

Bernd Zinn (Universität Stuttgart)

**Bedingungsvariablen der Ausbildung 4.0 – Ausbildung
der Zukunft**

Herausgeber

Bernd Zinn

Ralf Tenberg

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

Online unter: <http://www.journal-of-technical-education.de>

Bernd Zinn (Universität Stuttgart)

Bedingungsvariablen der Ausbildung 4.0 – Ausbildung der Zukunft

1. Einleitung

Unter der Thematik Industrie 4.0 wird allgemein „der flächendeckende Einzug von Informations- und Kommunikationstechniken sowie deren Vernetzung zu einem Internet der Dinge, Dienste und Daten, das eine Echtzeitfähigkeit der Produktion ermöglicht“, verstanden (vgl. z. B. Spath et al. 2013, S. 2). In vielen nationalen und internationalen Unternehmen wird die Thematik derzeit intensiv diskutiert. Bei einer Eingabe von „Industrie 4.0“ in der Internetsuchmaschine Google erscheinen innerhalb einer halben Sekunde rund 15.500.000 Suchergebnisse (Stand: 08.07.2015). Von einigen wird mit Industrie 4.0 auch die vierte industrielle Revolution verbunden, die die ganze Tragweite pointiert zusammenfasst (z. B. ebd.). Die Ausgangsthematik Industrie 4.0 wird dabei aus verschiedenen Perspektiven, im Hinblick auf ihre Implikationen zur Gestaltung der zukünftigen Arbeits- und Berufswelt sowohl in Forschung als auch in unmittelbarer betrieblicher Praxis, in den Unternehmen und unter verschiedenen Aspekten diskutiert (vgl. z. B. Brödner 2015; Frenz, Heinen & Schlick 2015; Eder in diesem Heft; Gebhardt, Grimm & Neugebauer in diesem Heft; Guo in diesem Heft).

2. Zentrale Diskussionsperspektiven zu Industrie 4.0

Grundlegend zentrale Diskussionsperspektiven zu Industrie 4.0, bei denen man davon ausgehen kann, dass diese mittelbar oder unmittelbar die Gestaltung der Aus- und Weiterbildung der Zukunft beeinflussen, sind im Gesamtdiskurs insbesondere (1.) die technologische Perspektive, (2.) die ökonomische Perspektive und (3.) die arbeits- und berufssoziologische Perspektive zu Industrie 4.0. Bei diesen Perspektiven ist davon auszugehen, dass sie auch zentrale Bedingungsvariablen für die Ausgestaltung einer Ausbildung 4.0 darstellen. Im Folgenden geht es darum, diese drei zentralen Perspektiven mit ihren Kernelementen zur Ausgangsthematik zu skizzieren, um darauf aufbauend die Implikationen für eine Ausbildung 4.0 zu spiegeln.

Technologische Perspektive

Aus technologischer Perspektive wird die Ausgangsthematik in mehreren Domänen, wie der Informatik, der Elektrotechnik, dem Maschinenbau oder der Bautechnik, mit unterschiedlichen Benennungen (z.B. Bauindustrie 4.0, Planen-Bauen 4.0, Handwerk 4.0 oder Wirtschaft 4.0), mit domänenspezifischen Akzenten und Schwerpunktsetzungen diskutiert. Im industriellen Produktionssektor, dem Maschinen- und Anlagenbau sowie in der Automobilindustrie, wird mit der Thematik Industrie 4.0 ein epochaler Wandel in den technologischen Basen und den damit gekoppelten technischen Standards verbunden. Der

