
Akzeptanzanalyse in der Industrie 4.0-Fabrik

Ein methodischer Ansatz zur Gestaltung des
organisatorischen Wandels

André Ullrich, Gergana Vladova, Norbert Gronau
und Nicole Jungbauer

1 Einleitung

Seit den 80er Jahren wird die Akzeptanz von Anwendungssystemen untersucht, so z. B. in den Systemwissenschaften sowie der Wirtschaftsinformatik. Derzeit vollzieht sich ein Wandel vom herkömmlichen Fertigungssystem hin zu umfassenden cyber-physischen Produktionssystemen (CPPS). Vor allem im Fertigungsumfeld ist die Untersuchung der Akzeptanz von Innovationen und der mit ihnen einhergehende Wandel der Fertigungsbedingungen gegenwärtig von besonderer Bedeutung (acatech 2013). Gründe hierfür sind die zu beobachtenden Unterschiede beim Übernahmeverhalten der Mitarbeiter in diesen Wandlungsprozessen (Klenow 1998) sowie die zunehmende Digitalisierung in Produkten und Prozessen der Innovationsaktivitäten in der Fertigung (Rai und Patnayakuni 1996).

Da der Prozess der Verbreitung von Innovationen (Innovationsdiffusion) unmittelbar durch das Akzeptanzverhalten der Beteiligten beeinflusst wird (Rogers und Shoemaker 1971), ist der Erfolg technologischer Innovationen hochgradig von deren subjektiven Wahrnehmungen abhängig. Es bestehen Fragen hinsichtlich der Eignung einer Innovation, menschliche Anforderungen zu erfüllen sowie der Eignung des Menschen, den Anforderungen der Technologie gerecht zu werden. Um solche Fragen zu beantworten, muss das Akzeptanzniveau des Nutzers bestimmt werden und der technische Transformationsprozess unter der Bedingung der Maximierung der Nutzerakzeptanz gestaltet werden. Vor

A. Ullrich (✉) · G. Vladova · N. Gronau · N. Jungbauer
Universität Potsdam, August-Bebel-Straße 89, 14482 Potsdam, Deutschland
E-Mail: andre.ullrich@wi.uni-potsdam.de

diesem Hintergrund erweist sich ein integrierter Akzeptanz- und Begleitungsansatz für die Implementierung von CPS als notwendig.

Dieser Beitrag gliedert sich wie folgt: Kapitel 1 konkretisiert die Problemstellung und spezifiziert den Anwendungsbereich. Kapitel 2 umfasst die notwendigen theoretischen Grundlagen und Kapitel 3 stellt den auf dieser Basis entwickelten Ansatz vor. Die Schlussbetrachtungen werden in Kapitel 4 dargestellt.

1.1 Problemdefinition

Das Verhältnis von Innovation, Akzeptanz und Wandel ist vielschichtig (Barnett 1953; Agarwal und Prasad 1997), wobei zwischen den Elementen unterschiedliche Abhängigkeiten existieren: Innovation erfordert Akzeptanz und führt zum organisationalen Wandel; Akzeptanz unterstützt die Wandlungsprozesse sowie die Innovationsdiffusion; Wandel resultiert in neuen Innovationen und beeinflusst das Akzeptanzverhalten (Tushman und O'Reilly 2013). Dementsprechend bestimmt das Zusammenspiel dieser drei Faktoren den notwendigen Rahmen für erfolgreiche Wandlungsprozesse.

Im Kontext von Industrie 4.0 ist dieser Wandel angetrieben von Zukunftsvisionen und rapiden technologischen Entwicklungen sowie vom Wunsch der Unternehmen, eine starke Wettbewerbsposition zu belegen oder gar Vorreiter zu sein. Auf der anderen Seite muss die kontroverse gegenwärtige Situation in den Fabriken berücksichtigt werden. Es entsteht die Notwendigkeit einer Transformation dieser Fabriken. Zu dieser Transformation gehören die Veränderungen vorherrschender Strukturen, wie z. B. die Einführung einer flexiblen und vernetzten Art der Arbeit und Arbeitsorganisation mit mobilen Geräten und Assistenzsystemen, welche die Arbeitsbedingungen unterstützen und dem Anwenderbedarf gerecht werden. Damit einhergehend werden Qualifikationen und deren Anforderungen vielseitiger, interdisziplinärer und anspruchsvoller.

Vor diesem Hintergrund sollte die mittels Literaturanalyse festgestellte theoretische Lücke geschlossen werden, die gegenwärtig das Fehlen praxisseitig geforderter geeigneter Ansätze zur Begleitung des Transformationsprozesses unter der Prämisse der Akzeptanzmaximierung der Beteiligten und Betroffenen konstatiert. Darüber hinaus bestehen zwar Ansätze, die die Nutzerakzeptanz bei der Einführung neuer Technologien (Davis 1986) messen, jedoch wurden diese bis dato nicht in Bezug auf die Anforderungen von CPS-Fabriken überprüft. Ein weiteres Defizit in der Akzeptanzforschung kann in der Tatsache gesehen werden, dass die meisten Arbeiten eine Erklärung der Akzeptanz fokussieren, das gestaltungsorientierte Ziel der Akzeptanzsteigerung jedoch weitgehend vernachlässigt wird.

Das Gesamtziel dieser Arbeit besteht in der Entwicklung eines Vorgehens zur Begleitung der Transformation von gegenwärtigen Fabriken in Industrie 4.0-Fabriken mit Fokus auf die Gestaltung des Wandlungsprozesses unter der Prämisse der Maximierung der Mitarbeiterakzeptanz.

1.2 Untersuchungsgegenstand

Die vierte industrielle Revolution besitzt das Potenzial, fundamentalen Wandel in der industriellen Produktion hervorzurufen (acatech 2011). Durch die Digitalisierung in den Fabriken wird eine neue Ebene der Organisation (Gronau et al. 2010) und eine technologisch auf cyber-physischen Systemen und dem Internet der Dinge basierende Steuerung der Wertschöpfungskette über den gesamten Produktlebenszyklus kreiert.

Cyber-physische Systeme als eingebettete softwareintensive Systeme in Produkten und Komponenten der Hochtechnologie sind mittels digitaler Netze verbunden, wobei ehemals geschlossene Systeme sich öffnen und mit anderen Systemen zu vernetzten Anwendungen verknüpft werden. Damit wird es möglich, weltweit verfügbare Daten und Dienste global zu nutzen. Die physikalische reale Welt wird durch diese Systeme nahtlos mit der Welt der IT zu einem Internet der Dinge, Dienste und Daten verknüpft. Cyber-physische Systeme verfügen über multimodale Mensch-Maschine-Schnittstellen wie z. B. RFID zur Überwachung von Transportvorgängen. Dabei erfassen Sensoren physikalische Daten und wirken mittels Aktoren auf physikalische Vorgänge ein (vgl. ten Hompel und Liekenbrock 2005, S. 16; Veigt 2013, S. 16). Auf der Basis der gespeicherten und ausgewerteten Daten agieren die cyber-physischen Systeme mit der physikalischen Welt.

