

## **Adaption eines bewegungswissenschaftlichen Trainingsansatzes zur Erhöhung der Einsatzflexibilität operativer Mitarbeiter**

Kirsten WEISNER<sup>1</sup>, Jochen DEUSE<sup>1</sup>, Thomas JAITNER<sup>2</sup>

*<sup>1</sup> Institut für Produktionssysteme, Technische Universität Dortmund  
Leonhard-Euler-Straße 5, D-44227 Dortmund*

*<sup>2</sup> Institut für Sport und Sportwissenschaft, Technische Universität Dortmund  
Otto-Hahn-Straße 3, D-44227 Dortmund*

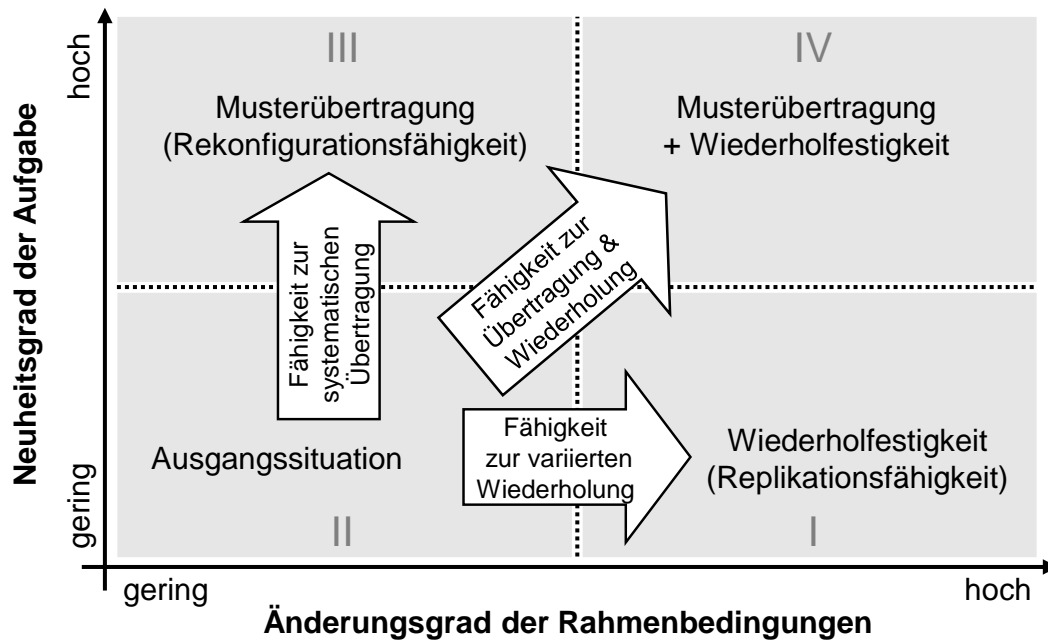
**Kurzfassung:** Aktuelle Produktionsbedingungen führen in Kombination mit der steigenden Digitalisierung der Arbeitswelt zu erhöhten Flexibilitätsanforderungen an die Mitarbeiter. So sind diese vermehrt mit variierenden Umgebungsparametern und permanenten Aufgabenwechseln konfrontiert. Um möglichen negativen Auswirkungen auf die Produktivität sowie gesundheitsschädlichen Folgen für die Mitarbeiter entgegenzuwirken, ist eine innovative Trainingsmethodik zu entwickeln, welche gezielt die Anpassungsfähigkeit und die Einsatzflexibilität unter diskontinuierlichen Arbeitsbedingungen fördert. Grundlage hierfür bildet ein Ansatz des motorischen Lernens aus den Bewegungswissenschaften.

**Schlüsselwörter:** Einsatzflexibilität, Motorisches Lernen, Mitarbeitertraining, Systemdynamischer Ansatz

### **1. Flexibilität in der industriellen Produktion**

Die zunehmende Dynamisierung und Digitalisierung der Arbeit in Kombination mit aktuellen Megatrends wie kurze Produktlebenszyklen, volatile Kundenbedarfe und eine steigende Produktvielfalt resultieren in Arbeitsprozessen mit einer hohen Komplexität und einer geringen Wiederholhäufigkeit (Kagermann et al. 2013, Spath et al. 2013). Zur Bewältigung der genannten Herausforderungen sind sowohl eine hohe Flexibilität der Produktionsprozesse als auch insbesondere die menschlichen Fähigkeiten der Problemlösung, der Kognition sowie die Erfahrung des Mitarbeiters unumgänglich (Zäh et al. 2007). Dabei wird die Einsatzflexibilität der Mitarbeiter als ein zentraler Aspekt für die Gestaltung der Produktionsarbeit der Zukunft angesehen. Dies belegt eine Studie des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), an der insgesamt 661 Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen beteiligt waren.