Fokus der technologischen Diskussion liegt dabei u. a. auf cyber-physischen Systemen (CPS), die als ein komplexes „Netzwerk interagierender Elemente mit physikalischem In- und Output“ beschrieben werden (vgl. z. B. Sendler 2013, S. 8). Die cyber-physischen Systeme umfassen komplexe software- und hardwaretechnische Komponenten, mit mechanischen sowie elektronischen Bauteilen und verfügen über eine funktionale Dateninfrastruktur, wie z. B. das Internet oder ein Intranet zur Kommunikation. Ein cyber-physisches System ist durch seinen hohen Grad an Komplexität gekennzeichnet und konstituiert sich aus der Vernetzung eingebetteter Systeme sowie moderner Aktuatorik und Sensorik, die durch drahtgebundene oder drahtlose Kommunikationsnetze miteinander verbunden sind. Zentrale Zielsetzungen, die mit den neuen Industrie 4.0-Technologien verbunden sind, sind u. a. zunehmende Flexibilitätsanforderungen der Absatzmärkte, eine wachsende Individualisierung der Produkte, kürzer werdende Produktlebenszyklen sowie eine steigende Komplexität der Prozessabläufe (z. B. Scholz-Reiter et al. 2009; Forschungsunion acatech 2013, Hirsch-Kreinsen 2014). Weitere Technologien und Artefakte, die im technologischen Diskurs betrachtet werden, sind u. a. intelligente Maschinen, Machine-to-Machine Kommunikation (M2M), Big Data und Smart Data, Internet der Dinge (für einen Überblick siehe z. B. Baum 2013; Kaufmann 2015). Die Kernelemente der technologischen Diskussion bilden dabei die Klärung der Anforderungen an die Soft- und Hardware, die Datensicherheit (vgl. z. B. Russwurm 2013), die Potentiale der einzelnen Technologien und ihrer Wechselwirkungen miteinander (vgl. z. B. Baum 2013; Borchering 2013).

Ökonomische Perspektive

Die ökonomische Perspektive zur Thematik Industrie 4.0 beschäftigt sich insbesondere mit den möglichen Funktionalitäten der neuen Technologie und ihren Implikationen auf eine adaptive Unternehmensstrategie sowie mit neuen bzw. veränderten Geschäftsmodellen (vgl. z. B. Kaufmann 2015). Die betriebswirtschaftliche Betrachtung der Thematik adressiert damit u. a. die Einführung dezentraler Steuerungskonzepte, Ad-hoc-Gestaltung von Produktionsprozessen und die Möglichkeit, schnell und flexibel auf Kundenanforderungen zu reagieren. Besonders die Option, kleine Stückzahlen oder Unikate zu vergleichbaren Bedingungen industriell herzustellen wie große Mengen identischer Konsumgüter, eröffnen für Unternehmen neue oder veränderte Geschäftsoptionen. Im Bezugfeld werden Geschäftsmodell-Innovationen - auf der Basis existierender Unternehmensmodelle - die Veränderung bestehender Geschäftsmodelle und die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle diskutiert (vgl. z. B. ebd., S. 12). In einer eigenen, nicht repräsentativen Fallstudie mit Unternehmen aus dem Maschinen- und Anlagenbau werden im Kontext von Industrie 4.0 folgende Herausforderungen der Unternehmen als zentral benannt: Individualisierung der Kundenwünsche durch sinkende Losgrößen, Optimierung der Reaktionszeiten, Gewährleistung einer Echtzeit-Transparenz (d. h. Sicherstellung der Auskunftsmöglichkeit zum Fertigungsstatus des bestellten Produkts), Globalisierung des Einkaufs, Gewähr der hohen Produktqualität bei sinkender Losgröße, Implementierung neuer Produktionsverfahren und disruptiver Technologien sowie Einführung von Smart Data bzw. Optimierung der Wissensgenerierung im Unternehmen. Die Autorengruppe zu den „Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“ (2013, S. 19f.) verbindet zusammenfassend folgende

Potenziale für die Einführung von Industrie 4.0: Individualisierung der Kundenwünsche, Flexibilisierung, Optimierung der Entscheidungsfindung, Verbesserung der Ressourcenproduktivität und -effizienz, Erhöhung der Wertschöpfungspotenziale durch neue Dienstleistungen, demografiesensible Arbeitsgestaltung, Verbesserung der Work-Life-Balance und Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit. Insgesamt erfolgt aus der ökonomischen Perspektive heraus eine Betrachtung der Auswirkungen der Einführung der Industrie 4.0 -Technologien auf die zukünftigen Organisationsstrukturen, Unternehmensstrategien und Geschäftsprozesse (für einen weiteren Überblick vgl. z. B. Kaufmann 2015).

