

# Prozessbezogene und visionäre Weiterbildungskonzepte im Kontext Industrie 4.0

*Norbert Gronau, André Ullrich, Gergana Vladova*

Visionäre Konzepte für die Umgestaltung der Fabrik wie Industrie 4.0 oder Generative Fertigungsverfahren („3D-Druck“) benötigten gut ausgebildete Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Die ständig fortschreitende technische Entwicklung erfordert lebenslanges Lernen. Dieser Entwicklung werden herkömmliche Weiterbildungskonzepte längst nicht mehr gerecht. Der Beitrag beschreibt die Anforderungen an eine zeitgemäße Weiterbildung im Kontext Industrie 4.0 und zeigt Wege zu deren Realisierung auf.

## 1 Einleitung

Die Gestaltung komplexer Wertschöpfungsketten mit raschen Technologiewechseln, sich verkürzenden Produktionszyklen und einer Vielzahl von Schnittstellen zwischen den beteiligten Unternehmen und Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern<sup>12</sup> erfordert kompetente Fachkräfte, die sich strukturiert und kreativ einbringen. Nur diese können aufgrund ihres umfangreichen Prozess- sowie Fachwissens gezielt und lösungsorientiert zur Optimierung von innerbetrieblichen und unternehmensübergreifenden Strukturen beitragen. Die partizipative Mitgestaltung von Arbeitsbedingungen und -prozessen entlang der gesamten Wertschöpfungskette unter Berücksichtigung der Perspektiven von Geschäftsführung und Führungskräften auf der einen Seite und Mitarbeitern sowie Betriebsrat auf der anderen Seite, stellt einen wesentlichen Ansatzpunkt zur Weiterentwicklung der oftmals veralteten Weiterbildungskonzepte dar.

Um in diesen komplexen Strukturen ein reibungsloses Arbeiten zu ermöglichen und darüber hinaus innovationsförderliche Freiräume für die Beschäftigten entstehen zu lassen, bedarf es, neben optimierten Prozessketten, bei jedem Mitarbeiter ein hohes Maß an Verständnis für die

---

<sup>12</sup> Im Verlauf des Textes wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit des Textes die maskuline Form gebraucht. Die Autoren beziehen dabei jedoch immer auch die Mitarbeiterinnen mit ein.

Arbeitsprozesse und für die Kompetenzen derjenigen, die mit ihm in einer Wertschöpfungskette stehen. Darüber hinaus ist Eigenmotivation in Form von Vermittlungs- und Lernbereitschaft auch über den eigenen Verantwortungsbereich hinaus notwendig, damit Prozesse und der Arbeitsplatz proaktiv gestaltet werden kann. Das erlernte Prozessverständnis ermöglicht es den Beschäftigten zudem, ihre jeweils individuellen Erfahrungen in unterschiedliche Arbeitsprozesse einzubringen und damit sozialverträgliche Innovationen am Arbeitsplatz zu generieren. Gleichzeitig sollten sie Möglichkeiten bekommen, zu lernen, ihr persönliches Kompetenzprofil berufsbegleitend weiterzuentwickeln, sich Qualifikationen angrenzender Berufsfelder anzueignen oder soziale sowie methodische Kompetenzen zu erwerben. Damit kann den Industrie 4.0-induzierten Veränderungen durch neue Qualifikationen bei den Mitarbeitern erfolgreich begegnet werden.

Das Verständnis eines umfassenden Kompetenzmanagements orientiert sich entlang der gesamten Wertschöpfungskette, mit Fokus auf Aktivierung und Integration aller intra- und interindividuellen sowie unternehmensspezifischen Kompetenzen. So wird sichergestellt, dass zum einen die Innovationspotenziale der Mitarbeiter erschlossen werden und zum anderen die Akzeptanz der Veränderung durch eine intensive Mitgestaltung gegeben ist.

Die zunehmende Vernetzung unterschiedlicher Wissens Elemente sowie die örtliche und zeitliche Flexibilisierung des Wissenserwerbs erfordern auch flexible Lernformen. Neuere Ansätze der Gamification tragen dazu bei, die Lernmotivation über ihren Problemlösungs- und Wettbewerbscharakter konstant hoch zu halten. Es gibt bereits gute Erfahrungen mit der Nutzung digitaler Lernspiele. Serious Games finden in Schulen und im Bereich Dienstleistung und Management häufig Anwendung. Bisher unzureichend ist der Sektor des produzierenden Gewerbes betrachtet. Es stellt sich die Frage, wie sich dessen Inhalte in Spielform darstellen lassen. Zudem ist die sehr heterogene Struktur der Mitarbeiter zu beachten, die sich beträchtlich in Bezug auf Vorbildung, Medienaffinität und Lernmotivation unterscheidet.

Industrie 4.0 und die Verschmelzung der realen und der virtuellen Welt sind bereits ein Teil unseren Alltags geworden (Dorst 2012, S. 34-37). Die Vernetzung einzelner Gegenstände mit dem Internet, wie beispielsweise Alarmanlagen, Wärmeregulatoren oder Smartphones, ermöglicht einerseits mit diesen Gegenständen zu kommunizieren, andererseits erledigen diese Gegenstände selbstständig verschiedene Aufgaben. Damit dies im Unternehmen umsetzbar wird, sind weitere technische Entwicklungen und

flächendeckende Vernetzung erforderlich, die eine Integration von eingebetteten Systemen mit den webbasierten Diensten in die Produktionsprozesse erlaubt (Geisberger/Broy 2012, S. 7; Gronau 2014). Auf diese Weise können sich die technischen Entitäten in den Fabriken (gegenseitig) selbstständig regeln und steuern, Entscheidungen treffen, Informationen weiterschicken und aktuelle Umgebungsveränderungen mit einbeziehen. Vor diesem Hintergrund sollen die Geschäftsprozesse so gestaltet werden, dass sie sowohl die Kommunikationsaspekte, wie Machine-to-Machine-Communication (Baum et al. 2013, S. 10-13) und Human-Maschine Interaktion (Gronau, 2014), als auch die individuellen Kundenwünsche berücksichtigen. Neben der Entwicklung von Technologien und der Umstellung der Produktion müssen im organisatorischen Bereich die bestehenden Hemmnisse der Veränderungsfähigkeit erkannt und Wege gesucht werden, diese zu überwinden (Wiendahl et al. 2014, S. 163). Die Qualifikationen der Führungs- und Arbeitskräfte spielen in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle, da der Automatisierungsgrad in den Produktionsprozessen zunimmt (Bettenhausen 2014). Notwendige schnelle und qualifizierte Entscheidungen in Störfällen bei Werkzeugen oder Prozessen können nur gut ausgebildete Spezialisten treffen (Hergesell 2014, S. 12-17).