In Anlehnung an die Definitionen von Garavelli (2003) sowie Sethi und Sethi (1990) ist Flexibilität die Fähigkeit eines Systems bzw. eines Menschen, sich an dynamisch wechselnde Umgebungsverhältnisse und den damit einhergehenden geänderten Anforderungen und Bedingungen best- und schnellstmöglich anzupassen, um auf diese adäquat reagieren zu können. Dabei sind nach Schlüter und Stodko (2013) die Replikation (Wiederholfestigkeit) sowie die Rekonfiguration (Musterübertragung) wesentliche Fähigkeiten des Menschen, um trotz stets variierender Umgebungsparameter die jeweiligen Arbeitsaufgaben bei gleichbleibender Leistung auszuführen (Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Fähigkeiten zur Bewältigung variierender Parameter einer Arbeitstätigkeit (Schlüter & Stodko 2013)

Eine Einordnung der aktuellen Produktionsbedingungen kann aufgrund des steigenden technischen Anteils der Produktionsprozesse (hoher Neuigkeitsgrad) und der zunehmenden Produkt- bzw. Prozessdiversifikation (hoher Änderungsgrad) in den vierten Quadranten erfolgen (Weisner et al 2015). In Kombination mit arbeitsorganisatorischen Maßnahmen (z.B. Job Rotation) führen genannte Entwicklungen zu steigenden Anforderungen an die motorischen und kognitiven Fähigkeiten der Mitarbeiter. So wird von diesen eine gesteigerte Fähigkeit zur systematischen Übertragung des einmal Gelernten auf neue Aufgaben sowie die zuverlässige Wiederholung manueller Prozesse bei geänderten Umgebungsparametern gefordert (Schlüter & Stodko 2013). Ein mögliches Resultat dessen ist eine erhöhte physische (z.B. durch eine fehlerhafte Arbeitsausführung) und/oder eine zunehmende psychische (z.B. Stress durch Überforderung) Belastung bzw. Beanspruchung des einzelnen Mitarbeiters. Es gilt daher eine geeignete (Trainings-)Methodik zu entwickeln, welche gezielt die Anpassungsfähigkeit und Einsatzflexibilität operativer Mitarbeiter fördert, sodass diese ihre motorischen und kognitiven Fähigkeiten zielgerichtet einsetzen können und gleichzeitig eine Überlastung der Mitarbeiter vermieden werden kann. Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang die zunehmende inter- und intraindividuelle Streuung sensorischer, motorischer und kognitiver Mitarbeiterfähigkeiten aufgrund der aktuellen demografischen Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland (BMI 2011; Kisterl et al. 2006).

## 2. Training operativer Mitarbeiter in der industriellen Produktion

Entgegen der aufgezeigten Problemstellung ist die Erhöhung der Einsatzflexibilität und Anpassungsfähigkeit nur selten Fokus bestehender Trainingsansätze in der industriellen Produktion. So stellen u.a. Schlüter und Stodko (2013) heraus, dass bestehende Konzepte (z.B. berufliche Weiterbildung, Methoden und Werkzeuge schlanker Produktionssysteme) vornehmlich dem Erlernen neuer Fertigkeiten der

Mitarbeiter dienen. Vor dem Hintergrund der aufgezeigten Variabilität und Komplexität ist jedoch das Vorhandensein von Methoden-, System- und Problemlösungskompetenz ein zwingendes Erfolgskriterium für eine zukunftsfähige Produktion. Während die Methodenkompetenz die Fähigkeit zur Auswahl, Anwendung und Weiterentwicklung der vielfältigen Methoden der Arbeitssystemanalyse und -gestaltung beinhaltet, beschreibt die Systemkompetenz das systemische und somit ganzheitliche Verständnis für die Produktionsweise industrieller Güter in Wertschöpfungsketten. Die Problemlösungskompetenz beinhaltet hingegen das kontinuierliche Identifizieren von Problemen, die zugehörige Problemanalyse sowie das damit verbundene strukturierte Lösen einzelner Probleme durch wissenschaftliches Experimentieren (Steffen und Deuse 2014).

