Mit der Einführung hochautomatisierter Systeme wird eine dritte Transformation beleuchtet (siehe Abbildung 8). Das Zukunftsbild Automatisierung erfordert den Aufbau neuer Infrastrukturen für die Maschinen, Anlagen und Technologien mit unternehmensübergreifender, weltweiter Vernetzung. Die Organisation wird auf den zuverlässigen automatischen Betrieb der automatisierten Systeme ausgelegt. Dementsprechend entstehen neue Arbeitsaufgaben zur Gestaltung und Konfigurierung von Automatisierung und Infrastruktur sowie in den Bereichen Inspektion, Wartung und Instandhaltung der Anlagen. Methoden und Prozesse verändern sich und machen eine Reorganisation der Aufbau- und Ablauforganisation innerhalb eines Unternehmens erforderlich.

Transformation zu hoher Automatisierung



Inhalte und Grafik: Fraunhofer IAO

Abbildung 8: Transformation zur Automatisierung

Die neuen Arbeitsaufgaben unterscheiden sich fundamental von den bisherigen Tätigkeiten. Insbesondere werden andere Qualifikationen benötigt. Oftmals wird ein Austausch eines großen Teils der Belegschaft erforderlich. Das benötigte Personal mit fundierten IT-Kenntnissen ist knapp und muss teuer eingekauft werden. Die Externalisierung dieser Dienste ist dabei ein zweifelhafter Ausweg, da das Wissen um die eigenen Anlagen dann nur noch bei einem externen Unternehmen liegt. Ein automatisiertes Unternehmen beraubt sich auf diese Weise seiner Entwicklungschancen aufgrund seines Unwissens über die eigenen technologischen Potentiale.

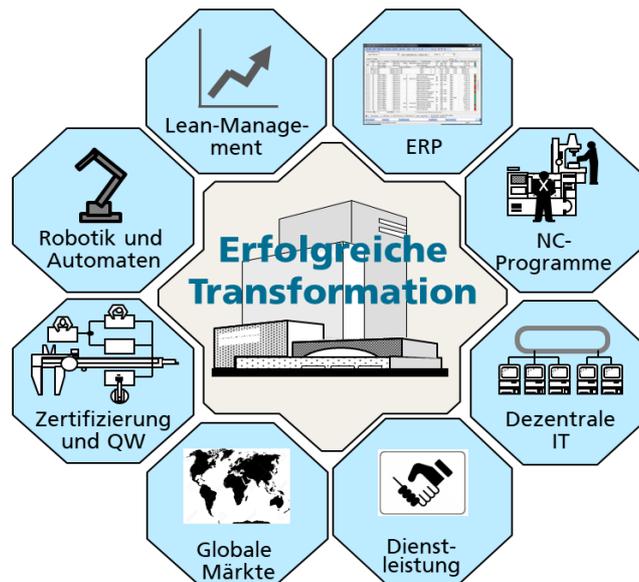
6 Fazit

Digitalisierung, Globalisierung, demografischer Wandel und gesellschaftliche Megatrends werden das Umfeld, in dem Unternehmen sich behaupten müssen, tiefgreifend verändern. Niemand kann sich entziehen. Unternehmen sollten den Veränderungsprozess frühzeitig, bewusst und strategisch angehen. Politik, Verbände und Wissenschaft sind gehalten, Veränderungsprozesse anzuregen und die Unternehmen dabei zu unterstützen. Der vorliegende Band hat zum Ziel, fachlich fundierte Dialoge bei allen Stakeholdern anzustoßen.

Der Band dient dabei als Lotse zur Weiterentwicklung der Arbeitswelt. Er gibt dem Management und den Beschäftigten in den Unternehmen ein Werkzeug zur Hand, um sich bewusst mit der Zukunft der Arbeit in ihrem Unternehmen auseinanderzusetzen. Diese können ermitteln, wie Arbeit in ihrem Unternehmen aktuell gestaltet ist (Gegenwartsbilder) und wohin sie strategisch entwickelt werden soll (Zukunftsbilder). Spezifische Stärken und Schwächen jedes Bildes werden verdeutlicht. Zur Vorbereitung auf den Veränderungsprozess beschreibt der Band außerdem die erforderlichen Entwicklungspfade.