Die Ist-Situation in den Fabriken, die restriktiv wirkenden prozessualen Rahmenbedingungen, stellen oftmals einen determinierenden Ausgangszustand dar. Da nur in den wenigsten Fällen eine Fabrik neu auf der grünen Wiese entstehen kann, führt kein Weg an prozessbezogenen Weiterbildungskonzepten vorbei, die sich hervorragend in inkrementelle Wandlungsvorhaben integrieren lassen. Entsprechend vorhandener Visionen und den Möglichkeiten eines radikalen Neuentwurf des sogenannten „brownfields“ müssen allerdings auch zukunftsfähige Weiterbildungskonzepte für diesen Einsatzzweck kreiert werden.

Die Ziele des vorliegenden Beitrags sind es, für einen notwendigen Wandel von Qualifizierungsmaßnahmen zu sensibilisieren und Vorschläge für prozessbezogene und visionäre Weiterbildungskonzepte zu skizzieren. Zu diesem Zweck gliedert sich der Beitrag wie folgt: Zunächst werden relevante Grundlagen zu Industrie 4.0, dem Wandel, der Rolle der Mitarbeiter in der vernetzten Produktion und deren Qualifikationen dargestellt. Anschließend werden zwei sich bezüglich der Einführungsgeschwindigkeit (inkrementeller und radikaler Wandel) unterscheidende Transformations-szenarien dargestellt, die den Ausgangspunkt für mögliche zukünftige Weiterbildungskonzepte bilden.

## 2 Stand der Forschung

### 2.1 Industrie 4.0

Industrie 4.0 beschreibt eine Abkehr von der klassischen automatisierten Fabrik, die große Mengen gleichartiger Produkte auf der Basis zentraler Produktionspläne herstellt. Vision ist die selbstorganisierende Fabrik, in der intelligente und teilautonome Objekte interagieren und es gelingt, die zunehmende Individualisierung der Produkte mit den Vorteilen von Großserienproduktion zu verbinden (Mass Customization).

Industrie 4.0 stellt innerhalb der Produktionsorganisation und -steuerung moderne Technologien zur Verfügung, um dezentral gesteuerte Produktionsanlagen mit intelligenten und selbststeuernden Elementen in der Werkhalle zu gestalten (acatech 2011). Wesentliche Konzepte von Industrie 4.0 sind cyber-physische Systeme, deren Vernetzung zum Internet der Dinge sowie die verbesserte Mensch-Technik-Interaktion (MTI) bzw. Human Maschine Interaction (HMI). Diese Systeme enthalten eine umfangreiche Sensorik (u. a. AutoID-Technologien und Smart Sensors) und staten Systeme und Produktionsobjekte mit erweiterten Fähigkeiten zur Umgebungserfassung aus. Daraus ergeben sich weitreichende Möglichkeiten zur dezentralen Steuerung und Prozessgestaltung in Fabrikanlagen (Lass und Gronau 2012). Intelligente Objekte mit Fähigkeiten zur Selbstoptimierung, Selbstkonfiguration und Selbstdiagnose realisieren beispielsweise die eindeutige Identifizierung und Lokalisierbarkeit von Produktionsobjekten, besitzen Informationen zu ihrem aktuellen Zustand und zu ihrer Historie sowie über alternative Wege zum gewünschten Zielzustand. Sie können autonom Entscheidungen treffen, indem Umgebungsinformationen aus der Sensorik oder der Kommunikation mit anderen CPS selbsttätig verarbeitet und entsprechende Aktionen ausgelöst werden.

Der Mensch ist in der Smart Factory ein wesentlicher Akteur, der durch die gezielte Bereitstellung von Informationen die ansteigende Komplexität der zukünftigen Fertigungsszenarien beherrschen kann. Durch individualisierte Informationssysteme in seinen Fähigkeiten erweitert, wird er vom klassischen Bediener zum Steuernden und Regulierenden, aber auch zum Gesteuerten und Regulierten. Die zunehmende Komplexität von Maschinen und Steuerungssystemen führt zu höheren Anforderungen an das technische Personal. Als Human-Machine-Interaction gewinnen geeignete Interaktionsmöglichkeiten an Bedeutung. Stark ausgeprägt sind selbstverantwortliche Autonomie und dezentrale Führungs- und Steuerungsformen

sowie eine erweiterte kollaborative Arbeitsorganisation. Langjährige Erfahrung qualifizierter Mitarbeiter zur Beurteilung und Lösung von Ausnahmesituationen, kombiniert mit den informationstechnischen Werkzeugen des Industrie 4.0 Konzepts, ergeben neben hoher Effizienz auch neue Entfaltungsmöglichkeiten für die Mitarbeiter.

Neben dem Menschen existieren weitere Industrie 4.0-relevante Entitätenklassen, wie Maschinen und Anlagen, Produkte sowie Informationssysteme. In diesem Kontext wird oftmals der Begriff der intelligenten Maschine geprägt (Bauerhansl 2014, S. 60f.), welcher durch die Kommunikationsmöglichkeiten der Maschinen zu weiteren Entitäten der Fabrik und deren situationsspezifischer Modifikation von Bearbeitungsparametern gekennzeichnet ist. Das Produkt führt relevante Informationen in Form von z.B. Barcode oder Mikrochips (bspw. RFID-Chip) durch den Bearbeitungs- und Wertschöpfungsprozess mit. Es kann jederzeit selbstständig die Informationen aktualisieren und mit notwendigen Zusatzinformationen versehen, z.B. ein Eilauftrag mit besonderer Bemerkung, sodass diese Information den Mitarbeitern bei Bedarf zur Verfügung steht. Aufgrund der sich abzeichnenden Tendenz der Auflösung der Strukturen der klassischen Automatisierungspyramide (Vogel-Heuser et al. 2009) werden sich auch die Informationssysteme in ihrer Struktur und vor allem in ihren Aufgabenfeldern und Funktionen ändern.