Für die Entwicklung von Kompetenzen haben sich sowohl in der universitären Aus- und Weiterbildung als auch für den Wissensaufbau und die Qualifizierung industrieller Mitarbeiter sog. Lernfabriken etabliert (Abele & Cachay 2012; Tietze et al. 2013). Ziel jener partizipativen Lehr-Lernumgebungen ist die Initiierung produktionsbezogener, selbstgesteuerter Lernprozesse, sodass durch eigenes Erleben und Handeln Kompetenzen nachhaltig entwickelt werden können (Weidig & Aurich 2014). Dabei bedingt die konkrete Abbildung der Produktionsprozesse einen hohen Immersionsgrad der Lernenden, wodurch der Transfer in den beruflichen Alltag erleichtert wird (Steffen et al. 2013). Die Verknüpfung der Theorievermittlung mit dem Aufbau von Erfahrungswissen in heterogenen Gruppen ermöglicht die Entwicklung von Kompetenzen des kreativen, selbstorganisierten Handelns, sodass die Trainingsinhalte schnell und einfach in die berufliche Praxis transferiert werden können (Schmidt et al. 2015; Tisch et al. 2014). Die Mehrzahl der Betreiber der Lernfabriken fokussiert die Schwerpunktthemen Lean Management sowie Energie- und Ressourceneffizienz. Die einzelnen Lehr- und Lerninhalte beziehen sich dabei i.d.R. auf die Fertigung, Montage, Qualitätssicherung und innerbetriebliche Logistik (Micheu & Kleindienst 2014).

Trotz der vielfältigen Vorteile und Potentiale von Lernfabriken ist zu konstatieren, dass diese weniger den flexiblen Einsatz von Mitarbeitern als vielmehr die Optimierung von Arbeitssystemen unter Einbezug des Wissens und der Fertigkeiten operativer Mitarbeiter fokussieren. Ein gezieltes, systematisches und vom Arbeitsprozess ausgehendes Training der Flexibilität und Anpassungsfähigkeit erfolgt jedoch nicht. Aus diesem Grund entwickelten Schlüter und Stodko ein sog. Wandlungsfähigkeitstraining für Mitarbeiter in der manuellen Montage basierend auf Trainingsmethoden aus dem Geräteturnen. Der Erfolg einzelner Trainingsbausteine wurde im Rahmen einer Montagesimulation (LEGO-Modell) exemplarisch nachgewiesen. Eine statistische Absicherung der Ergebnisse und eine Validierung am realen Produkt bzw. Prozess erfolgten jedoch nicht.

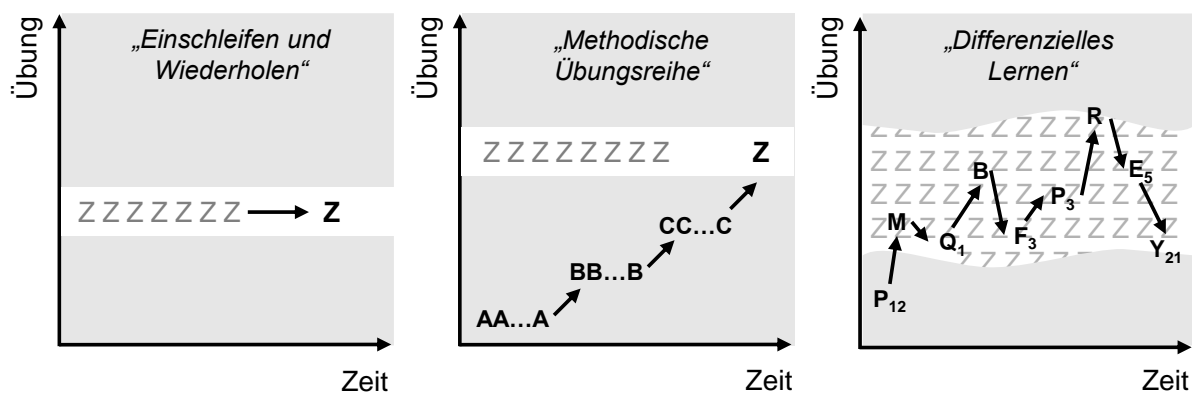
Aufgrund der aufgezeigten Charakteristika bestehender Trainingsansätze bzw. existierender Lehr- und Lernkonzepte in der Industrie, ist die Entwicklung einer neuen Trainingsmethodik erforderlich. Mittels dieser sind Mitarbeiter systematisch zur Ausführung differenzierter, stets variierender Arbeitsaufgaben bei gleichbleibender Leistung zu befähigen. Im Folgenden wird daher ein ausgewählter Ansatz des motorischen Lernens aus den Bewegungswissenschaften dargestellt, der durch eine entsprechende Adaption auf den vorliegenden Anwendungsfall für das Training der Einsatzflexibilität operativer Mitarbeiter hinreichend geeignet erscheint.