Das Internet der Dinge kann als globale Internet-basierte Informationsarchitektur verstanden werden, die den Austausch von Gütern und Diensten unterstützt (Weber und Weber 2010). Die Integration von unterschiedlichen Technologien und Kommunikationslösungen stellt dafür den wichtigsten begünstigenden Faktor dar (Atzori et al. 2010).

Die Industrie 4.0-Fabrik ist ein sozio-technisches System mit dem Ziel der effizienten und effektiven Generierung von Output zur Befriedigung einer Marktnachfrage. Zu diesem Zweck werden integrierte Software, Sensoren, Aktoren, Kommunikatoren und Prozessoren sowie Maschinen und Informationssysteme mit dem Ziel der Aufzeichnung und Analyse von Daten verwendet. Industrie 4.0-Fabriken sind in globalen Netzwerken miteinander verknüpft (Gronau 2014), sodass weltweit verfügbare Daten und Dienste genutzt werden können. Die Durchdringung ermöglicht eine dezentrale und kontextadaptive Steuerung von Produktion und Logistik (Gronau et al. 2011), eine umfassende Nutzung von dezentral verfügbaren Sensorinformationen und die Absicherung von Entscheidungsalternativen mittels virtueller Modelle. Die Entitäten (Maschinen und Anlagen, Informationssysteme, Produkte, Menschen) organisieren sich (teil-)autonom zur effizienten Zielerreichung. Dadurch wird insbesondere die Rolle des Menschen beeinflusst, und die Qualifikationsanforderungen werden unter neuen Bedingungen zu gestalten sein.

Diese Aufgabe hat hohe Priorität, denn trotz des technologischen Fortschritts bleiben die Mitarbeiter der bestimmende kritische Erfolgsfaktor. Insbesondere für die Produktionsarbeiter gilt es, neue Rollen, Technologien und Aufgaben zu adaptieren. Die neuen Arbeitsbedingungen müssen die Mitarbeiterflexibilität ermöglichen sowie Lernprozesse und Kreativität fördern. Weiterhin gilt es, gesundheitsförderliche Arbeitsstrukturen zu berücksichtigen, welche die Leistungsfähigkeit sowie die Akzeptanz der Mitarbeiter

fördern. Die proaktive Partizipation des Betriebsrates und der einzelnen Mitarbeiter im Transformationsprozess ist bei der Gestaltung dieses Handlungskontexts sinnvoll.

In Anlehnung an den holistischen multiplen Fallstudienansatz (Yin 2006, S. 57), werden drei Fallstudien durchgeführt. Am Beispiel der beteiligten Werke eines Anwendungspartners wird die Entwicklung des Vorgehens mit dem Fokus einer konstanten Überprüfung der Akzeptanz untersucht. Dieses Fertigungsunternehmen verfolgt das Ziel, Vor- und Nachteile einer flexiblen, dezentralen Fertigungssteuerung detailliert zu analysieren. Hierbei soll neben den konventionellen Zielgrößen der Produktion insbesondere eine Berücksichtigung von anfallenden Energiekosten und -bedarfen stattfinden. Potenziale sollen für den gesamten Standort analysiert werden. Vor allem vor dem Hintergrund einer stark manuell geprägten Fertigung liegt ein Hauptaugenmerk auf der aktiven Einbindung der beteiligten Mitarbeiter.

2 Wandlungsprozess, Akzeptanzmodelle und Innovationen

Zur Beschreibung der Transformation von jetzigen Fabriken in Industrie 4.0-Fabriken und der damit einhergehenden Implementierung von neuen Technologien, Aufgaben und Prozessen werden als Grundlage Definitionen und Konzepte von Akzeptanz, unternehmerischer Innovation und Wandel herangezogen. Darauf aufbauend wird durch Annäherung an die theoretische Relation ein spezifischer Rahmen für den Transformationsprozess generiert.

2.1 Begriffe und Konzepte

Ulijn und Fayolle (2004) verstehen Innovationen als einen Gruppenprozess mit multidisziplinärem Charakter und beschränkter Kontrollierbarkeit, der zu neuen Produkten, Prozessen oder Diensten führt.

Die Wandlungstreiber der intraorganisationalen Diffusion von Innovationen sind im Wesentlichen (jedoch nicht ausschließlich) außerhalb der Organisation verortet und können als Auslöser für Innovationen innerhalb und außerhalb der Organisation, welche in Abhängigkeit der spezifischen Rahmenbedingungen implementiert werden und zielgerichtet diffundieren, betrachtet werden. Vorhandene Literatur zur intraorganisationalen Diffusion bezieht sich meist auf lernbasierte Modelle (Battisti und Stoneman 2003).

Mansfield entwickelte einen Ansatz, welcher auf der Basis epidemischer Lernmodelle intraorganisationale Diffusion durch Unsicherheitsreduktion und Lernen erklärt. Er definiert intraorganisationale Diffusion als die (kritische) Menge, ab welcher eine Organisation beginnt, durch neu verwendete Techniken ältere zu substituieren (Mansfield 1963).

Zorn et al. (1999) definieren Wandel als jegliche Änderung oder Modifikation von organisationalen Strukturen oder Prozessen. Dabei sind Innovations- sowie Diffusionsprozesse oftmals der Ausgangspunkt für Wandlungsaktivitäten in einer Organisation und

die formalen Adoptions- und Implementationsprozesse sind Bestandteil des Wandlungsprozesses (Lewis 2011).

Eine wesentliche Hilfe, um Akzeptanz zu steigern, leistet die Einbeziehung der betroffenen Mitarbeiter im Prozess der Planung und Implementierung des Wandels. Akzeptanz setzt die positive Bereitschaft zur Adaption voraus (Wiendieck 1992) und ist definiert als die tatsächliche Verwendung von Artefakten unter Einbezug des tatsächlichen Gebrauchs und der Nutzerbedürfnisse (Vogelsang et al. 2013). Wesentlich für den Erfolg sind eine innere Überzeugung in Bezug auf erleichterte Zweckerfüllung sowie die Annahme, dass Innovationen und der damit verbundene Wandel in der Organisation positiv betrachtet werden.