Trotz dieser vielschichtigen technologieinduzierten Veränderungen stellt eine menschenleere Fabrik aus technologischen und ökonomischen Gründen keine realistische Perspektive dar. Das nächste wesentliche Element, neben den Akteuren, ist die Organisationsform der Fabrik der Zukunft. Zwei Arten von Organisationen erweisen sich im neuen Kontext als denkbar: Einerseits eine Organisation, die aus hochqualifizierten Experten und technischen Spezialisten auf der dispositiven Ebene besteht, deren Aufgaben streng getrennt sind und auf der ausführenden Ebene Fachkräfte, deren Handlungsspielraum sich weiter limitieren wird. Andererseits eine Organisation die größtenteils aus locker vernetzten hochqualifizierten Fachkräften mit großem Handlungsspielraum auf übergreifender Handlungsebene besteht, deren Aufgaben fachübergreifend sind (Hirsch-Kreinsen 2014). Wesentliche Charakteristika hierbei sind ein hoher Grad an Dezentralisierung sowie eine geringe Spezialisierung der Mitarbeiter, was den Anforderungen der tiefgreifenden Vernetzung und Verteilung in Industrie 4.0 entgegenkommt. Darüber hinaus werden zukünftig klassische Entscheidungs- und Eskalationsstufen überholt sein und Mitarbeiter möglicherweise Entscheidungskompetenzen an technische Entitäten verlieren.

## 2.2 Qualifikationen im Kontext von Industrie 4.0

Nach Becker (2005, S. 4) umfassen Qualifikationen Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Verhaltensmuster eines Individuums. In Abgrenzung zum Qualifikationsbegriff beinhalten Kenntnisse (knowledge) sowohl explizites als auch stillschweigendes Wissen und sind abgegrenzt von den Fähigkeiten (abilities), welche das kognitive, psychische und physische Handlungspotential bilden. Kenntnisse sind abhängig von angeborenen Anlagen und Umwelteinflüssen. Fertigkeiten (skills) werden erlernt. Beeinflusst durch Fähigkeiten, erlerntes Wissen, Motivation, Wille und Erfahrung stellen sie das Können einer Person dar. Das Wissen, Können, Wollen und Dürfen bezogen auf bestimmte Anforderungen wird als Kompetenz bezeichnet. Der beobachtbare Erfolg aus Qualifikation und Kompetenz in Hinblick auf Zielfaktoren (z.B. Effizienz) lässt sich durch den Begriff Performanz, „der tatsächlichen und messbaren Leistung eines Individuums bzw. einer Organisation“ (Becker 2005, S. 11), beschreiben. Qualifikationen sind ein personenbezogenes Arbeitsvermögen, bestehend aus unterschiedlichen Kompetenzfacetten. Bei der Fachkompetenz beispielsweise handelt es sich um die Fachkenntnisse, Arbeitstechniken oder Fertigkeiten.

Laut einer Umfrage der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) sind für die Verwirklichung der Industrie 4.0 in Deutschland die Faktoren Qualifikation, Geschwindigkeit und Infrastruktur von entscheidender Bedeutung (Bettenhausen, 2014), um die erwartete Produktivitätssteigerung und den volkswirtschaftlichen Nutzen aus der angestrebten Technologieentwicklung zu ziehen.

Da bei der Industrie 4.0 die gesamte Arbeitsumgebung von Unternehmen betroffen ist, müssen die notwendigen Qualifikationen der unterschiedlichen Entitäten neu definiert werden. Anforderungen an die Qualifikation der Mitarbeiter sind: interdisziplinäre Fach- und Methodenkenntnisse, steigende sozial-kommunikative Kompetenzen, aktivitäts- und umsetzungsorientierte Kompetenzen sowie die Beherrschung der zunehmenden Komplexität von Technologien und Arbeitsweisen, selbstverantwortliches Arbeiten und Organisationskompetenz (Böhle et al. 2013).

Für die Entwicklung und Einführung neuer Technologien, die auf multidisziplinären, softwaregesteuerten und vernetzten Systemen basieren, sind gut ausgebildete Spezialisten mit fachlichem Know-How, das berufsübergreifend eingesetzt wird, notwendig (Baum et al. 2013, S. 31; Frenz et al. 2012). Da ihre Aufgaben sich ständig ändern, müssen Mitarbeiter für le-

benslanges Lernen mittels berufsübergreifender Schulungen, Fortbildungsteilzeiten oder Training-on-the-job-Maßnahmen bereit sein (Groche et al. 2014). Das Bildungsangebot wird durch neue duale Angebote sowie Studiengänge wie Wahrnehmung, Robotik oder Kognition erweitert (Bott-hof/Hartmann, 2015, S. 55). Weiterhin soll die soziale Kompetenz – Soft Skills, wie Zuverlässigkeit, Flexibilität, Zielstrebigkeit, Anpassungsfähigkeit oder Kreativität – weiter entwickelt werden. Aus diesem Grund ist es wichtig, die Mitarbeiter zu sensibilisieren, ihre Motivation zum Weiterlernen zu erhöhen sowie fehlendes Wissen und Fähigkeiten zu ergänzen.

### **3 Transformationsszenarien**

Für die Festlegung der Qualifikationen der Entitäten ist die genaue Kenntnis über ihre Aufgabenanforderungen und -erfüllungen während der Prozessausführung notwendig. Die Transformation bestehender Fabriken in Fabriken der Zukunft kann einerseits kurz- und mittelfristig mithilfe realer oder fest zu erwarteter Größen beschrieben werden, andererseits bedarf die langfristige Perspektive eine derzeit auf die Industrie 4.0-Vision bezogenen Planung. Dies betrifft insbesondere die unternehmensweiten Prozessverläufe mit allen relevanten Elementen – Ablauf, beteiligte Akteure, Schnittstellen.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, müssen die Transformationsszenarien und (hier konkret) die Qualifikationsaspekte unter zwei verschiedenen Betrachtungswinkeln analysiert werden: 1.) Zum Einen sollen in Bezug auf die bereits bekannten und geplanten kurz- und mittelfristigen Veränderungen prozessbezogene Maßnahmen konzipiert und gestaltet werden. Hierzu ist die Rolle der Ansätze des prozessorientiertes Wissensmanagements zu betonen. 2.) Zum Anderen sind visionäre Qualifizierungskonzepte notwendig, die keine konkreten Prozessabläufe adressieren, jedoch die Prozessbezogenheit der Weiterbildung an sich berücksichtigen. Diese zweite visionäre Perspektive wird nachfolgend in Kapitel vier dargestellt.