### 3. Trainingsansätze in den Bewegungswissenschaften

Die Bewegungswissenschaft stellt eine wichtige Teildisziplin der Sportwissenschaft dar. Nach Roth und Willimczik (1999) beschäftigt sich diese „(...) einerseits mit den beobachtbaren Produkten (...) sowie andererseits mit dem Gesamtsystem jener körperinternen Prozesse (Motorik, Emotionen, Motive, Sensorik, Kognitionen), die den Vollzügen zugrunde liegen“. In der fachwissenschaftlichen Literatur existieren verschiedene Modelle bzw. Ansätze der Bewegungswissenschaften, welche übergeordnet in vier Kategorien eingeordnet werden können. Dazu gehören neben der biomechanischen und der fähigkeitsorientierten auch die funktionale sowie die ganzheitliche Betrachtungsweise (Roth und Willimczik 1999). Für den beschriebenen Anwendungskontext sind die ganzheitliche Betrachtungsweise und der zugehörige systemdynamische Ansatz von besonderer Relevanz.

Während traditionelle Trainingsansätze in den Bewegungswissenschaften (z.B. Einschleifen und Wiederholen, Methodische Übungsreihe) i.d.R. auf das Erlernen einer personenunabhängigen Idealbewegung ausgerichtet sind, fokussiert der systemdynamische Ansatz die Adaptivität eines Systems an variierende Rahmenbedingungen (Schöllhorn et al 2009; Weisner et al. 2015). Grundlage für die Ausprägung des systemdynamischen Ansatzes sind zwei zentrale Aspekte der Bewegung; hierzu zählen die Individualität der Bewegungsausführung und die Nicht-Existenz identischer Wiederholungen. So ist davon auszugehen, dass aufgrund individueller Voraussetzungen jede Person ein spezifisches Bewegungsoptimum aufweist und die Definition einer übergreifenden Idealbewegung wenig sinnvoll ist. Ferner führen intraindividuelle Schwankungen sowie permanente Veränderungen der Umgebungsbedingungen zu stetigen (minimalen) Änderungen der Bewegungsausführungen (Schöllhorn 2004).

Ein Beispiel für die Übertragung des systemdynamischen Ansatzes auf das Bewegungslernen ist das differenzielle Lernen. Der zentrale Unterschied zu den klassischen Lernansätzen ist der Umgang mit Abweichungen vom definierten Bewegungsoptimum bzw. vorgegebenen Prozess. Im Gegensatz zu klassischen Lernansätzen, bei denen durch hohe Wiederholzahlen und umfassende Korrekturanweisungen Abweichungen (Schwankungen) von der Idealbewegung eliminiert werden sollen, sind beim differenziellen Lernen Schwankungen ein zentraler Bestandteil des Trainingsansatzes (Römer et al. 2009) (Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Lernen durch Wiederholung (links, mittig) und Lösungsraum des differenziellen Lernens (rechts) (Schöllhorn et al. 2009)