Mit einigen Entwicklungspfaden sind tiefgreifende Veränderungen (Transformationen) etwa der Organisation und Führung, der Beschäftigtenstruktur sowie der Unternehmenskultur verbunden. Verbände, Politik und Wissenschaft haben die Aufgabe, geeignete Rahmenbedingungen zu gestalten, Wissen zu schaffen und Impulse zu geben. Damit alle Stakeholder sich auf die anstehenden Veränderungen vorbereiten und Stolpersteine ausräumen können, wurden erwartbare Transformationen herausgearbeitet.

Die Industrie hat viele Transformation bewältigt



Inhalte und Grafik: Fraunhofer IAO

Abbildung 9: Die Industrie hat viele Transformation bewältigt

Haben Sie keine Angst vor Transformationen! Unsere Industrie hat schon zahlreiche Transformationen mit großen Erfolg bewältigt (Abbildung 9). In jüngerer Vergangenheit haben die Unternehmen etwa mit der Einführung eines ERP-Systems³³ die Arbeit vor allem in den Büros tiefgreifend verändert. In den Produktionsbereichen bewirkte unter anderem Lean-Management grundlegend neue Denkweisen, Prozesse und Methoden. Die Beschäftigten haben diese Veränderungsprozesse vielfach mitgestaltet und durch ihre Tätigkeit erst ermöglicht³⁴. Jede bisherige Transformation hat nicht nur Engpässe beseitigt, sondern die Produktivität von industriellen Wertschöpfungssystemen wesentlich gesteigert und Arbeitsplätze durch neue Geschäftsmodelle geschaffen (Nefiodow und Nefiodow 2014).

Wir können die vielfältigen Erfahrungen aus der Vergangenheit gezielt dazu nutzen, die anstehenden Transformationen offen und angstfrei anzugehen, gemeinsam zu gestalten und erfolgreich zu bewältigen.

³³ Enterprise-Resource-Planning

³⁴ Dies deutet darauf hin, dass die Beschäftigten auch zukünftige Transformationen bewältigen. Als Erfahrung aus der ERP- und Lean-Einführung betonten jedoch alle Interviewpartner im Projekt, dass sie bei zukünftigen Veränderungsprozessen die Mitarbeiter besser einbinden, insbesondere frühzeitiger und intensiver schulen würden.

7 Literaturverzeichnis

BmAS (Hg.) (2017): Weißbuch Arbeiten 4.0. Arbeit weiter denken. Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Berlin.

Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2015): Einleitung: Digitalisierung industrieller Arbeit. In: Hartmut Hirsch-Kreinsen, Peter Ittermann und Jonathan Niehaus (Hg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Baden-Baden: Nomos, S. 9–32.

Kirchler, Erich; Meier-Pesti, Katja; Hofmann, Eva (2004): Menschenbilder in Organisationen. Wien: WUV (Arbeits- und Organisationspsychologie, 5).

Korge, Axel; Schlund, Sebastian; Marrenbach, Dirk (2016): Szenario-basierte Use-Cases und Zukunftsszenarien für den Maschinenbau. Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg – Vorstudie Bd. 2. Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau, Fraunhofer IAO, Universität Hohenheim. Stuttgart. Online verfügbar unter http://wm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-wm/intern/Dateien_Downloads/Arbeit/Arbeitsmarktpolitik_Arbeitsschutz/Arbeitswelt40-BW-2016-Bd2.pdf.

Laloux, Frederic (2015): Reinventing organizations. Ein Leitfaden zur Gestaltung sinnstiftender Formen der Zusammenarbeit. Unter Mitarbeit von Mike Kauschke. München: Verlag Franz Vahlen.

Lohr, Karin (2008): Subjektivierung von Arbeit aus Sicht der Arbeitssoziologie. Vortrag auf dem 13. Bamberger Andragogentag. Online verfügbar unter https://www.uni-bamberg.de/fileadmin/andragogik/Andragogik1/Andragogentag_2008/Vortrag_Bamberg_Subjektivierung_von_Arbeit.pdf, zuletzt geprüft am 11.08.2016.

Nefiodow, Leo; Nefiodow, Simone (2014): Der sechste Kondratieff. Die neue, lange Welle der Weltwirtschaft. In: *Aufl. St. Augustin: Rhein-Sieg Verlag*.

Perez, Carlota (2010): Technological revolutions and techno-economic paradigms. In: *Cambridge journal of economics* 34 (1), S. 185–202.