Ausgangspunkt für die Szenariobildung bildet ein Anwendungskontext, der direkt mit technologischen, aufgaben- und prozessbezogenen sowie personellen und individuellen Veränderungen verbunden ist. Diese Veränderungen weisen eine dynamische Natur auf und sind operativ sowie strategisch in der Weiterentwicklung des Unternehmens verankert. Vor diesem Hintergrund sollen folgende zwei Szenarien berücksichtigt werden:

### 3.1 Szenario 1 (Gestaltung einer inkrementellen Veränderung)

Auf Managementebene wird in einem großen Unternehmen entschieden, Teile eines Produktionsbereichs als Industrie 4.0-Inseln zu gestalten. Hierzu handelt es sich um ein Aufgabenbereich, der mit der gesamten Produktion verknüpft ist. Beispielfhaft sollen dort erstmalig neue Technologien eingeführt, die Aufgaben und Prozesse entsprechend modifiziert und Mitarbeiter diesbezüglich qualifiziert werden. Dieser vom Wandel betroffene Bereich funktioniert bis auf Weiteres unabhängig von den anderen Bereichen, die von der Veränderung zuerst nicht betroffen sind. Es existieren jedoch inselübergreifende prozessrelevante Schnittstellen, die bei der Gestaltung der Maßnahmen nicht außer Acht gelassen werden dürfen.

### 3.2 Szenario 2 (Gestaltung einer radikalen Veränderung)

Im zweiten Fall wird ebenso auf Managementebene in einem Großunternehmen entschieden, einen gesamten Produktionsbereich unter Industrie 4.0-Bedingungen neu einzurichten. Es entstehen neue Prozesse, in denen das Zusammenspiel neuer technischer Entitäten mit bereits lange im Unternehmen beschäftigten menschlichen Akteuren verknüpft werden muss. Im Mittelpunkt dieses Prozesses stehen neue Industrie 4.0-Aufgaben. Alle relevanten Aufgabenebenen in diesem Produktionsbereich sind vom Wandel betroffen und durch eine gemeinsame Strategie sowie durchgehende technische Lösungen miteinander verknüpft, wobei die Schnittstellen entsprechend mitgestaltet werden.

Die betroffenen Mitarbeiter werden mit neuen Strukturen und Aufgabenfeldern konfrontiert, die nicht mehr vertraut und unter Umständen noch nicht völlig planbar sind. Das betrifft, wenn auch auf unterschiedliche Weise, beide Szenarien:

Für die Betroffenen der radikalen Veränderung (Szenario 2) bedeutet der Wandel ein Umdenken in Bezug auf ihre technischen-, sozialen- und Entscheidungskompetenzen, bedingt durch die neuen technischen Akteure. Weiterhin kann die vermeintliche Vorreiterrolle innerhalb des Unternehmens als zusätzlicher Druck und Unsicherheit empfunden werden, verstärkt durch fehlende Referenzbeispiele und Vergleichsmöglichkeiten. Die Gefahr, dadurch in Isolation zu geraten, steigt. Tatsächliches oder empfundenes Scheitern kann unter Umständen



ebenso ein Hindernis für die Akzeptanz der Veränderung sein. Ein ständiger Ist-Soll-Vergleich der Strukturen und Strategien sowie die Anpassung von Qualifizierungsmaßnahmen ist für das Aufdecken von Prozess- und Strukturdefiziten und fehlenden Kompetenzen notwendig. Positiv bei dieser Art des Wandels ist die Fokussierung aller Maßnahmen und Bemühungen auf ein Ziel und auf die Veränderung. Deren Gestaltung wird zur Meta-Aufgabe, welche unterschiedlichste Herausforderungen adressiert und impliziert. Wichtig vor diesem Hintergrund ist bei der Gestaltung der Maßnahmen genau diese Tatsache in den Mittelpunkt zu stellen und die Entwicklung und nicht lediglich die Ausübung eines neuen Prozesses betont als Ziel zu erklären.

Im Unterschied dazu besteht im Szenario der inkrementellen Veränderung die Herausforderung darin, die auf die Industrie 4.0-Insel bezogenen Aufgaben von den anderen potentiell anfallenden Aufgaben dieser Mitarbeiter im Betrieb zu trennen. Durch die Vermischung von alten und neuen Arbeitsfeldern besteht die Gefahr, das neue Konzept nicht zu akzeptieren und im schlimmsten Fall nicht bewusst wahrzunehmen. Die isolierte Einführung erlaubt es unter Umständen nicht, die ganze Industrie 4.0-relevante Breite der Funktionen neuer technischer Entitäten aufzuzeigen und zu nutzen. Entscheidungsbezogene Veränderungen, bei denen den technischen Entitäten relevante Kompetenzen zugeschrieben werden, werden hier ebenso außer Acht gelassen, da bedingt durch die Berücksichtigung der Verknüpfung zu anderen Bereichen mit alten Strukturen nicht alle entscheidungsrelevanten Situationen abgedeckt werden können. Ebenso erschwert der kontinuierliche Vergleich zwischen „alt“ und „neu“ in Problemsituationen die Akzeptanz der neuen Strukturen, bedingt durch psychologische Effekte und das Vorziehen bekannter und erprobter Lösungsmuster, auch wenn die neuen Vorteile mit sich bringen. Die Entwicklung eines Qualifizierungskonzeptes für die betroffenen Mitarbeiter stellt eine weitere Herausforderung dar. Die neuen Qualifikationen gilt es maßgeschneitert zu entwickeln, sodass einerseits der Bezug zu der bisherigen Rolle erhalten bleibt und andererseits die Veränderungen und neuen Aufgabenfelder berücksichtigt werden.

In beiden Fällen ist ein durchdachtes und klar kommuniziertes Konzept am Anfang des Veränderungsprozesses unentbehrlich. Kriegesmann et al. (2013) verweisen auf die Bedeutung der Schlüssigkeit des Konzeptes und der Umsetzungsschritte sowie auf die Aufklärung aller Mitarbeiter.

In diesem Kapitel wurde dargelegt, dass sowohl für radikalen als auch für inkrementellen Wandel die Ausprägungen und Schwerpunkte bei den Maßnahmen unterschiedlicher Natur sind. Zur Steigerung der Akzeptanz der Mitarbeiter ist bei radikalem Wandel in der Anfangsphase die strategische Notwendigkeit der Transformation in den Vordergrund zu stellen. Wohingegen bei inkrementellem Wandel die kontinuierliche Verbesserung der Prozesse und Aufgaben mittels neuer Technologien und deren Unterstützungsfunktion im Arbeitsprozess zu betonen sind.