Ausgehend von den vorhergehenden Ausführungen kann die Transformation einer bestehenden Fabrik in eine Industrie 4.0-Fabrik als interner von internen oder externen Wandlungstreibern angestoßener Innovationsprozess zusammengefasst werden, der mit signifikanter Wahrscheinlichkeit durch Auswirkungen auf bestehende Prozesse oder Rollenbilder charakterisiert ist.

2.2 Umgang mit dem Wandlungsprozess

Poole (2004) betont die Rolle des Menschen bei organisationalen Innovationen und Wandlungsprozessen und unterscheidet zwischen den Theorien des Wandels und den Theorien der Wandlung von Bennis (1966). Das erste Paradigma fokussiert den organisationalen Wandel als Prozess und die Wandlungsfaktoren, während das zweite die Auswirkungen und das Management des Wandels in das Zentrum der Betrachtung stellt. Die Unterscheidung impliziert die Rolle des Menschen als unabhängig von der Unterscheidung geplanter oder ungeplanter Prozesse.

Im Kontext der Transformation zur Fabrik der Zukunft liegt der Fokus auf den geplanten Wandlungsprozessen und deren Management. Der Transformationsprozess besitzt Projektcharakter und in diesem ist die Möglichkeit des Scheiterns in Form einer Abweichung bezüglich des intendierten Zielzustands immanent vorhanden. Darüber hinaus ist eine Unterscheidung zwischen Teilnehmern (welche aktiv den Wandlungsprozess bewältigen und die Rahmenbedingungen gestalten) und Betroffenen (welche die Änderungen akzeptieren und mit der neuen Situation umgehen müssen) des Wandels vorhanden. Durch den Fokus auf die verschiedenen Beteiligten und ihre Rollen wird auf den Transformationsprozess als mehr als ein typischer top-down Ansatz verwiesen sowie auf die Wichtigkeit von Bottom-up-Anstößen als nicht zu vernachlässigende Wandlungs- und Innovations-treiber. Beispielsweise kann der Anstoß zur Änderung ebenso in Initiativen von betroffenen Mitarbeitern liegen, da diese durch den unmittelbaren Umgang mit Technologien, Werkzeugen oder Methoden viel sensibilisierter für konkrete Prozessverbesserungen sind. Zusammenfassend kann die Transformation als ein integrierter Ansatz mit initialem Anstoß zur Veränderung aus beiden Richtungen beschrieben werden. Transformativer

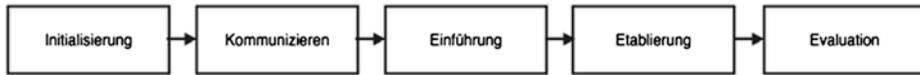


Abb. 1 Wandlungsprozess. (Eigene Darstellung nach Krüger 2002, S. 49)

Wandel im Kontext einer Fabrik wird allerdings wohl nicht ohne Autorisierung der notwendigen Ressourcen durch das Management durchführbar sein.

Wandlungsmanagement

Krüger (2002) definiert 5 Phasen des Wandlungsmanagements (Abb. 1): In Phase 1 werden durch Entscheidungsträger (unter möglicher Auslösung durch Mitarbeiter) der Wandlungsbedarf identifiziert und Wandlungsagenten bestimmt. Die Erstellung der strategischen Ziele sowie die Entwicklung eines Maßnahmenprogramms sind die wesentlichen Inhalte in Phase 2 und werden durch ein Wandlungsteam und Schlüsselpersonen durchgeführt. Phase 3 umfasst die Kommunikation des Wandlungskonzepts sowie das Kreieren und Sicherstellen von wandlungsfördernden Rahmenbedingungen. Diese sowie die nächsten zwei Phasen involvieren gleichermaßen Teilnehmer sowie Betroffene. In Phase 4 werden initiale Wandlungsprojekte implementiert sowie die Vorbereitungen für nachgelagerte Wandlungsprojekte in der Organisation getroffen. Phase 5 beinhaltet die Evaluation der Wandlungsergebnisse, die Konservierung der Wandlungsbereitschaft und Wandlungsfähigkeit der Wandlungssub- sowie -objekte sowie die Weiterentwicklung der Strategie und der Rahmenbedingungen.

Auf den ersten Blick könnte angenommen werden, dass der geradlinig-vorausgerichtete Charakter dieses Modells Bottom-up-Wandel sowie die Möglichkeit des Scheiterns vernachlässigt. Jedoch wird diese Annahme durch das Faktum relativiert, dass die Integration und Sensibilisierung der Mitarbeiter sowie die Möglichkeit, den Wandel durch Mitarbeiter auszulösen, berücksichtigt werden.

Als ein nächster Schritt ist die Integration von Stages und Gates in dieses Phasenmodell zu betrachten. Während der Stages-Phasen wird ein Prozess aktiv gelebt sowie Entscheidungen umgesetzt. Die Gates hingegen existieren zur Überprüfung und strategischen Ausrichtung. Vorherige Prozessphasen werden kritisch geprüft und Entscheidungen für die folgenden Phasen getroffen. Diese Struktur erlaubt es, jeder Phase die aktuellen Handlungen und Maßnahmen entsprechend der gewonnenen Erkenntnisse unter Umständen zu modifizieren.

Krüger (2004) betont hierzu zwei Dimensionen von Wandlungs- und Implementierungsmanagement, die von besonderer Bedeutung sind. Eine dieser Dimensionen ist das Management von Wahrnehmungen und Überzeugungen, die zweite betrifft das Macht- und das politische Management. Vor diesem Hintergrund können vier unterschiedliche Reaktionsformen involvierter Mitarbeiter identifiziert werden, aus denen sich wiederum Empfehlungen für das Managementverhalten ableiten lassen. 1) Gegner (negative Einstellung zum Wandel im allgemeinen und negatives Verhalten zum konkreten Wandlungsvorhaben) 2) Promotoren (positive Einstellung zum Wandel im allgemeinen und positives

Verhalten zum konkreten Wandlungsvorhaben) 3) Versteckte Gegner (negative Einstellung zum Wandel im Allgemeinen, obwohl sie oberflächlich den Anschein machen, als ob sie das konkrete Wandlungsvorhaben unterstützen) 4) Potenzielle Promotoren (positive Einstellung zum Wandel im allgemeinen mit jedoch negativen Gefühlen zum konkreten Wandlungsvorhaben).

2.3 Der Akzeptanzprozess

Wesentlich bei organisationalem Wandel ist die Involvierung aller relevanten Beteiligten. Dies bedeutet oftmals, dass annähernd alle Mitarbeiter mit einbezogen werden müssen, wenn auch in unterschiedlicher Intensität. Das Reaktionsverhalten der betroffenen Mitarbeiter kann als Prozess verstanden werden, bei dem die Änderungen schrittweise akzeptiert oder abgelehnt werden.