Arbeits- und berufssoziologische Perspektive

In der arbeits- und berufssoziologischen Perspektive zur Thematik Industrie 4.0 wird oft ausgehend von einem sozio-technischen System (z. B. Ropohl 2009) das Verhältnis von Technik und Arbeit diskutiert (für einen Überblick z. B. Hirsch-Kreinsen 2014; Kuhlmann 2015). Kernelemente der arbeits- und berufssoziologischen Perspektive sind dabei u. a. die Klärung der Beschäftigungsfolgen, die mittelbaren und unmittelbaren Auswirkungen auf den Beschäftigungsumfang und die Wahrscheinlichkeit einer möglichen Segmentierung des Arbeitsmarktes. Vor dem Hintergrund sich wandelnder arbeitsorganisatorischer Modelle, in Folge des disruptiven Charakters der neuen Technologien, werden mögliche veränderte Handlungsspielräume, Kooperationsstrukturen, Anforderungs- und Qualifikationsbedarfe konstatiert sowie veränderte Beteiligungsformen der Beschäftigten und Beteiligungsprozesse zur Gestaltung von Systemen, problematisiert. Zudem wird mit der erhöhten Digitalisierung der Arbeit eine steigende Transparenz der Beschäftigten unterstellt, der mit einem erweiterten arbeits- und berufssoziologischen Diskussionsbedarf verbunden wird (ebd., S. 3f.).

Verändertes Lehren und Lernen

Neben der technologischen, ökonomischen und arbeits- und berufssoziologischen Diskussion, erscheint für eine zusammenfassende Betrachtung von möglicher Bedingungsvariablen einer Ausbildung 4.0 auch der Einbezug innovativer Lernräume von Bedeutung. Zukünftig kann davon ausgegangen werden, dass moderne Lernumgebungen in der Berufs- und Arbeitswelt verstärkt virtuelle Orte mit physisch realen Räumen verknüpfen. Beispielsweise im Rahmen von Mixed-Reality Simulation oder Augmented-Reality (vgl. z. B. Guo in diesem Heft). Über die neuen Formen der Mensch-Technik-Interaktion können innovative Lernumgebungen erfahrbar gemacht und somit auch die Praxisbezüge verstärkt werden. Besonders vorteilhaft stellen sich zukünftig auch die Nutzung der neuen Optionen im Aus- und Weiterbildungsbereich dar, wenn sie nicht als reines Additiv eingebracht, sondern didaktisch in reale berufliche Projekte integriert werden. In den betrieblichen Kontexten sind Vorteile zu erwarten, wenn die innovativen Lernumgebungen mit bestehenden unternehmensspezifischen Wissensnetzwerken verknüpft werden. In Anlehnung an die verbreiteten Erwartungen an das E-Learning im Allgemeinen stellt sich allerdings auch die Frage, ob das Lernen in virtuellen 3D-Umgebungen mit natürlichen Benutzerschnittstellen tatsächlich eine bessere Anpassung an die Bedürfnisse der Nutzer, eine höhere Lernleistung, eine höhere Effizienz von Lehr-Lern-Prozessen (Köhler et al. 2008; Katzky et al. 2013) oder eine höhere Lernmotivation (z. B. Kerres 2012) in der Aus- und Weiterbildung mit sich bringt.