#### **4 Prozessbezogene und visionäre Weiterbildungskonzepte**

Das prozessorientierte Wissensmanagement kombiniert Ansätze des Geschäftsprozessmanagements (Gronau/Müller 2005, Gronau et al. 2005, Becker et al. 2000, Remus 2002, Hinkelmann et al. 2005, Fettke/Loos 2004, Scheer 1998) und des Wissensmanagements und strebt an, den Wissensaustausch entlang und zwischen den Geschäftsprozessen transparent zu machen und gezielt zu fördern. Dabei werden der humanorientierte und der technologieorientierte Ansatz des Wissensmanagements durch eine Betrachtung entlang der Geschäftsprozesse integriert. Der Mensch als Aufgabenträger im Geschäftsprozess wird bei der Erledigung seiner Aufgaben gefördert, sodass er relevantes Wissen schnell findet und neues Wissen für andere schnell verfügbar machen bzw. aufbereiten kann.

Die Betrachtungsperspektive der Wissensträger muss dabei um die neuen technischen Entitäten erweitert werden. Unterschieden wird hierzu zwischen (Amelingmeyer 2004, S. 55ff.):

1. Personen als Wissensträger – Mitarbeiter unterschiedlicher Bereiche und Hierarchieebenen eines Unternehmens.
2. Materielle Wissensträger – dazu gehören Maschinen, technische Geräte oder Produkte, die eine Speicherung und Verarbeitung von Informationen ermöglichen.
3. Beide Arten von Wissensträgern können weiterhin als „kollektive Wissensträger“ aufgefasst und als eine Einheit zusammengefasst werden, wie beispielsweise Teams, Arbeitsgruppen oder Abteilungen. Diese können ein Gesamtwissen aufweisen, das über die Summe des Wissens eines einzelnen Wissensträgers hinausgeht.

Im Zuge der Veränderungen steigt die Bedeutung einer gezielten Wissensteilung im Unternehmen. Die Digitalisierung und der veränderte Kommunikationsrahmen bezüglich der technischen Entitäten durchdringen Unternehmen jeder Größe. Sowohl erfahrene Mitarbeiter als auch junge Fach- und Führungskräfte müssen sensibilisiert und zusätzlich qualifiziert werden. Die Methoden des Wissensmanagements zielen auf den verbesserten Umgang mit Wissen (vgl. Gronau 2009), beziehen sich aber häufig auf die Etablierung geeigneter organisationaler Strukturen für den Wissenstransfer (z. B. Mentorenprogramm, Communities of Practice, Qualitätszirkel). Doch insbesondere der Mitarbeiter ist eine kritische Größe im Wissenstransferprozess (vgl. Werner 2004, S. 142). Daher müssen dessen Fähigkeiten zur Wissensweitergabe und -aufnahme geschult und die damit verbundenen Kompetenzen gesichert werden.

Neben den Qualifikationsinhalten, die für eine erfolgreiche Implementierung von Industrie 4.0 notwendig sind, ändert sich das Setting der Vermittlung und Vernetzung von Wissen zum Aufbau der relevanten Kompetenzen. Ein Zusammenspiel technischer und pädagogisch-didaktischer Aspekte kann hierzu besonders nützlich sein und ist mithilfe digitaler Medien möglich.

Nachfolgend werden zwei Qualifizierungskonzepte vorgestellt, die das Lernen in innovativen Kontexten sowie für den Umgang mit technischen Entitäten in den Mittelpunkt stellen und dadurch das Industrie 4.0-Paradigma adressieren.

#### 4.1 Digitales Bildungsspiel

Im Mittelpunkt steht die Entwicklung eines Spielkonzepts zum Aufbau und zur Entwicklung der notwendigen Kompetenzen für den Wissenstransfer. Dadurch wird der Bedarf einer neuen Lerngeneration, den „millennials“ (digitale natives) (vgl. Heiden et al. 2011, S. 460), nach selbstbestimmtem Lernen (vgl. Beck 2011) durch den Einsatz von Kommunikationstechnologien berücksichtigt. Zugleich werden für „digital immigrants“ (vgl. Randers 2012, S. 262) neben den (Wissens-)Transferfähigkeiten auch wichtige Qualifikationen im Informationszeitalter geschaffen (vgl. Leidig 2002). Somit werden die erforderlichen innovationsförderlichen Kompetenzen gezielt aktiviert. Digitale Bildungsspiele (Serious Games) bieten eine nachhaltige Lösung, um die Qualifikationsprofile beider Generationen zu verbessern und den

effizienten Wissenstransfer von einer zur nächsten Generation sicherzustellen. Weiterhin kommt der Einsatz von digitalen Bildungsspielen insbesondere KMU's entgegen, da Kapazitäten und Ressourcen für die Präsenzlehre an einem anderen Ort häufig knapp sind (vgl. Heiden 2011, S. 242).

Bildungsspiele werden als handlungsorientierte Methode für die Vermittlung komplexer Zusammenhänge immer wichtiger. Lernende übernehmen die Rollen diverser Akteure innerhalb eines vorgegebenen Szenarios und können darin ablaufende Vorgänge selbst erfahren (vgl. Leidig 2002). Ergänzende Informationen und weitere Materialien können ohne großen technischen und zeitlichen Aufwand somit gleich direkt in das Spielgeschehen (Verhandlungen) integriert werden. Zudem können mehr Personen über große Entfernungen eingebunden werden als bei realen Planspielen. Digitale Simulation ermöglicht das tatsächliche Eingreifen in fiktive Systeme durch die Spielenden und lässt komplexe Wirkungsgefüge durch Interaktionen und Immersion durch Eintauchen in das Spielgeschehen erfahrbar und verständlich werden. Blogs, Wikis, Foren sowie die Integration spielerischer Elemente und der Rückgriff auf ggf. gespeicherte Spielstände mit Feedbackfunktion können eine höhere Motivation der Teilnehmer erzeugen (vgl. Krenn et al. 2007, S. 62). In der Erwachsenenbildung werden multimediale Planspiele zur computergestützten Simulation von betriebswirtschaftlichen Verhalten und Abläufen seit geraumer Zeit verwendet (vgl. Blötz 2005).