Nach Leao (2009) vollzieht sich der Akzeptanzprozess (Abb. 2) eines Individuums über acht Phasen und beginnt idealerweise mit dem Bewusstsein für die Notwendigkeit des Wandels. In der ersten Phase ergreift das Management wichtige Entscheidungen und kommuniziert diese Pläne den Mitarbeitern. Gewöhnlich ist die Reaktion der Mitarbeiter durch Überraschung und Ablehnung gekennzeichnet. Gründe für die Ablehnung können beispielsweise Rationalisierungsängste und der potenzielle Jobverlust sein. Über die Zeit gelangen die Mitarbeiter in die Phase der rationalen Akzeptanz, in der sie den Handlungsbedarf anerkennen. In dieser Phase sind die Involvierten auf der Suche nach kurzfristigen Lösungen. Die nächste Phase der emotionalen Akzeptanz ist von Selbstreflexion geprägt. Die Realität wird schrittweise anerkannt und das eigene Verhalten wird hinterfragt, was von wesentlicher Bedeutung für den Erfolg oder Misserfolg der Akzeptanz für das Projekt ist. Das Akzeptanzniveau steigt, wenn ungenutztes Potenzial kanalisiert und dieses für die Aktivierung des geplanten Wandels genutzt wird. Die folgende Phase ist von Versuchen und Testen seitens der Mitarbeiter bezüglich des eigenen Verhaltens gekennzeichnet. Die Wandlungsziele werden analytisch verglichen und kritisiert, was wiederum zur Phase des Bewusstseins führt. Die Bedeutung der Veränderung für den jeweiligen Betroffenen wie auch für die Organisation wird deutlich. In der Phase der Integration wird das neue Verhalten, der Umgang mit den Umständen als selbstverständlich wahrgenommen.

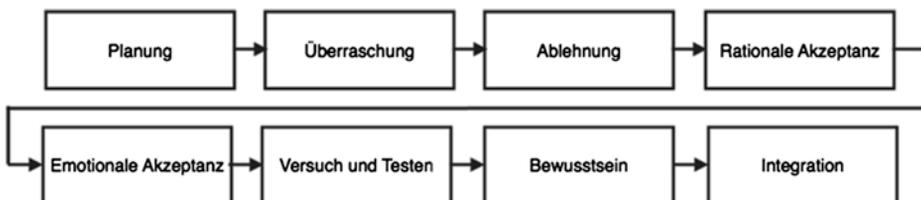


Abb. 2 Akzeptanzprozess. (Eigene Darstellung nach Leao 2009, S. 14)

2.4 Innovationen und Akzeptanzmodelle

Unter Adoption wird die Entscheidung von Menschen verstanden, die zum ersten Mal eine Innovation, z. B. eine gestengesteuerte Benutzungsschnittstelle, nutzen (Rogers 2003). Bevor sie zu dieser Entscheidung gelangen, durchlaufen sie einen Entscheidungsprozess (Abb. 3), den „innovation decision process“. Die erste Phase in diesem Prozess ist das Wissen. Hier versteht die Person, die sich mit der Innovation auseinandersetzen muss, deren Funktion. In der zweiten Phase, der Beeinflussung, entwickelt der Mensch eine positive oder negative Haltung gegenüber der Innovation. Die darauffolgende Phase ist geprägt durch die Meinungsbildung bezüglich der Innovation sowie der Entscheidung darüber, ob die Person die Innovation für sich annimmt, also adoptiert, oder ablehnt. Nach dieser Phase benutzt der Mensch die Innovation in einem bestimmten Kontext zum ersten Mal. Zu diesem Zeitpunkt ist eine Änderung des Verhaltens möglich. Dies ist die Einführungsphase. In der abschließenden Konfirmationsphase sucht die Person nach Informationen, die ihre Entscheidung bestätigen. Es kann nun zu einer Änderung der vorher getroffenen Entscheidung kommen, sollte es zu gegenläufigen Informationen kommen.

Das Technologie Akzeptanz Modell (Davis 1986) (Abb. 4) ist eines der meist angewandten und geprüften Modelle zur Messung der Technologieakzeptanz und stellt einen Ausgangspunkt für diverse Weiterentwicklungen dar. Die wahrgenommene Nützlichkeit und die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit sind die zwei bestimmenden Variablen für die Einstellung einer Person bezüglich einer Technologie und deren Nutzerverhalten. Die subjektive Empfindung einer Person, ob die Anwendung einer bestimmten Technologie die individuelle Leistungsfähigkeit verbessert, wird durch die wahrgenommene Nützlichkeit repräsentiert. Die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit beschreibt die Einschätzung einer Person bezüglich des Lernaufwandes zur effizienten Verwendung einer Technologie. Diese beiden Variablen werden von einer Vielzahl externer Variablen beeinflusst. Darüber hinaus ist die Intention zur Nutzung abhängig von der Einstellung, welche wiederum Resultat der wahrgenommenen Nützlichkeit und der wahrgenommenen Benutzerfreundlichkeit ist (Davis et al. 1989; King und He 2006).

Das Task Technology Fit Modell (TTFM) betrachtet die Kongruenz zwischen Aufgaben und Technik und versucht die Einflussfaktoren für die Nutzereinstellung zu erklären. Der kritische Einflussfaktor ist das Aufgaben-Technologie-Fit. Dieser stellt die subjektive Einschätzung der Systemleistung dar. Darüber hinaus beeinflussen die Variablen Aufgaben, Technologie und Individuum die Akzeptanzeinstellung über das Aufgaben-Technologie-Fit. Die Variable Aufgaben beschreibt den Schwierigkeitsgrad und die Vielfältigkeit



Abb. 3 Innovationsentscheidungsprozess. (Eigene Darstellung nach Rogers 2003, S. 20)