Im Kontext von Industrie 4.0 wird lebensbegleitendes Lernen zum selbstverständlichen Bestandteil der individuellen beruflichen Entwicklung. Die Ermöglichung eines lebensbegleitenden Lernens bedarf dabei, neben der Weiterbildungsbereitschaft der Fachkraft, systematischer Weiterbildungsstrukturen und innovativer Lernmöglichkeiten, die aktiv einen Wissens- und Fähigkeitserwerb im Bezugsfeld eines Learning-on-Demand und einem Cloud-Learning unterstützen. Um Kompetenzen im Unternehmen im Kontext der beruflichen Aus- und Weiterbildung sinnvoll nutzen und ausbauen zu können, spielt ein systemischer und zeitnaher Wissenstransfer innerhalb des Unternehmens eine wesentliche Rolle. Durch ein elaboriertes Wissensmanagement können komplexe betriebliche Prozesse deutlich verbessert, die Produktion erhöht, organisationales Lernen gefördert, neue Fähigkeiten und Fertigkeiten entwickelt und Wettbewerbsvorteile gesichert werden (vgl. z. B. von Krogh 1998; Argote et al. 2000). Besonders gilt es hierbei, Konzepte zur räumlichen und zeitlichen Flexibilisierung des Wissenstransfers zu gestalten, um die Kompetenzen im Unternehmen nachhaltig auszuschöpfen, den Transfer praxisrelevanter Erkenntnisse und technischer Innovationen innerhalb des Unternehmens abzusichern und eine hohe Produktqualität gewährleisten zu können. Je besser ein Unternehmen mit seinen Wissensressourcen umgeht und seine Wissensträger beim Aufbau wissensrelevanter Kompetenzen und Überzeugungen zeitnah unterstützt, umso leichter kann es auf die dynamischen Veränderungen reagieren und innovative Prozesse anstoßen (Reinmann-Rothmeier 2001).

Remote-Labors können dabei ein verbindendes innovatives Element darstellen (vgl. z. B. Cikic et al. 2009), um das betriebliche und schulische Lernen besser miteinander zu verbinden. Bei der Unterstützung des handlungsbezogenen Wissens steht nicht die Bevorzugung einer Wissensform im Mittelpunkt, sondern die Vermittlung einer elaborierten Überzeugung zum Wissen und Wissenserwerb, die den Erwerb theoretisch-systematisches Fachwissens und Erfahrungswissens, im Kontext von Industrie 4.0, kohärent aufeinander bezieht und schlüssig miteinander verbindet (vgl. z. B. Zinn 2015). Das eher in der Berufsschule theoretisch-systematische und das eher in der betrieblichen Praxis erfahrungsorientierte erworbene Wissen sowie die damit verbundenen Fähigkeiten und Fertigkeiten sollten dabei nicht nur miteinander verträglich sein, sondern sich vielmehr gegenseitig stützen. Das theoretisch-systematische Wissen und das Erfahrungswissen müssen insgesamt zueinander in einer logischen und sich ergänzenden Erklärungsbeziehung stehen.

3. Bedingungsvariablen einer Ausbildung 4.0

Auch wenn die vorstehende Skizzierung der technologischen, ökonomischen, arbeits- und berufssoziologischen Perspektiven zur Ausgangsthematik sowie die ausgewählten Aspekte des Lehrens und Lernens, im Kontext technisch geprägter Umgebungen, umfänglich dem domänenspezifischen Diskussionsstand nicht gerecht werden, so wird deutlich, dass die Perspektiven direkte oder indirekte Implikationen für die Ausgestaltung der zukünftigen Aus- und Weiterbildung bewirken. Implikationen sind sowohl im Hinblick auf den Zuschnitt von (neuen) Ausbildungsberufen, curricularen Veränderungen, erwarteten Kompetenzprofilen oder der veränderten Nutzung von modernen Lernumgebungen zu erwarten. Es ist offensichtlich, dass sich durch die innovativen Technologien als auch durch die sich