Beim sog. „Lernen durch Wiederholung“ wird eine vorgegebene optimale Bewegungsausführung so lange erneut durchgeführt bis diese der Idealbewegung entspricht; dies kann alternativ mittels der Durchführung einer vorgegebenen Abfolge von Übungen mit steigendem Schwierigkeitsgrad erfolgen. Die wesentliche Zielstellung dessen ist die Reduzierung bzw. Elimination jeglicher Variabilität der Bewegungsausführung. Im Rahmen des differenziellen Lernens wird Variabilität hingegen im Sinne von Fluktuationen bzw. Intermittenzen als Voraussetzung für adaptive und lernfähige Systeme verstanden. Statt der Vorgabe einer Idealbewegung soll dem Ausführenden vielmehr ein größtmöglicher Lösungsraum aufgezeigt werden, innerhalb dessen er die jeweils individuell optimale Bewegungsausführung situationspezifisch auswählen kann. Durch die ständige Konfrontation mit unterschiedlichen Aufgaben (Differenzen) gilt es, die dynamischen Fähigkeiten des Menschen zu stärken, sodass dieser dazu befähigt wird, auf neue Aufgaben und geänderte Rahmenbedingungen im Bereich des aufgezeigten Lösungsraums schnell und adäquat zu reagieren. Dabei wird der Lösungsraum einer Bewegung nicht mehr als möglichst eng, sondern vielmehr als weiter Raum, innerhalb dessen sich die jeweilige optimale Lösung befindet, interpretiert (Weisner et al. 2015). Übertragen auf den vorliegenden Anwendungsfall bedeutet dies, dass der Mitarbeiter auf die Durchführung wechselnder Tätigkeiten vorzubereiten ist, die er innerhalb seines individuellen Optimums ausführt. Mögliche zu variierende Parameter sind dabei u.a. die Art der Bewegungsausführung (Anfangs- und Endbedingung, Umfang), verwendete Materialien und Geräte sowie die Umgebungsgestaltung, wobei auch die Variationen über die Zeit zu variieren sind (Schöllhorn 1999).

#### **4. Diskussion und Ausblick**

Der flexible Einsatz von operativen Mitarbeitern ist für produzierende Unternehmen zur Wahrung ihrer Wettbewerbs- und Reaktionsfähigkeit unumgänglich. Aus diesem Grund ist die Entwicklung und Implementierung nachhaltiger und technologisch unterstützter Maßnahmen und Konzepte zum Erhalt der Anpassungsfähigkeit und der Gesundheit der Mitarbeiter erforderlich. Eine Möglichkeit hierfür bietet die Entwicklung einer Trainingsmethodik zur Erhöhung der Einsatzflexibilität operativer Mitarbeiter. Grundlage hierfür bildet der systemdynamische Ansatz aus den Bewegungswissenschaften, der eine ständige Konfrontation mit differenzierten Aufgaben und Umgebungsparametern beinhaltet und es dem Mitarbeiter erlaubt, aus einem erlernten Spektrum (Lösungsraum) das situationsspezifische, individuelle Optimum auszuwählen; dabei ist es vorteilhaft, den Lösungsraum möglichst weit zu definieren. Im Fokus der weiteren Arbeiten stehen die Untersuchung der motorischen Leistungsfähigkeit des Menschen, die Identifikation prozessualer bzw. qualitativer Charakteristika der Bewegungsrealisation sowie deren Adaption an situative und variable Rahmenbedingungen infolge eines systematischen Trainings. Dabei gilt es, vielmehr die Einsatzflexibilität und Anpassungsfähigkeit der Mitarbeiter statt eine Optimierung einzelner physischer Fertigkeiten zu fördern, sodass schlussendlich eine Erhöhung der Produktivität trotz zunehmender Dynamik und Komplexität der Produktionsprozesse gewährleistet werden kann.

