

## **Digitale Methoden in der akademischen und beruflichen Aus- und Weiterbildung im Industrial Engineering**

Thilo GAMBER<sup>1</sup>, Jochen KNECHT<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Duale Hochschule Baden-Württemberg  
Coblitzallee 1-9, D-68163 Mannheim*

<sup>2</sup> *kreatiVRaum GmbH  
Kelterstraße 30, D-76227 Karlsruhe*

**Kurzfassung:** Im Beitrag wird das bisherige Ergebnis des Projektes vorgestellt, das sich mit dem Themenfeld des virtuellen Lernens im (Industrial) Engineering beschäftigt. Das Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung von Lernszenarien, welche eine bessere Vermittlung der Theorie und Praxis im Zusammenspiel durch die Verwendung von Virtual Reality gewährleisten sollen. Dabei werden die neu zu erlernenden Methoden direkt im praktischen Kontext angewendet. Oft ist spezifisch für den Lehranlass kein „reales“ Arbeitssystem (z.B. in der Hochschule) vorhanden. Aus diesem Grund soll die Technologie der Virtual Reality genutzt werden, um diese „Lücke“ zu schließen. Der Nutzen daraus ist ein leichter Wissens- und Methodentransfer in die betriebliche Praxis. Es werden erste Ergebnisse aus diesem Projekt vorgestellt.

**Schlüsselwörter:** Lernen, Industrial Engineering, Virtual Reality, Arbeitswissenschaft, Cloud-Computing

### **1. Lücke zwischen Theorie und Praxis schließen, aber wie?**

Beim Industrial Engineering handelt es sich um ein Fach, das sehr stark durch die praktische Anwendung geprägt ist. Daher spielt das Lernen am und im Arbeitssystem eine bedeutende Rolle. Im Folgenden wird das bisherige Ergebnis des laufenden Projektes „Close the Gap“ vorgestellt, das sich mit dem Thema des virtuellen Lernens beschäftigt. Beim Projekt handelt es sich um ein kooperatives Projekt in der Zusammenarbeit zwischen der Dualen Hochschule Baden-Württemberg, Mannheim mit dem Unternehmen kreatiVRaum GmbH, Karlsruhe.

Das Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung von Lernszenarien, welche die Lücke zwischen der Theorie und Praxis durch die Verwendung von Virtual Reality (VR) weiter schließen sollen. Im Projekt soll erreicht werden, dass neu erlernte Methoden des (Industrial) Engineering (z.B. Wertstromanalyse und -Design, Gestaltung von Montagearbeitsplätzen usw.) direkt im praktischen Kontext angewendet werden können.

Oft ist spezifisch für den Lehranlass kein „reales“ Arbeitssystem (z.B. in der Hochschule, aus Kostengründen) vorhanden. Aus diesem Grund soll die Technologie der Virtual Reality genutzt werden, um diese „Lücke“ zu schließen. Der Nutzen für die Lernenden ist ein leichter Wissens- und Methodentransfer in die betriebliche Praxis.

## 2. Zustand der Lehre ohne Virtual Reality Unterstützung

Beim Industrial Engineering handelt es sich um ein Fach, welches stark durch die praktische Anwendung geprägt ist. Dabei geht es sowohl um die wirtschaftliche als auch die menschengerechte Gestaltung der Arbeitssysteme. Daher spielt das Lernen am und im Arbeitssystem (z.B. REFA 1993) eine bedeutende Rolle. Einen Idealzustand der Wissensvermittlung im Industrial Engineering (Abb. 1) könnte wie folgt aussehen: Sie befinden sich in der Vorlesung „Industrial Engineering“ und besprechen eine Methode (z.B. Value Stream Mapping, Wertstromanalyse und -Design; vgl. Erlach 2010). Diese wird nach der theoretischen Einführung (Theorie) durch eine Übungsaufgabe (Übung) gefestigt. Danach gehen Sie mit Ihren Studierenden in ein reales Arbeitssystem und wenden dort das erlernte an (Praxis). Es entsteht weniger „Bruch“ zwischen Theorie, Übung und Praxis. Das Erlernete kann von den Studierenden direkt angewendet und damit praktisch erprobt und didaktisch gefestigt werden.



**Abbildung 1:** Idealzustand der Wissensvermittlung im Industrial Engineering (Abb. i.A.a. Erlach 2010; Foto: Th. Gamber)

Oftmals ist der in Abbildung 1 beschriebene Ablauf der Wissensvermittlung an vielen Hochschulen nicht ohne Weiteres (bzw. nicht) möglich. Die Gründe dafür sind vielfältig:

- (Kostenintensives) Produktionsequipment existiert an der Hochschule nicht.
- Produktionsequipment wird ausschließlich zur Wissensvermittlung der Fertigungstechnik verwendet. Die Behandlung von betriebsorganisatorischen und arbeitswissenschaftlichen Lehrinhalten sind nicht vorgesehen.
- Der Maschinenbetrieb müsste während der organisatorischen Analysen gewährleistet sein. Damit wären Maschinenbediener und Material usw. notwendig. Dieser Weg ist sehr investitions- und kostenintensiv
- usw.