anknüpfende ökonomischen und soziologischen Diskussionen veränderte Qualifikationsbedarfe für Beschäftigte ergeben. Beispielsweise ist vor dem Hintergrund der cyberphysischen Systemen (CPS) davon auszugehen, dass informationstechnische Kenntnisse und Fähigkeiten, Steuerungs- und Problemlösekompetenzen, für die zukünftige Aus- und Weiterbildung, zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Hinsichtlich der ökonomischen Diskussion zur steigenden Relevanz des industriellen Dienstleistungssektors sind adaptive personale und soziale Kompetenzen (z. B. Perspektivenübernahme, Beratungsfähigkeit) möglicherweise verstärkend für eine moderne Aus- und Weiterbildung von Relevanz (Zinn et al., in dieser Ausgabe). Im Kontext der ökonomischen Diskussion zu veränderten Geschäftsmodellen, Geschäftsprozessen und Organisationsstrukturen kann davon ausgegangen werden, dass es partiell zu veränderten Zuschnitten in Aus- und Weiterbildungsberufen, im technischen und nicht-technischen Beschäftigungssektor, kommt. Zentrale Kernbereiche wie Produktion, Entwicklung, Logistik, Service und Controlling stehen zusammenfassend im Fokus von technologischen und ökonomischen Veränderungen, die wiederum Umgestaltungen in der Arbeits- und Berufswelt und damit auch in der Aus- und Weiterbildung bedingen.

Die arbeits- und berufssoziologische Perspektive geht von zum Teil stark veränderten Anforderungs- und Qualifikationsbedarfen aus und fordert im Kontext dessen angemessene Partizipationsmöglichkeiten für Beschäftigte. Aufgrund des Wandels in der Arbeits- und Berufswelt sind neue Aufgaben- und Tätigkeitsfelder sowie neue Interaktionsformen zu erwarten.

Die im Arbeitsmodell dargestellten vier Bedingungsvariablen einer Ausbildung 4.0 stehen selbst in einem mittelbaren und unmittelbaren Bedingungsgefüge (siehe Abbildung 1). Die Funktionalitäten der neuen Technologien beeinflussen, wie oben bereits dargestellt, die ökonomischen Entscheidungen und den arbeits- und berufssoziologischen Diskurs. Umgekehrt ist davon auszugehen, dass die ökonomischen Entscheidungen technologische Veränderungen induzieren. Die Perspektiven und ihre Unterpunkte im Arbeitsmodell sind als erweiterbar und nicht als abschließend zu betrachten.