## 5. Literatur

- Abele E., Cachay J. (2012) Kompetenzentwicklung durch Lernfabriken – Lehrplan für Shopfloor Mitarbeiter bei proaktiven Verbesserungsprozessen. *wt werkstatttechnik online* 102 (3):88-93.
- Birklbauer J. (2006) Modelle der Motorik - Eine vergleichende Analyse moderner Kontroll-, Steuerungs- und Lernkonzepte. Schriftenreihe Spektrum Bewegungswissenschaft, Bd. 5. Aachen: Meyer & Meyer.
- BMI (2011) Demografiebericht - Bericht der Bundesregierung zur demografischen Lage und künftigen Entwicklung des Landes. Niestal: Bundesministerium des Innern (Hrsg.).
- Garavelli C.A. (2003) Flexibility configurations for the supply chain evaluation. *Essays of an Information Scientist. Journal of Production Economics* 85 (2): 141-153.
- Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. (2013) Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 – Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Berlin: Forschungsunion im Stifterverband für die deutsche Wissenschaft.
- Kisterl E., Ebert A., Guggemos P., Lehner M., Buck H., Schletz A. (2006) Altersgerechte Arbeitsbedingungen. Dortmund Berlin Dresden: Machbarkeitsstudie (Sachverständigengutachten) für die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- Micheu H.-J., Kleindienst M. (2014) Lernfabrik zur praxisorientierten Wissensvermittlung – Moderne Ausbildung im Bereich Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 109 (6):403-407.
- Römer J., Schöllhorn W., Jaitner T., Preiss R. (2009) Differenzielles Lernen im Volleyball – Ein Unterrichtsvorhaben zur Verbesserung der Annahme. *Sportunterricht* 28 (2): 41-45.
- Roth K., Willimczik K. (1999) Bewegungswissenschaft. Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verlag.
- Schlüter M, Stodko I (2013) Wandlungsfähigkeitstraining für Mitarbeiter in der manuellen Montage basierend auf Trainingsmethoden aus dem Geräteturnen. Universität Ilmenau 2013, Dissertation.
- Schmidt M., Görke M., Pischke D. (2015) Ganzheitliches Lean Thinking in Lernfabriken - Ein didaktisches Konzept zur Vermittlung von Lean Kompetenzen. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 110 (6):383-387.
- Schöllhorn W. (1999) Individualität – ein vernachlässigter Parameter. *Leistungssport* 29 (2):5-12
- Schöllhorn W. (2004) Differenzielles Lehren und Lernen von Bewegung – Durch veränderte Annahmen zu neuen Konsequenzen. In: Gabler, H.; Göhner, U.; Schiebl, F. (Hrsg.): *Zur Vernetzung von Forschung und Lehre in Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaften*. Hamburg: Czwalina-Verlag, 125-13
- Schöllhorn W.I., Beckmann H., Janssen D., Michelbrink M. (2009) Differenzielles Lehren und Lernen im Sport – Ein alternativer Ansatz für einen effektiven Sportunterricht. *Sportunterricht* 58 (2): 36-40.
- Sethi A., Sethi S. (1990) Flexibility in manufacturing – A survey. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems* 2: 289-328.
- Spath D. (Hrsg.), Ganschar O., Gerlach S., Hämmerle M., Krause T., Schlund S. (2013) *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- Steffen M., Deuse J. (2014) 5 Thesen zur organisationalen Kompetenz für Produktionssystemverbesserungen - Ergebnisse einer qualitativen, empirischen Studie. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 109 (10): 708-712.
- Steffen M., Frye S., Deuse, J. (2013) Vielfalt Lernfabrik – Morphologie zur Betreibern, Zielgruppen und Ausstattung im Industrial Engineering. *wt Werkstatttechnik online* 103 (3): 233 239.
- Tietze F., Czumanski T., Braasch M., Lödding H. (2013). Problembasiertes Lernen in Lernfabriken - Ingenieursausbildung und Weiterbildung im Bereich der schlanken Produktion. *wt Werkstatttechnik online* 103 (3):246 251.
- Tisch M., Hertle C., Metternich J., Abele E. (2014) Lernerfolgsmessung in Lernfabriken – Kompetenzorientierte Weiterentwicklung praxisnaher Schulungen. *Industrie Management* 30 (3):20-24.
- Weidig C., Aurich J.C. (2014) Virtuelle Lernfabrik Kaiserslautern - Eine Lernfabrik für die VR-gestützte Fabrikplanung. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 109 (10):747 751.
- Weisner K., Deuse J., Jaitner T (2015) Erhöhung der Einsatzflexibilität operativer Mitarbeiter – Adaption eines Trainingsansatzes aus den Sport- und Bewegungswissenschaften zur Entwicklung eines individuellen Mitarbeitertrainings. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 110 (9):537-541.
- Zäh M.F., Wiesbeck M., Engstler F., Friesdorf F., Schubö A., Stork S., Bannat A., Wallhoff F. (2007) Kognitive Assistenzsysteme in der manuelle Montage. *wt Werkstatttechnik online* 97 (9):644-650.