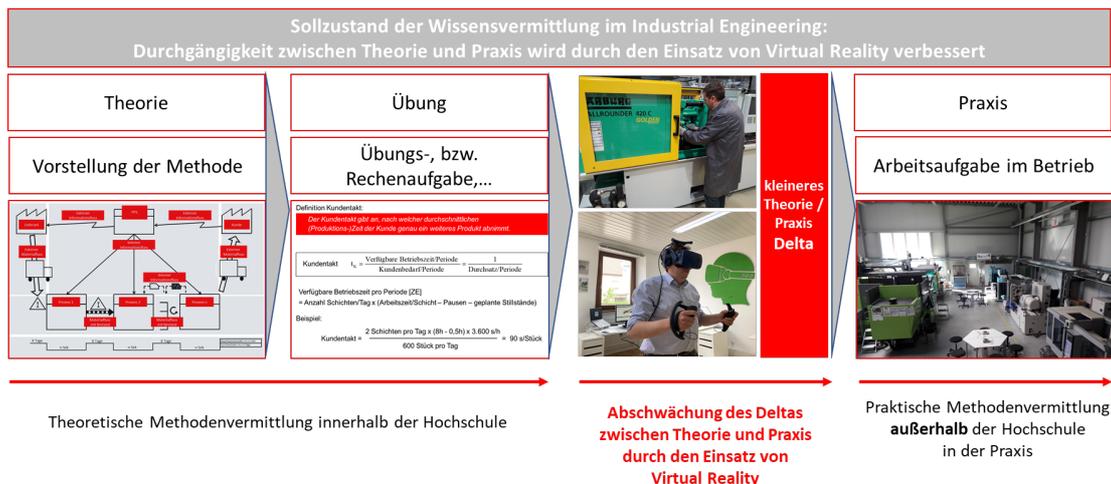
Im Folgenden wird der Istzustand der Wissensvermittlung im Industrial Engineering beschreiben (Abb. 2): Methoden des Industrial Engineering werden in der Theorie fundiert beschrieben und erklärt, sowie mittels geeigneter Übungen vertieft. Zur praktischen Anwendung kommt es aber (zumindest im Lehrbetrieb Hochschule) oft nicht bzw. nicht in der Tiefe wie es sein könnte. Das praktische Erleben und die Anwendung der Methode bleibt einer realen Arbeitsaufgabe und damit „der Praxis“ zu einem späteren Zeitpunkt vorbehalten. Der „Teufel“ steckt bekanntlich im Detail und damit auch oft in der (praktischen) Anwendung. Hier sehen wir immer wieder eine didaktische Lücke, die in dem Projekt mit digitalen Methoden geschlossen werden sollten.



**Abbildung 2:** Idealzustand der Wissensvermittlung im Industrial Engineering (Abb. i.A.a. Erlach 2010; Foto: Th. Gamber)

### 3. Angestrebter Zustand der Lehre mit Virtual Reality Unterstützung

Im Folgenden wird der angestrebte Sollzustand der Wissensvermittlung im Industrial Engineering (Abb. 3) der gleichzeitig die Zielsetzung des Projektes ist, dargestellt.



**Abbildung 3:** Idealzustand der Wissensvermittlung im Industrial Engineering (Soll- und Zielzustand der Wissensvermittlung in der Produktion (Abb. i.A.a. Erlach 2010; Foto: Goppold; li.o.; Knecht li.u.; Gamber, re.)

Den Idealzustand (Abb. 1) herzustellen ist aus Kostengründen bei den meisten Hochschulen nicht zu bewerkstelligen. Daher strebt dieses Projekt eine Lösung an, die folgenden Vorteile miteinander verbindet:

- Verkleinerung des Deltas zwischen Theorie und Praxis durch den Einsatz der Virtual Reality Technologie (Wissenstransfer zwischen Theorie und Praxis).
- Direkte und praxisnahe Erprobung von neu erlernten Methoden. Festigen des Lernstoffes durch die direkt anschließende praktische Anwendung in der virtuellen Realität.
- Erkennen von Problemen bei der Anwendung der Methode in der Praxis.
- Schnellere Einsatzbereitschaft der erlernten Methoden im späteren realen Praxisfall.