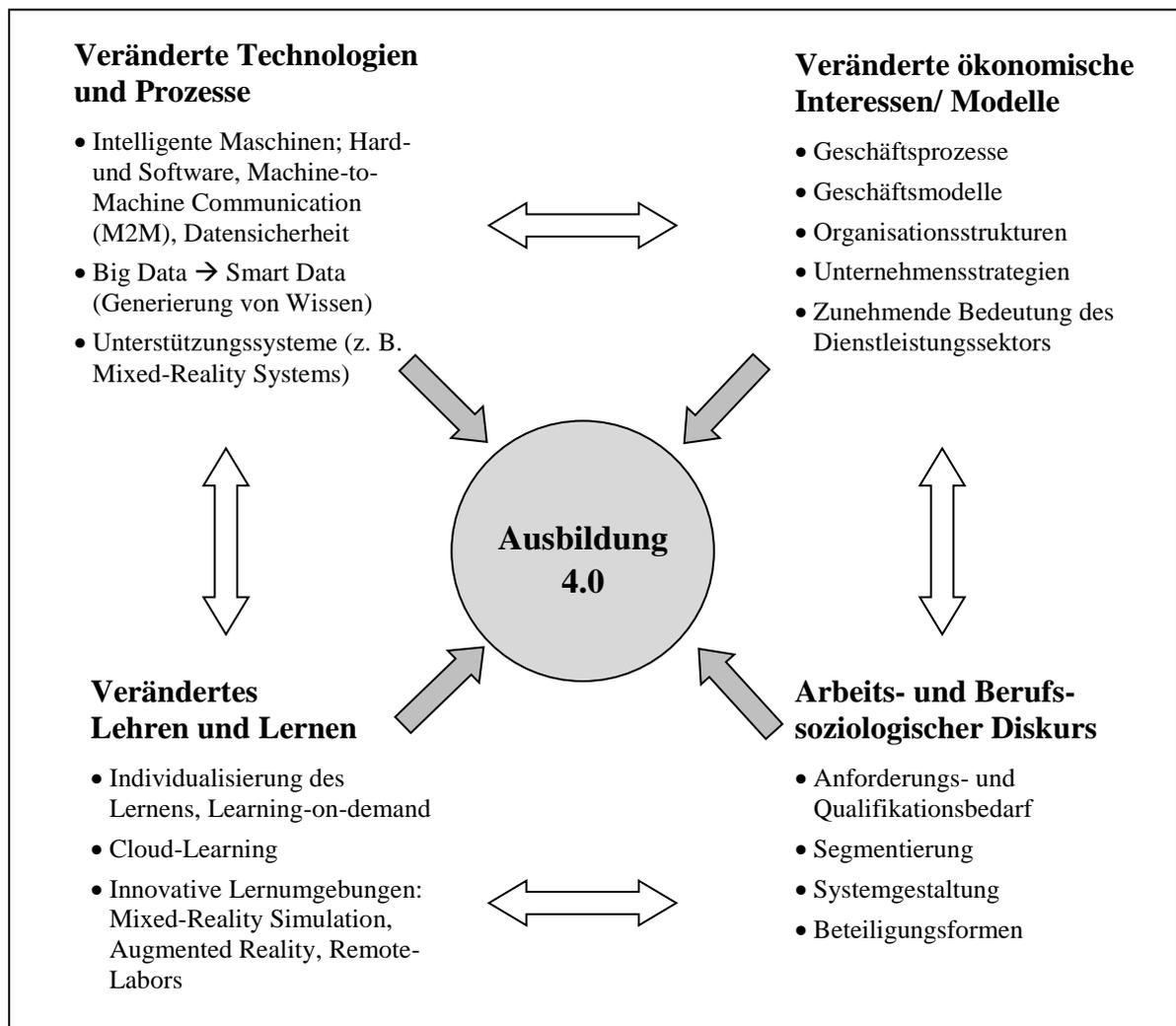


Abbildung 1: Modell der Bedingungsvariablen einer Ausbildung 4.0

Ausgehend von dieser Betrachtung steht die Thematik Industrie 4.0 und deren Implikationen für die Aus- und Weiterbildung im Fokus dieses Themenheftes. Die nachfolgenden fünf Beiträge im Themenheft spiegeln diese Thematik wieder, indem sie sich mit zum Teil sehr unterschiedlichen Facetten einer innovativen Aus- und Weiterbildung der Zukunft beschäftigen.

Alexandra Eder (diese Ausgabe) setzt sich mit der Akzeptanz von Bildungstechnologien in der gewerblich-technischen Berufsbildung vor dem Hintergrund der Nutzung digitaler Medien am schulischen Lernort auseinander. Im Beitrag von Jonas Gebhardt, Axel Grimm und Laura Maria Neugebauer (diese Ausgabe) erfolgt eine Vorausschau auf die Anforderungen der zukünftigen Arbeit 4.0 und die Wirkungen der Aus- und Weiterbildung von Facharbeitern. Ein Struktur- und Niveaumodell des Fachwissens bei Elektronikern für Automatisierungstechnik wird im empirischen Beitrag von Leo van Waveren und Reinhold Nickolaus (diese Ausgabe) vorgestellt. Qi Guo (diese Ausgabe) resümiert den Stand zu Mixed-Reality Systemen im Bezugsfeld einer webbasierten Lernstruktur, Mensch-Objekt-Interaktion,

Gamification und Immersion. Im fünften Beitrag beschäftigen sich Bernd Zinn, Emre Güzel, Felix Walker, Reinhold Nickolaus, Duygu Sari und Matthias Hedrich (diese Ausgabe) mit einem innovativen Lehr- und Lernkonzept (ServiceLernLab) für Servicetechniker im industriellen Dienstleistungsbereich des Maschinen- und Anlagenbaues und den Effekten der Erprobung des Konzeptes im Hinblick auf die Fachkompetenz (Fachwissen und Fehlerdiagnosekompetenz) sowie einem Vergleich von Selbst-, Fremdeinschätzungen und objektiven Fachkompetenzleistungen.