Bisherige computergestützte Bildungsspiele lassen vielfach die persönliche Interaktion und das soziale Lernen unbeachtet und fokussieren die technischen Möglichkeiten (vgl. Rappenglück 2010). Die Berücksichtigung sozialer Interaktion ist jedoch unabdingbar, da die Schulung der Sozialisationsfähigkeit in der Gruppe Bestandteil der zu vermittelnden Lerninhalte ist (vgl. Lattemann et al. 2009). Durch die Kombination aus Einzel- und Teamspielen können die Fähigkeiten des Wissenssenders sowie -empfängers und die Sozialisationsfähigkeit in der Gruppe erhöht werden. Weiterhin sollen Anreize für selbstorganisiertes Lernen in konkreten Arbeitssituationen entwickelt und erprobt werden. In diesem Zusammenhang ist die Entwicklung und Anwendung einer Diagnostikfunktion von Bedeutung, um das für den Spieler relevante Level zu ermitteln und für ihn interessante Spielinhalte anzubieten. Auf diesem Weg werden die für den Lernprozess notwendigen motivationalen Aspekte berücksichtigt und im Spiel umgesetzt. Außerdem wird die metakognitive

Kompetenz des Einzelnen zum Erkennen eigener Lernnotwendigkeiten gefördert. Dies dient dem Erhalt der Handlungs- und Leistungsfähigkeit. Ungeachtet der Tatsache, dass der Fokus auf den persönlichen Fähigkeiten der Transferbeteiligten liegt, dürfen Aspekte der Teilungs- und Aufnahmebereitschaft nicht vollständig unbeachtet bleiben. Diese sollen durch die Erarbeitung eines Organisations- und Führungskonzepts berücksichtigt werden.

#### 4.2 Hybride Lernfabrik

Bei diesem innovativen und hochflexiblen Instrument können sich die am Prozess beteiligten Akteure in einer geschützten Lernumgebung sowohl Fach-, Methoden-, Sozial- und Persönlichkeitskompetenzen weiterentwickeln. So werden zum Einen ihre individuellen Fähigkeiten erhöht. Zum Anderen wird die betriebliche Innovationsfähigkeit erhöht. Ein Bestandteil des Konzepts ist ebenso die Implementierung und Institutionalisierung eines modularen Werkzeugkoffers als Basis für weitere innovative Lösungen und Ideen in den Bereichen Kompetenz-, Personal- und Organisationsentwicklung.

Das Konzept fokussiert zwei Verantwortungsträger für die Zusammenstellung von heterogenen Arbeitsgruppen: Führungskräfte und Mitarbeitervertreter. Diesen werden Werkzeuge an die Hand gegeben, um in einem gemeinsam verantworteten Vorgehen zunächst relevante Kernprozesse in der Wertschöpfungskette zu identifizieren. Im Fokus stehen Prozesse, die auf Grund einer hohen Anzahl an Schnittstellen, Ähnlichkeiten untereinander sowie Chancen für den Wissensaustausch ein besonders hohes Innovationspotenzial bieten. In einem nächsten Schritt werden zur Bildung der Arbeitsgruppen die relevanten Teilnehmer für die Prozesse festgelegt und Prozessmodelle erstellt. Diese Prozessmodelle können zur Gestaltung des Instrumentariums sowie zur späteren Evaluation der Entwicklung von quantitativen und qualitativen Prozesskennzahlen und der Wissens- bzw. Kompetenzstände der Mitarbeiter herangezogen werden. Prozessmodellierung und Aufbau der Arbeitsgruppen gehen immer Hand in Hand. Die Rolle der Mitarbeitervertretung als qualifizierter Partner der Führungskräfte sichert dabei die Balance der Arbeitsgruppe und nachhaltig die Sozialverträglichkeit der zu gestaltenden Prozesse.

Für die zu erstellenden Arbeitsgruppen müssen die Eingangsgrößen in ausreichender Heterogenität und Ausgewogenheit repräsentiert sein. Dies beschränkt sich in einem ersten Schritt auf die unterschiedlichen Statusgruppen (Werker, Meister, Schichtleiter) mit ihren originären Kompetenzen. Durch die Kombination mehrerer heterogener Arbeitsgruppen wird in einem nächsten Schritt mit den nachfolgend dargestellten Methoden ein Interaktions-, Lern- und Innovationsfeld eröffnet, in dem kooperative und partizipative Lösungsansätze angesichts unterschiedlicher Arbeitsroutinen und -abläufe entwickelt werden müssen.

Das Qualifizierungskonzept adressiert zwei Ansätze, anzuwenden innerhalb der heterogenen Arbeitsgruppen: 1.) Erprobung von Methoden und Maßnahmenkombinationen, die auf die Identifikation von Kompetenzbedarfen abzielen und darüber hinaus Kompetenzen prozessbegleitend und arbeitsnah entwickeln und die partizipativen Innovationsaktivitäten fördern. 2.) Die Einrichtung einer hybriden Lernfabrik, welche eine Mischung aus realer Trainingsanlage und Computersimulation darstellt. Beide Ansätze existieren losgelöst voneinander und haben in Wissenschaft und Wirtschaft weite Verbreitung gefunden. Als einzigartige Synthese aus beiden Ansätzen bietet der hybride Ansatz sowohl schnelle Rekonfigurierbarkeit als auch das haptische und visuelle Erleben des Prozesses. In einer Lernsequenz werden die Ausgangsprozesse erfasst und visualisiert. Anschließend werden gemeinsam Prozessvarianten eines typischen Bearbeitungsprozesses getestet und diskutiert. Mit der hybriden Lernfabrik werden partizipative und grenzüberschreitende Innovationsleistungen in einer spielerischen und geschützten Umgebung entwickelt und unter den heterogenen Interessenperspektiven ausgehandelt. Jede Lernsequenz sollte dabei fachkundig unter Kompetenzentwicklungsgesichtspunkten begleitet und beobachtet werden. Hieraus wird eine Gapanalyse erstellt, die mit vorhandenen Methoden bedarfsgerecht abgedeckt wird, um die erforderliche Kompetenzfelder modular und prozessspezifisch anzusteuern.

Die gewählte Methodensynthese zielt darauf ab, innerhalb einer Wertschöpfungskette im Sinne eines innovationsförderlichen Kompetenztransfers und Kompetenzaufbaus einen grenzübergreifenden geschützten und hoch fehlertoleranten Lernraum mit moderierten Rahmenbedingungen zu eröffnen. Dieser dient der spielerischen Überwindung entscheidender Hemmnisse und Barrieren des

Kompetenzflusses. Weiterhin werden Workshops zur kreativen und partizipativen Strategiebildung und zum gezielten Aufbau von innovationsförderlichen und grenzüberschreitenden Sozial- und Persönlichkeitskompetenzen durchgeführt. Dies wird im Rahmen von Open-Space-Workshops umgesetzt, bei denen sich heterogene Arbeitsgruppen in selbstdefinierten Themenfeldern zusammenfinden. Die Methode eignet sich insbesondere, weil mit ihr auf partizipative Weise neue und innovative Lösungen für offene Fragestellungen im Wertschöpfungsprozess erarbeitet werden können und sie den Raum für hierarchiefreie und interessengeleitete Kooperationen öffnet.