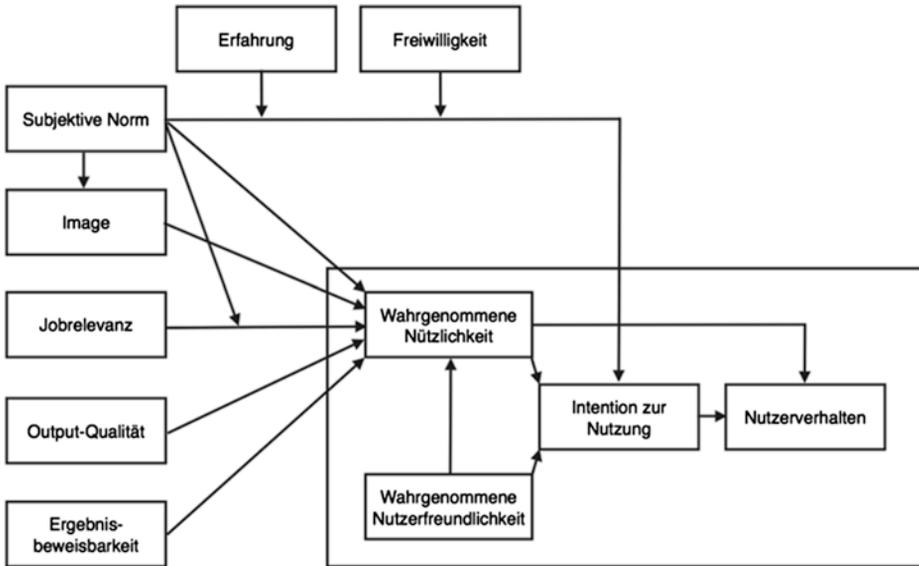


Abb. 4 Technologie Akzeptanz Modell 2. (Eigene Darstellung nach Venkatesh und Davis 2000, S. 188)

der Aufgaben, die Variable Technologie umfasst die Einflussfaktoren der Eigenschaften eines Informationssystems und Individuum umfasst die dem Individuum inhärenten Eigenschaften (Goodhue und Thompson 1995). Das TTFM ist in Abb. 5 dargestellt.

2.5 Auswirkungen auf die Industrie 4.0-Fabrik

Auf Grundlage des aufgebauten theoretischen Konstrukts können folgende Schlussfolgerungen für den Transformationsprozess bestehender Fabriken in Industrie 4.0-Fabriken akzentuiert werden:

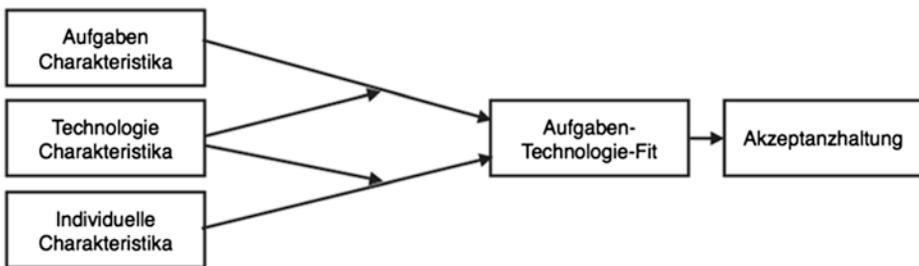


Abb. 5 Task Technology Fit Modell. (Eigene Darstellung nach Goodhue und Thompson 1995, S. 217)

In Bezug auf den Prozess

Um den Erfolg des Transformationsprozesses gewährleisten zu können, müssen mehrere damit verbundene Faktoren berücksichtigt werden. Ein Faktor davon ist der Mensch, welcher durch die Rollen des Treibers und Ermöglichs (z. B. als Manager oder Beobachter) auf der einen Seite sowie des von der Veränderung unmittelbar betroffenen Beschäftigten, auf der anderen Seite, gekennzeichnet ist. Der Akzeptanzprozess und die damit verbundenen Steuerungsmechanismen sind vor diesem Hintergrund sowohl von den mit dieser Rolle verknüpften als auch von individuellen Eigenschaften der Beteiligten verbunden. Weiterhin gilt es, die oben identifizierten wichtigen Einflussgrößen der vorgestellten Modelle den spezifischen Phasen des Transformationsprozesses zuzuordnen. Dabei sollen stets die Besonderheiten der Innovation und des Wandels als Gruppenprozesse mit einem interdisziplinären Charakter und beschränkter Kontrollierbarkeit in Bezug auf die Beteiligung beider Gruppen und die Berücksichtigung ihrer Interessen und Verantwortlichkeiten berücksichtigt werden. Weiterhin sollten die strategische Langzeitorientierung sowie eine klare Prozessstruktur in Bezug auf die Einführungs- und Adoptionsphase sowie in Bezug auf alltägliche Aufgaben und Abläufe nach der Etablierung der neuen Praktiken in der Organisation etabliert werden.

In Bezug auf die organisationalen Rahmenbedingungen

Alle vom Wandlungsprozess betroffenen Akteure sollten bei seiner Gestaltung involviert sein. Die teilweise unterschiedlichen Interessen dieser Gruppen müssen berücksichtigt werden, um einen passenden Rahmen bezüglich der Innovations-, Wissensmanagement- und Wissenstransfer- sowie Veränderungskultur, extrinsischer und intrinsischer Mitarbeitermotivation, organisationalem Lernen und Weiterbildung sowie rechtlicher Aspekte aufspannen zu können. Dabei sollte ein sehr wichtiges Merkmal dieses Veränderungsprozesses Bedeutung beigemessen werden – der starken visionären Orientierung und in diesem Zusammenhang der neuen, erweiterten Rolle der technischen Entitäten. Diese Zukunftsvisionen sind wenig fassbar und teilweise vage, sodass sie neben den positiven Erwartungen ebenso mit Ängsten verbunden sind. Vor diesem Hintergrund sollte der Veränderungsprozess neben den anderen Faktoren ebenso Ansätze zum Umgang mit Mitarbeiterängsten und Unsicherheiten implizieren.

In Bezug auf die beteiligten Personen

Bei der Konzeptentwicklung des Transformationsprozesses zur Fabrik der Zukunft sollten die unterschiedlichen Anforderungen an das Management und an die Mitarbeiter berücksichtigt werden. Beide Rollen müssen Veränderungen bezüglich ihrer Aufgaben erkennen. Bildungs- und Weiterbildungskonzepte müssen flexibler und umfangreicher werden, um die Mitarbeiter zur richtigen Zeit mit den notwendigen maßgeschneiderten Qualifikationen zu versorgen.

Bestehende Führungs-, Arbeitsorganisations- und Lernkonzepte können in diesem Zusammenhang keine ausreichenden Ansätze liefern. Neue Konzepte sollten relevante neue Rollenbilder wie Ermöglicher, Vermittler und Unterstützer beinhalten. Das Manage-

ment der Bedürfnisse der Mitarbeiter umfasst unter den neuen Bedingungen technische und Managementkompetenzen sowie IT-Kompetenzen und Kompetenzen bezüglich steuerbarer Technologien.

Die Mitarbeiter sollen die neuen Ideen und Konzepte akzeptieren. Förderlich hierzu sind eine personalisierbare Lernumgebung und intelligente Lernassistenten. Weiterhin ist die Wichtigkeit des sozialen Lernens sowie der Entwicklung von Problemlösungskompetenzen unabdingbar.

3 Entwicklung eines methodischen Ansatzes

Zur Begleitung des Wandels unter der Prämisse der Maximierung der Mitarbeiterakzeptanz und unter Zusammenführung der Inhalte und Implikationen aus den Anwendungsfällen sowie der theoretischen Überlegungen wurde ein Vorgehen entwickelt (Abb. 6).