Die einzelnen Beiträge des Themenheftes spannen verschiedene Forschungsdesiderate auf und machen damit deutlich, dass es bislang nur ein eingeschränktes empirisches Beschreibungs- und Erklärungswissen im Bezugsfeld der Ausgangsthematik Industrie 4.0 und ihrer Implikationen auf eine Aus- und Weiterbildung der Zukunft vorliegt. Der Forschungsstand erscheint in hohem Maße ausbaufähig und legt ein bildungsspezifisches Forschungsprogramm im Bezugsfeld der Aus- und Weiterbildung der Zukunft (Ausbildung 4.0) nahe.

Literaturverzeichnis

Argote, L., Ingram, P., Levine, J. M. & Moreland, R.L. (2000). Knowledge Transfer in Organizations: Learning from the Expertise of Others. In: Organisational Behaviour and Human Decision Processes (82/1), S. 1-8.

Autorengruppe „Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“ acatech (Hrsg.) (2013). Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0.: Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Frankfurt am Main.

Baum, G. (2013). Innovationen als Basis der nächsten Industrierevolution. In: Sendler, U. (Hrsg.): Industrie 4.0 Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM. XII, Berlin Heidelberg: Springer. S. 37-54.

Borcherding, H. (2013). Der mittelständische Maschinenbau – flexibel und höchst innovativ auch in der Systementwicklung. In: Sendler, U. (Hrsg.): Industrie 4.0 Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM. XII, Berlin Heidelberg: Springer. S. 55-72.

Botthof, A. & Hartmann, E. A. (2015). Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Brödner, P. (2015). Industrie 4.0 und Qualifikation: Vorschau durch Rückschau. Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP) Nr. 6.

Broy, M. (Hrsg.) (2010). Cyber-physical systems. Innovation durch softwareintensive eingebettete Systeme, Berlin/Heidelberg: Springer.

Cikic, S., Jeschke, S., Ludwig, N., Sinha, U. & Thomsen, C. (2009). Victor-Spaces: Virtual and Remote Experiments in Cooperative Knowledge Spaces. In: Davoli, F., Meyer, N., Pugliese, R. & Zappatore, S. (Hrsg.): Grid Enabled Remote Instrumentation, S. 329-343.