Aus der Erprobung der Instrumente und der Begleitung der Arbeitsgruppen wird ein Kompetenzmanagementmodell entwickelt, das die individuelle und die betriebliche Ebene verbindet. Von besonderer Bedeutung sind dabei Bereiche der Kompetenzüberschneidung, die in der Lernsequenz intensiviert oder verschoben werden sollen. Die Beschäftigten können über diese Art des Self-Assessments ihr persönliches Kompetenzprofil berufsbegleitend weiterentwickeln, sich Qualifikationen angrenzender Berufsfelder aneignen oder soziale sowie methodische Kompetenzen erwerben. Auf der betrieblichen und überbetrieblichen Ebene wird die Kompetenzsynthese durch gegenseitigen Erfahrungsaustausch und gemeinsame Innovation am Arbeitsplatz untersucht. In der Prozess- und Wertschöpfungskette werden dadurch Kompetenzlücken geschlossen und Kompetenzpotenziale genutzt. Das Kompetenzmanagementmodell dient weiterhin als Grundlage für die Einrichtung des modularen Werkzeugkoffers, der die erprobten, validierten und transferierbaren Instrumente in Steckbriefform, als eine Kombination aus individuellem und betrieblichem Kompetenzmanagement, zusammenfasst.

## **5 Zusammenfassung und Ausblick**

Durch den Trend hin zur automatisierten und selbstgesteuerten Produktion ergeben sich neue Herausforderungen für die Industrie. Neben den bestehenden physischen Komponenten der intelligenten und vernetzten Fabrik sind in Zukunft neue Qualifikationen und Arbeitsformen bei der Maschinenbedienung und Prozesssteuerung notwendig. Digitale Medien liefern dazu einen Beitrag auf unterschiedlichen Ebenen. Der Beitrag adressiert vor diesem Hintergrund die Planung der Personalentwicklung sowie den Einsatz von multimedialen Vermittlungsformen (Digitale Bildungsspiele, Hybride Lernfabrik). Beide Betrachtungsebenen sind

notwendig, um Unternehmen bei der Transformation hin zur Industrie 4.0 zu begleiten und Fachkräfte zu sichern und nachhaltig zu entwickeln. Dabei ist insbesondere die Prozessbezogenheit der Weiterbildung zu betonen, welche idealerweise unmittelbar am Arbeitsplatz und im Rahmen des entsprechenden Arbeitsprozesses verortet ist.

Derzeit stehen sowohl Unternehmen als auch Aus- und Weiterbildungsträger vor der Frage, welche Qualifikationen für die Einführung und den Betrieb neuer computergesteuerter Produktionssysteme notwendig sind. Insbesondere die Aspekte der Entwicklung in Richtung der Industrie 4.0 verlangen ein breiteres Verständnis, das über die rein technische Qualifikation hinausgeht. Unterschiedliche Mitarbeiter aus den Bereichen Arbeitsorganisation, Logistik und Prozessplanung müssen das neue Produktionssystem gemeinsam implementieren und im laufenden Betrieb unterhalten. Technisches- und methodisches Wissen sowie soziale Kompetenzen greifen dabei ineinander. Da sich die oben beschriebenen Veränderungen der Produktionstechnik teilweise rasant vollziehen, müssen unter Berücksichtigung des Fachkräftemangels und des demografischen Wandels, nicht nur zukünftige Generationen für die Handhabung vorbereitet werden. Auch die bereits bestehende Belegschaft muss entsprechend qualifiziert werden.

Die skizzierten zwei Szenarien weisen zwei alternative Formen der Veränderung zu Industrie 4.0-Fabriken auf - im Zuge eines radikalen oder eines inkrementellen Wandels. Parallel dazu wurden die Weiterbildungskonzepte der Digitalen Bildungsspiele sowie der Hybriden Lernfabrik vorgestellt. Auch wenn der Einsatz beider Konzepte für jedes der beschriebenen Szenarien denkbar ist, würde der Aufbau und Nutzung der Hybriden Lernfabrik im Rahmen der radikalen Veränderung mehr Vorteile mit sich bringen, als das Konzept der Serious Games. Das allumfassende Gesamtkonzept, welches durch die Hybride Lernfabrik angeboten wird, ermöglicht eine umfangreiche und fokussierte Vorbereitung auf die Veränderungen. Dies entspricht den Gegebenheiten in Szenario 2, in welchem die neuen Industrie 4.0-Abläufe und Strukturen im Mittelpunkt stehen. Im Unterschied dazu eignet sich das Konzept der Serious Games besser für die Begleitung der inkrementellen Veränderung (beschrieben in Szenario 1). Die spielerische Lernumgebung kann als ein Bestandteil der prozessbezogenen Weiterbildung gesehen werden, durch das die Mitarbeiter allmählich und parallel zu ihren aktuellen täglichen



Aufgaben für die neuen Aufgaben und auf die neuen Prozesse vorbereitet werden.

Die selektive Einbettung digitaler Medien in den Lernprozess führt später zur schnelleren Erlernbarkeit von und einem ungezwungenen Umgang mit neuen Technologien. Um die Lücke in der Medienkompetenz zu überbrücken, ist es notwendig, die Eignung bestehender Vermittlungsmethoden zu überprüfen und um neue Methoden zu ergänzen. Der Schwerpunkt liegt hierbei zunächst auf der Selbststeuerung. Bisherige Aus- und Weiterbildungsangebote sind stark an den Vermittelnden gebunden. In einer Klassenraumatmosfera oder unter Anleitung des Ausbilders werden bestimmte einzelne Tätigkeiten erlernt und vertieft. Darüber hinausgehende Angebote beziehen häufig e-Learning Komponenten mit ein. Diese werden dann individuell bearbeitet. Es sind jedoch Konzepte der Erhöhung der Lernmotivation notwendig, um diese Form des selbstgesteuerten Lernens nachhaltig in den Wissenserwerbszyklus zu integrieren.

## **Danksagung**

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ (Förderkennzeichen: 02PJ4040 ff) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

## **Literatur**

acatech, 2011.: Cyber-Physical Systems. Innovationsmotor für Mobilität, Gesundheit, Energie und Produktion (acatech POSITION). Springer.