Die Basis und der Rahmen dieses Vorgehens wurden in Anlehnung an das Wandlungsmodell von Krüger (2002) entwickelt, wobei die dort als Grundlage hinterlegten Phasen zur Begleitung des Transformationsprozesses übernommen wurden. Dieses Orientierungsmodell kann als pragmatisch und anwendungsnah sowie als strategisch proaktiv angesehen werden und eignet sich somit für die Gestaltung des zu begleitenden Transformationsprozesses. Ein wesentlicher Aspekt ist weiterhin die Ausführlichkeit des Modells. Neben den Phasen werden auch alle beteiligten Akteure mit ihren unterschiedlichen Rollen detailliert dargestellt und es wird auf eine Reihe notwendiger Tools sowie auf die Beteiligung prozessbegleitender Akteure und Maßnahmen, wie der HR-Abteilung oder die Kommunikation, verwiesen. Als Erweiterung und vor dem Hintergrund der Wichtigkeit eines Reviews bereits durchgeführter Veränderungen aus der Sicht der betroffenen Akteure wurden in Anlehnung an das Stage-Gate-Innovationsmodell von Cooper (2008) zwischen den einzelnen Prozessphasen ebenso Gates hinzugefügt. Diese dienen entweder als Messpunkte (AM) der Benutzerakzeptanz von Produktionsmitarbeitern oder verweisen auf einen Prozessabschnitt, an dem die Vorbereitung des nächsten Prozessschrittes (SB für Stimmungsbarometer) bezüglich des Akzeptanzverhaltens kritisch überprüft werden soll. Neben diesen zwei Überprüfungsmechanismen für die bereits erreichte Akzeptanz stellen diese Gates ebenso Schleifen zur Modifikation der Maßnahmen dar.

Die einzelnen Phasen des Wandlungsprozesses werden wie folgt gestaltet: Während der ersten beiden Phasen entwickelt das Industrie 4.0 Team gemeinsam mit dem Management die Wandlungsstrategien sowie ein entsprechendes Konzept, um die Fabrik sowie die Mitarbeiter für den Transformationsprozess und die neuen Rahmen- und Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter zu gestalten und zu führen. Diese Strategien beinhalten technologische, organisationale und personelle Veränderungen. Beispielhaft können angeführt werden: Entwicklung und Implementierung von innovativen technologischen Lösungen, die Organisation von Interdependenzen und Wissenstransfer zwischen Menschen und Maschinen oder die Entwicklung von neuen Kompetenzen und Wissen. Der Kommunikationsprozess im Unternehmen und damit einhergehend die ersten durchdringenderen Erfahrungen mit

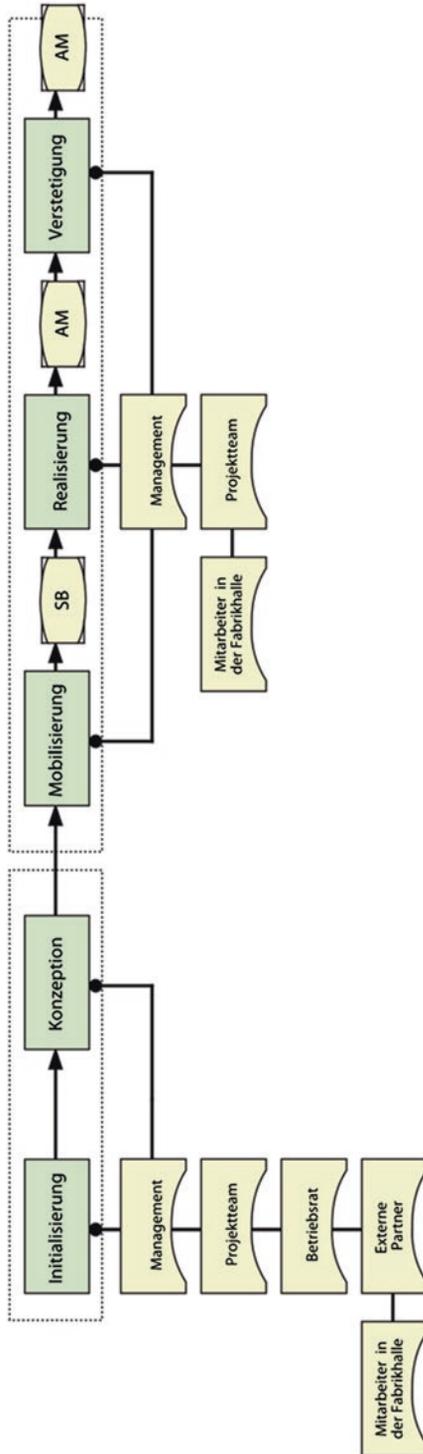


Abb. 6 Phasenmodell und Beteiligte des organisationalen Wandels. (Eigene Darstellung)

Initialisierung	
Aufgabe	Wandlungsbedarf feststellen, Wandlungsträger aktivieren
Aufgabenträger	Primär Management, jeder Mitarbeiter
Methoden	Ad-hoc-Feststellung, SWOT-Analyse, Potsdam Change Capability Indication (Gronau und Weber 2009), Turbulenzanalyse, 4-Stufen-Modell (WAMOPRO 2013)
	Überzeugung, Rekrutierung von Schlüsselpersonen und Promotoren mittels Sensibilisierung
Ergebnis	Delta zwischen IST-SOLL-Zustand ist identifiziert und beschrieben
	Wandlungskoalition und Wandlungspromotorengruppe
Konzeption	
Aufgabe	Festlegung der Wandlungsziele
	Entwicklung und Bewertung der Maßnahmenprogramme für den Transformationsprozess
Aufgabenträger	Wandlungskoalition unter Einbezug von Schlüsselpersonen
Methoden	Workshops zur Definition der Ziele
	Herunterbrechen der Ziele in Subziele und Entwicklung entsprechender Maßnahmen zur Erreichung der Ziele
	Bewertung der Maßnahmen mittels Klassifikation oder AHP-Verfahren
Ergebnis	Beschriebene Vision des Transformationsprozesses und Zielzustands
	Definierte Maßnahmenprogramme
Mobilisierung	
Aufgabe	Wandlungskonzept kommunizieren, Betroffene auf den bevorstehenden Wandel einstellen
	Wandlungsbereitschaft schaffen
	Wandlungsfähigkeit schaffen
Aufgabenträger	Wandlungskoalition unter Einbezug von Schlüsselpersonen und Promotorengruppe
Methoden	Infomail, Mitarbeiterzeitschrift, Beratung, Poster, Workshops, Mitarbeiterversammlung zur Überwindung von Wissens- und Willensbarrieren
	Schaffung von Akzeptanz durch Sensibilisierung für Notwendigkeit oder entstehende Vorteile, Motivationsinstrumente (intrinsische Anreize, Extrinsische Anreize, Transparenz), Organisationsinstrumente (Projektorganisation, Promotoren, Partizipation, Begleitung)
	Informationsinstrumente (siehe Phase Kommunikation), Qualifizierungsinstrumente durch entsprechende Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen
Ergebnis	Kommunikation des Change Prozesses
	Positive Einstellung der Betroffenen bzgl. dem bevorstehendem Wandel
Realisierung	
Aufgabe	Prioritäre Vorhaben durchführen
	Folgeprojekte durchführen
Aufgabenträger	Alle Betroffenen, Wandlungskoalition unter Einbezug von Schlüsselpersonen und Promotorengruppe
Methoden	Operative Durchführung der Wandlungsmaßnahmen
Ergebnis	Erreichung des Transformationsprozess-Zielzustands
Verstetigung	
Aufgabe	Wandlungsergebnisse verankern
	Wandlungsbereitschaft und Wandlungsfähigkeit sichern
Aufgabenträger	Wandlungskoalition unter Einbezug von Schlüsselpersonen
Methoden	Wandlungsziel in den Prozessen durch stetiges Potenzialaufdecken fixieren, Sensibilisierung durch Kommunikation und Handeln
	Lern- und Ergebnisplattformen schaffen
Ergebnis	Etablierung der Veränderungen