- Eder, A. (2015). Akzeptanz von Bildungstechnologien in der gewerblich-technischen Berufsbildung vor dem Hintergrund von Industrie 4.0. *Journal of Technical Education (JOTED)* Jg. 3(2), S. 19-43.
- Frenz, M., Heinen, S. & Schlick, C. (2015). Industrie 4.0: Anforderungen an Fachkräfte in der Produktionstechnik. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP)* Nr. 6.
- Gebhardt, J., Grimm, A. & Neugebauer, L.M. (2015). Entwicklungen 4.0 –Ausblicke auf zukünftige Anforderungen an und Auswirkungen auf Arbeit und Ausbildung. *Journal of Technical Education (JOTED)* Jg. 3(2), S. 44-60.
- Guo, Q. (2015). Learning in Mixed Reality System in the Context of “Industrie 4.0”. *Journal of Technical Education (JOTED)* Jg. 3(2), S. 92-115.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2014). Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“. In: Hirsch-Kreinsen, H. & Weyer, J. (Hrsg.): *Soziologisches Arbeitspapier Nr. 38*. Dortmund (Technische Universität).
- Huber, A. S. (2013). Das Ziel Digital Enterprise: die professionelle digitale Abbildung von Produktentwicklung und Produktion. In: Sendler, U. (Hrsg.): *Industrie 4.0 Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM. XII*, Berlin Heidelberg: Springer. S. 111-124.
- Kaufmann, T. (2015). *Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge. Der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Katzky, U., Höntzsch, S., Bredl, K., Kappe, F. & Krause, D. (2013). Simulationen und simulierte Welten Lernen in immersiven Lernumgebungen. In: Ebner, M., Schön, S. & Frey, C. (Hrsg.): *L3T Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien Online*: <http://l3t.eu/homepage/das-buch/ebook-2013/kapitel/o/id/102/name/simulationen-und-simulierte-welten> (08.10.2015)
- Kerres, M. (2012). *Mediendidaktik. Konzeption und Entwicklung mediengestützter Lernangebote*. München: Oldenbourg.
- Köhler, T., Kahnwald, N. & Reitmaier, M. (2008). Lehren und Lernen mit Multimedia und Internet. In: Batinic, B. & Appel, M. (2008): *Medienpsychologie*. Heidelberg: Springer, S. 477-501.
- Krogh, G. von (1998). Care in Knowledge Creation. In: *California Management Review* (40/3), S. 133-153.
- Kuhlmann, M. (2015). Arbeit in der Industrie 4.0 – wachsender arbeitspolitischer Gestaltungsbedarf. *Soziologisches Forschungsinstitut Göttingen (SOFI) an der Georg-August-Universität*. (Hrsg.): *Mitteilungen aus dem SOFI*, Ausgabe 23, 9. Jahrgang, S. 1-5.
- Reinmann-Rothmeier, G. (2001). *Wissen managen: Das Münchner Modell*. (Forschungsbericht Nr. 131). München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie. Online unter: http://epub.ub.uni-muenchen.de/239/1/FB_131.pdf (Letzter Abruf: 07.10.2014).

-
- Ropohl, G. (2009). Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik, (3. überarb. Aufl.), Karlsruhe.
- Russwurm, S. (2013). Software: die Zukunft der Industrie. In: Sendler, U. (Hrsg.): Industrie 4.0 Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM. XII, Berlin Heidelberg: Springer. S. 21-36.
- Scholz-Reiter, B., Böse, F., Lampe, W. & Virnich, A. (2009). Auf dem Weg zur Selbststeuerung der Prozesse. Industrie Management, Jg. 25 (6), S. 21-26.
- Sendler, U. (2013). Industrie 4.0 - Beherrschung der industriellen Komplexität mit sysLM (Systems Lifecycle Management). In: Sendler, U. (Hrsg.): Industrie 4.0 Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM. XII, Berlin Heidelberg: Springer. S. 1-20.
- Stümpfle, M. & Kohler, H. (2013). Die Konnektivität als Kernmerkmal von Premium-Fahrzeugen. In: Sendler, U. (Hrsg.): Industrie 4.0 Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM. XII, Berlin Heidelberg: Springer. S. 125-144.
- Spath, D. (Hrsg.), Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T. Schlund, S. (2013). Studie Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Fraunhofer-Institut für Arbeitswissenschaft und Organisation IAO. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- Zinn, B. (2015). Erkenntnistheoretische Überzeugungen im Bezugsfeld von theoretisch-systematischem Wissen und Erfahrungswissen. In: Dietzen, A., Powell, J.J.W., Bahl, A. & Lassnigg, L. (Hrsg.): Bildungssoziologische Beiträge. Soziale Inwertsetzung von Wissen, Erfahrung und Kompetenz in der Berufsbildung. Weinheim: Beltz Juventa, S. 322-337.

Autor

Prof. Dr. Bernd Zinn

Universität Stuttgart, Institut für Erziehungswissenschaft, Lehrstuhl für Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik

Azenbergstraße 12, 70174 Stuttgart

zinn@ife.uni-stuttgart.de

Zitieren dieses Beitrages:

Zinn, Bernd (2015): Bedingungsvariablen der Ausbildung 4.0 – Ausbildung der Zukunft. Journal of Technical Education (JOTED), Jg. 3 (Heft 2), S. 10-18.