Amelingmeyer, J., 2004.: Wissensmanagement: Analyse und Gestaltung der Wissensbasis von Unternehmen. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

Bauernhansl, T., 2014.: Erstklassige Abläufe, vertiable Wettbewerbsvorteile, The Performance Architect – Das Kundenmagazin von Horváth & Partners.

Baum, G., Borcherdig, H., Broy, M., Eigner, M., Huber, A., Kohler, H., Russwurm, S., Stümpfle, M., 2013.: Industrie 4.0: Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM. Springer - Vieweg.

Becker, J., 2005. : Personalentwicklung. 4. Auflage. Schäffer-Poeschel.

- Becker, J., Schütte, R., Geib, T., Ibershoff, H., 2000. Grundsätze: Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM)/Westfälische Wilhelms-Universität Münster– Institut für Wirtschaftsinformatik, IDS Scheer AG, Josef Friedr. Bremke & Hoerster GmbH & Co. 3 2000. – Forschungsbericht.
- Bettenhausen, K., 2014.: Erfolgsfaktoren Industrie 4.0: Qualifikation, Geschwindigkeit und Infrastruktur, Baden-Baden: VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V.
- Blötz, U., 2005.: Planspiele in der beruflichen Bildung. Auswahl, Konzepte, Lernarrangements, Erfahrungen. Bonn.
- Botthof, A., Hartmann, E.A., 2015.: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Springer, S. 47-58.
- Böhle, F., Pfeiffer, S., Sevsay-Tegethoff, N. (Eds.), 2013.: Die Bewältigung des Unplanbaren. Springer-Verlag.
- Dorst, W., 2012.: Fabrik- und Produktionsprozesse der Industrie 4.0 im Jahr 2020. Information Management und Consulting, S. 34-37.
- Fettke, P., Loos, P., 2004.: Referenzmodellierungsforschung. In: Wirtschaftsinformatik 5 (2004), S. 331–340.
- Frenz, M., Hermann, S., Schipanski, A., 2012.: Zukunftsfeld Dienstleistungsarbeit Professionalisierung – Wertschätzung – Interaktion. Springer Gabler.
- Geisberger, E., Broy, M., 2012.: agendaCPS: Integrierte Forschungsagenda Cyber- Physical Systems, München: acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.
- Groche, P., Schreiner, J., Hohmann, J., Birkhold, M. und Lechler, A., 2014. : Industrie 4.0 – Chance auch für die Umformtechnik?, VDI-Z integrierte Produktion, Juni, Nr. 6, S. 28-31.
- Gronau, N., 2009.: Wissen prozessorientiert managen. Methode und Werkzeuge für die Nutzung des Wettbewerbsfaktors Wissen in Unternehmen. Oldenbourg Verlag.
- Gronau, N., 2014. : Enzyklopaedie der Wirtschaftsinformatik - Industrie 4.0. [Online], unter: <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wienzyklopaedie/lexikon/informationssysteme/Sektorspezifische-Anwendungssysteme/cyberphysische-systeme/industrie-4.0> [14. März 2015].
- Gronau, N., Müller, C., 2005.: Wissensarbeit prozessorientiert modellieren und verbessern. In: Wissensmanagement 3 (2005), S. 50–52.
- Gronau, N., Korf, R., Müller, C., 2005.: KMDL – Capturing, Analysing and Improving Knowledge-Intensive Business Processes. In: Journal of Computer Science 4 (2005), S. 452–472.
- Heiden, Bodo.; Bock, V.; Richert, A.; Jeschke, S., 2011.: Learning by Playing: Potential of Serious Games to Increase Intellectual Capital. In: Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2011/2012. Springer.

- Hergesell, M., 2014. : Mit Apps auf dem Milkrun: WITTENSTEIN bastian (be)lebt Industrie 4.0, Wittenstein AG - Kundenmagazin move, Nr. 13, Oktober, S. 12-17.
- Hinkelmann, K., Karagiannis, D., Telesko, R., 2002.: PROMOTE – Methodologie und Werkzeug für geschäftsprozessorientiertes Wissensmanagement.
- Hinkelmann, K., Thönssen, B., Probst, F., 2005.: Referenzmodellierung für E-Government-Services. In: Wirtschaftsinformatik 47 (2005), Nr. 5, S. 356–366.
- Hirsch-Kreinsen, H., 2014.: Welche Auswirkungen hat Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt?, WISO direkt, Dezember, Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Krenn, B., Böhme, A., Mitchell, A., 2007.: Jetzt entscheiden! Aber schnell!-Innovative Lernspiele für Handy und Web. In: Zeitschrift für e-learning. Bd.4. 2007.
- Kriegesmann, B., Kley, T., Lücke, C. et al., 2013.: Vertrauensorientiertes Changemanagement (Band 29): Gestaltungsideen für nachhaltigen Wandel in Organisationen“, herausgegeben vom Institut für angewandte Innovationsforschung e.V.
- Lass, S.; Gronau, N., 2012.: Efficient Analysis of Production Processes with a Hybrid Simulation Environment. In: Proceeding of the 22nd International Conference of Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM 2012), Helsinki, Finland.
- Lattemann, C., Stieglitz, S, Korreck, S., 2009.: Lernen in virtuellen Welten. In: Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik. Österreichische Computergesellschaft 2009, Bd. 2, Band 247.
- Leidig, T., 2002. : (Computer gestützte) Planspiele in der politischen Bildung, In: Butterwegge, C., Hentges, G. (Hrsg.): Politische Bildung und Globalisierung.
- Randers, J., 2012.: 2052-A global Forecast for the Next Forty Years. Chelsea Green Publishing.
- Rappenglück, S., 2010.: Computer und Internet in Planspielen. <http://www.bpb.de/lernen/unterrichten/planspiele/70272/computer-und-internet>.
- Remus, U., 2002.: Prozeßorientiertes Wissensmanagement – Konzepte und Modellierung, Universität Regensburg, Dissertation.
- Scheer, A.-W., 1998. : ARIS – Vom Geschäftsprozeß zum Anwendungssystem. Springer.
- Vogel-Heuser, B., Kegel, G., Wucherer, K., 2009.: Global information architecture for industrial automation. atp edition-Automatisierungstechnische Praxis, 51(01-02), 108-115.
- Werner, M., 2004.: Einflussfaktoren des Wissenstransfers in wissensintensiven Dienstleistungsunternehmen. Eine explorativempirische Untersuchung bei Unternehmensberatungen. DUV.
- Wiendahl, H.P., Reichardt, J., Nyhuis, P., 2014.: Handbuch Fabrikplanung: Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten. Carl Hanser Verlag.