Abb. 7 Ausgestaltung der Phasen des Wandlungsprozesses. (Eigene Darstellung)

den neuen Rahmenbedingungen vollzieht sich in Phase 3. Somit beginnen nach dieser Phase sowie den jeweiligen folgenden Phasen das Monitoren sowie die Akzeptanzüberprüfung. Eine detaillierte Beschreibung der Aufgaben, Aufgabenträger, Methoden und Ergebnisse der einzelnen Phasen ist der Abb. 7 zu entnehmen.

Stimmungsbarometer	
Aufgabe	Überprüfung des Erfolgs der Mobilisierungsmaßnahmen sowie Stimmungsbild der Betroffenen einholen
Aufgabenträger	Wandlungskoalition
Methoden	Mitarbeiterbefragung (Fragebogen, Einzel- oder Gruppeninterviews)
Ergebnis	Einschätzung der Stimmung der Mitarbeiter bezüglich der bevorstehenden Veränderungen
Akzeptanztest 1	
Aufgabe	Evaluation der Technologieakzeptanz nach Einführung neuer Technologien
Aufgabenträger	Wandlungskoalition
Methoden	Fragebogen (z.B. TAM (Venkatesh und Davis 2000), TTFM (Goodhue und Thompson 1995), TAM/TTFM (Dishaw und Strong 1999)) Einzel- oder Gruppeninterviews
Ergebnis	Einschätzung der Technologieakzeptanz der Betroffenen
Akzeptanztest 2	
In gewissen Zeitabständen können weitere - analog zu Akzeptanztest 1 - Akzeptanztests durchgeführt werden, um Veränderungen und eventuellen Handlungsbedarf aufzudecken.	

Abb. 8 Ausgestaltung Akzeptanzprüfungen. (Eigene Darstellung)

Es werden zwei Akzeptanzüberprüfungen sowie eine Abfrage der Einstellung innerhalb der Gruppe der Betroffenen durchgeführt: Das Stimmungsbarometer nach der Kommunikation des Wandlungsbedarfs sowie der Wandlungsstrategie und entsprechenden Sensibilisierungsmaßnahmen, um den Status quo abzufragen. Wesentliche Dimensionen sind eine Ist-Aufnahme bezüglich der Technologie (Bedienung, Wirksamkeit, Tatsächliche Verwendung, offene Fragen), Verständnis von Strategie und Konzept (Vision und Zielstellung, Leistungserwartungen) sowie die Erwartungen bezüglich der veränderten Rahmenbedingungen (Aufgaben, Rollen, Qualifikationen). Die Akzeptanzmesspunkte befinden sich jeweils nach der Implementierung und der Verstetigung. Es werden die Technologieakzeptanz sowie die aktuellen Rahmenbedingungen abgefragt. Je nach Bedarf kann der letzte Akzeptanztest in regelmäßigen Abständen wiederholt werden. Das Stimmungsbarometer sowie die Akzeptanz in den Messpunkten werden in Form von Fragebögen erhoben. Einzel- oder Gruppeninterviews mit allen involvierten Parteien sind darüber hinaus auch möglich. Eine übersichtliche Beschreibung der konkreten Inhalte ist in Abb. 8 dargestellt.

4 Schlussfolgerungen und nächste Schritte

In diesem Beitrag wurden erste theoretische Ergebnisse bezüglich der Akzeptanz der Mitarbeiter hinsichtlich der Einführung neuer Technologien und damit einhergehend neuer Aufgaben und Prozesse im Kontext Industrie 4.0 vorgestellt. Theoretische Grundlagen zur Akzeptanzanalyse, dem Wandel und Innovationen wurden genutzt, um den Untersuchungsrahmen aufzuspannen. Da diese drei theoretischen Aspekte mehrschichtig in Beziehung stehen, wurden diese einzeln betrachtet sowie deren Relation aufgezeigt.

Vor diesem Hintergrund wurde nach der Problemdefinition und der Abgrenzung des Untersuchungskontextes mit einem Überblick über vorhandene theoretische Grundlagen

begonnen. Darüber hinaus wurden spezifische Charakteristika bezüglich der Anwendung dieser Theorien im Kontext Industrie 4.0 dargestellt.

Auf dieser Grundlage wurde ein Vorgehen zur Gestaltung und Unterstützung des Transformationsprozesses hin zur Industrie 4.0-Fabrik entwickelt. Die Struktur des Vorgehens ist an Krügers (2002) Phasenmodell des Wandels angelehnt. Darüber hinaus wurden die Phasen des Akzeptanzprozess-Modells von Leao (2009) sowie des Stage-Gates-Prozesses nach Cooper (2008) verwendet, um die relevanten Stellen (Stage Gates) zur Akzeptanzmessung im Wandlungsprozess zu identifizieren. Darüber hinaus wurden die relevanten Rollen der unterschiedlichen Beteiligten in jeder Prozessphase identifiziert.