Pinnow, Daniel F. (2011): Unternehmensorganisationen der Zukunft. Erfolgreich durch systemische Führung. Frankfurt, New York: Campus Verlag GmbH. Online verfügbar unter <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=832890>.

Schoeneberg, Klaus-Peter (2014): Komplexitätsmanagement in Unternehmen. Herausforderungen im Umgang mit Dynamik: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Sommerhoff, Benedikt (2017): Agilität und Qualitätsmanagement. Turbulente Märkte, rasante Innovationen. Expertenwissen für DGQ-Mitglieder. Hg. v. DGQ - Deutsche Gesellschaft für Qualität. Online verfügbar unter <https://www.dgq.de/wp-content/uploads/2014/03/Agiles-QM.pdf>, zuletzt geprüft am 07.11.2017.

Spath, Dieter (Hrsg.); Ganschar, Oliver; Gerlach, Stefan; Hämmerle, Moritz; Krause, Tobias; Schlund, Sebastian (Hg.): Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Unter Mitarbeit von Oliver Ganschar, Stefan Gerlach, Moritz Hämmerle, Tobias Krause und Sebastian Schlund. Fraunhofer-Verlag. Stuttgart: 2013. Online verfügbar unter http://www.produktionsarbeit.de/content/dam/produktionsarbeit/de/documents/Fraunhofer-IAO-Studie_Produktionsarbeit_der_Zukunft-Industrie_4_0.pdf, zuletzt geprüft am 11.08.2016.

Band 1: Pfeiffer, Sabine / Schlund, Sebastian / Suphan, Anne / Korge, Axel (2016): Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg – Vorstudie Bd. 1. Zusammenführung zentraler Ergebnisse für den Maschinenbau. [PDF](#)

Band 2: Korge, Axel/ Schlund, Sebastian / Marrenbach, Dirk (2016): Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg – Vorstudie Bd. 2. Szenario-basierte Use-Cases und Zukunftsszenarien für den Maschinenbau. [PDF](#)

Band 3: Pfeiffer, Sabine / Suphan, Anne / Zirinig, Christopher / Kostadinova, Denitsa (2016): Quantitative Analysen mit Schwerpunkt auf der Branche Maschinen- und Anlagenbau. Arbeitswelt 4.0 in Baden-Württemberg – Vorstudie Bd. 3. Universität Hohenheim. [PDF](#)

Band 4: Pfeiffer, Sabine (2016): Digitalisierung und Arbeitsqualität in Baden-Württemberg. Vergleichsdaten auf Basis der bundes- und landesweiten Repräsentativumfrage zum DGB-Index Gute Arbeit 2016. Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg. Bd. 4. [PDF](#)

Band 5: Pfeiffer, Sabine; Zirinig, Christopher; Suphan, Anne (2017): Gute Arbeit in Baden-Württemberg 2012 bis 2016. Verlaufsdaten zum DGB-Index Gute Arbeit. Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg. Bd. 5. [PDF](#)

Band 6: Pfeiffer, Sabine; Lee, Horan (2017): Digitalisierte Arbeit und Wandel in Nahrung, Genuss, Gaststätten. Auswertungen auf Basis der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012 und dem DGB Index Gute Arbeit 2016. Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg. Bd. 6. [PDF](#)

Band 7: Lee, Horan; Pfeiffer, Sabine (2018): Nahrung, Gastronomie und Hotellerie – Trendeinschätzungen der Branche. Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg. Bd. 7. Universität Hohenheim, Stuttgart. Bd. 7. [PDF](#)

Band 8: Pfeiffer, Sabine; Klein, Birgit (2018): Büroberufe: Digitalisierung – Anforderungen – Belastung. Auswertungen auf Basis der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012 und dem DGB Index Gute Arbeit 2016. Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg. Bd. 8. Universität Hohenheim. Bd. 8. [PDF](#)

Band 9: Zirinig, Christopher; Suphan, Anne; Klein, Birgit; Wick, Johanna; (2018): Big Data in Baden-Württemberg. Explorative Analysen mit Schwerpunkt auf der Anwendung von Big Data. Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg. Bd. 9. Universität Hohenheim. Bd. 9. [PDF](#)

Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg: Bisher erschienene Bände



Zukunftsprojekt
Arbeitswelt 4.0
Baden-Württemberg