Die nächsten Schritte umfassen die Erprobung des Vorgehens in den Werken der Anwendungspartner sowie die iterative Weiterentwicklung des dargestellten Ansatzes anhand der Resultate der Anwendung. Im Speziellen müssen die konkrete Ausgestaltung der Messmethoden der Akzeptanzmessung sowie das Methodenportfolio der einzelnen Wandlungsphasen weiterentwickelt werden, da oftmals wesentliche zugrundeliegende Paradigmen durch doch notwendige Kausalmodelle nicht erfasst werden können.

Ein weiterer relevanter Aspekt ist die Übertragbarkeit dieses Ansatzes auf weitere Anwendungsfelder. Hier ist besonders einer möglichen Unterscheidung der Anwendbarkeit einzelner Maßnahmen und Messmethoden sowie den Beteiligten Akteuren zwischen Groß- sowie kleinen und mittleren Unternehmen besonderes Augenmerk zu widmen. Eine Branchenabhängigkeit der Anwendbarkeit des Ansatzes wird *prima facie* ausgeschlossen. Zur Überprüfung wird die Anwendung in Unternehmen drei verschiedener Branchen durchgeführt.

Darüber hinaus gilt es in diesem Zusammenhang, wesentliche Einflussgrößen der Beeinflussung des Zielzustands einer Fabrik zu bestimmen, Wissenstransfer- sowie Aus- und Weiterbildungskonzepte zu entwickeln und Kompetenzprofile zu erarbeiten.

Förderhinweis

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: Driving force for innovation in mobility, health, energy and production* (acatech POSITION PAPER). Heidelberg: Springer.
- acatech. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group*. Heidelberg: Springer.

- Agarwal, R., & Prasad, J. (1997). The role of innovation characteristics and perceived voluntariness in the acceptance of information technologies. *Decision Sciences*, 28(3), 557–582.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805.
- Barnett, H. G. (1953). *Innovation: The basis of cultural change*. New York: McGraw Hill.
- Battisti, G., & Stoneman, P. (2003). Inter- and intra-firm effects in the diffusion of new process technology. *Research Policy*, 32, 1641–1655.
- Bennis, F. G. (1966). *Changing organisations*. New York: McGraw-Hill.
- Cooper, R. G. (2008). The stage-gate idea-to-launch process—update, what’s new and NexGen systems. *Journal of Product Innovation Management*, 25(3), 213–232.
- Davis, F. D. (1986). A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results. Dissertation, Massachusetts Institute of Technology.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982–1003.
- Dishaw, M. T., & Strong, D. M. (1999). Extending the technology acceptance model with task–technology fit constructs. *Information & Management*, 36(1):9–21.
- Goodhue, D. L., & Thompson, R. L. (1995). Task-technology fit and individual performance. *MIS quarterly*, 19(2), 213–236.
- Gronau, N. (2014). Wandlungsfähigkeit in Produktion und Logistik. *Productivity Management*, 19(2), 23–26.
- Gronau, N., & Weber, E. (2009). Wandlungsfähigkeit: Generische Strategien zur Handhabung von Veränderungen in der Umwelt. Arbeitsbericht, WI – 2009–07 Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Electronic Government, Universität Potsdam.
- Gronau, N., Theuer, H., Lass, S., & Nguyen, V. (2010). *Productivity evaluation of autonomous production objects*. Proceedings of the 8th IEEE international conference on industrial informatics. Osaka, 751–756.
- Gronau, N., Fohrholz, C., & Lass, S. (2011). Hybrider Simulator – Neuer Ansatz für das Produktionsmanagement. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 106(4), 204–208.
- ten Hompel, M., & Liekenbrock, D. (2005). Autonome Objekte und selbst organisierende Systeme: Anwendung neuer Steuerungsmethoden in der Intralogistik. *Industrie Management*, 21(4), 15–18.
- King, W. R., & He, J. (2006). A meta-analysis of the technology acceptance model. *Information & Management*, 43(6), 740–755.
- Klenow, P. J. (1998). Learning curves and the cyclical behavior of manufacturing industries. *Review of Economic Dynamics*, 1(2), 531–550.
- Kruüger, W. (2002). *Excellence in Change – Wege zur strategischen Erneuerung*. Wiesbaden: Gabler.
- Kruüger, W. (2004). Implementation the core task of management. In B. De Witt & R. Meyer (Hrsg.), *Strategy, process, content, context – An international perspective*. London: Thompson.
- Leao, A. (2009). *Fit for Change: 44 praxisbewährte Tools und Methoden im Change für Trainer, Moderatoren, Coaches und Change Manager*. Bonn: Managerseminare Verlag.
- Lewis, L. K. (2011). *Organizational change: Creating change through strategic communication*. Wiley.: Chichester West Sussex.
- Mansfield, E. (1963). Intrafirm rates of diffusion of an innovation. *The Review of Economics and Statistics*, XLV, 45(4), 348–359.
- Poole, M. S. (2004). *Handbook of organizational change and innovation*. Oxford University Press.
- Rai, A., & Patnayakuni, R. (1996). A structural model for CASE adoption behavior. *Journal of Management Information Systems*, 13(2), 205–234. New York.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5. Aufl.). New York: Free Press.
- Rogers, E. M., & Shoemaker, F. F. (1971). *Communication of innovations: A cross-cultural approach*. New York: The Free Press.

- Tushman, M. L., & O'Reilly, C. A. (2013). *Winning through innovation: A practical guide to leading organizational change and renewal*. Boston: Harvard Business.
- Ulijn, J., & Fayolle, A. (2004). Towards cooperation between European start-ups: The position of the French, Dutch and German entrepreneurial and innovative engineer. In T. Brown (Hrsg.), *Innovation, entrepreneurship and culture: The interaction between technology, progress and economic growth*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Veigt, M., et al. (2013). Entwicklung eines Cyber-Physischen Logistiksystems. *Industrie Management*, 29(1), 15–18.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186–204.
- Vogelsang, K., Steinhüser, M., & Hoppe, U. (2013). *Theorieentwicklung in der Akzeptanzforschung: Entwicklung eines Modells auf Basis einer qualitativen Studie*. 11th international conference on Wirtschaftsinformatik, 1425–1439.
- WAMOPRO. (2013). http://www.lps.rub.de/WamoPro/leitfaden_wamopro.pdf. Zugegriffen: 5. Dez. 2014.
- Weber, R. H., & Weber, R. (2010). *Internet of things*. Heidelberg: Springer.
- Wiendieck, G. (1992). Akzeptanz. In E. Friese (Hrsg.), *Enzyklopädie der Betriebswirtschaft: Band 2. Handwörterbuch der Organisation* (S. 89–98). Stuttgart: Poeschel.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research – Design and methods* (4. Aufl.). Thousand Oaks: Sage.
- Zorn, T., Christensen, L. T., & Cheney, G. (1999). *Do we really want constant change?* San Francisco: Berrett-Koehler.