Das übergeordnete Ziel stellt somit die Vollständigkeit der Lernaufgabe dar. Dabei ist das Ziel den Taxonomiestufen nach Bloom 1972 zu folgen (1. Wissen→2. Verständnis→ 3. Anwendung→ 4. Analyse → 5. Synthese → 6. Beurteilung).

Die Idee ist die Lücke zwischen Theorie und Praxis zu schließen, indem man möglichst keine Lücke aufkommen lässt. In der folgenden Tabelle (Tab. 1) wird in Stichworten dargestellt, wie dies geschehen soll. Wesentliches Element ist der Austausch, die Kollaboration und die Diskussion der Studierenden untereinander über die betrachteten Sachverhalte.

**Tabelle 1:** Lernmodule des Projektes

VR-Nr.	Thema	„Close the GAP“ durch VR
1	Ingenieurwissenschaftliche <b>Grundlagen</b>	Technische Mechanik, Festigkeitslehre, Statik, Biege- und Kräfteverteilung
2	Beurteilung des <b>Arbeitssystems</b> (REFA 1993) und der <b>Arbeitsumgebungseinflüsse</b> (Schlick et al. 2010)	<b>Lärm</b> (Headset VR), <b>Licht</b> (Schattenbildung, Reflexionen), <b>Haptik</b> (Vibrationsfeedback durch Controller)
3	<b>Anthropometrie</b> (Schlick et al. 2010)	anthropometrische Analyse
4	<b>5S / 5A</b> - Methode (Teeuwen & Schaller, 2017).	Methode an einem virtuellen Arbeitsplatz durchführen
5	<b>Wertstromanalyse</b> und -design (Erlach, 2010)	Beobachtung eines VR-simulierten und visualisierten Fabrikablaufs, Durchführung der Prozessaufnahme am Arbeitssystem
6	<b>Zeitaufnahme</b> und <b>Leistungsgrad</b> beurteilung nach REFA (REFA 1993)	Arbeitsprozesse können in der Virtualität beobachtet werden, es werden Übungen zur Zeitaufnahme durchgeführt
7	<b>Multimomentaufnahme</b> (REFA 1993)	Arbeitsprozesse können in der Virtualität beobachtet werden, es werden Übungen zur Multimomentaufnahme durchgeführt
8	<b>Bildschirm- und Büroarbeitsplätze</b> beurteilen und richtig einrichten	Beurteilung und Einrichtung verschiedener VR-Arbeitsplätze
9	<b>Montagearbeitsplätze</b> beurteilen und richtig einrichten	Beurteilung und Einrichtung verschiedener VR-Arbeitsplätze

#### 4. Aktueller Stand es Projektes, bisherige Ergebnisse

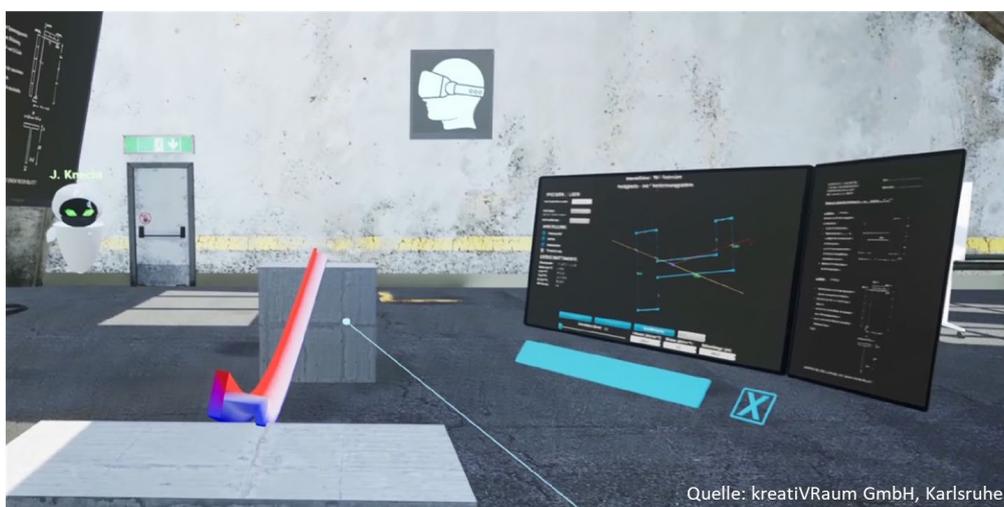
Im Folgenden wird zur Illustration auf die Lernmodule:

- „Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen (1)“
- „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze beurteilen und richtig einrichten (7)“, eingegangen.

Zunächst wird den Studierenden die Grundlage des Themas vermittelt. Im Multi-Player-Modus können die Studierenden, gemeinsam mit der Lehrkraft, die virtuelle Umgebung simultan und kollaborativ nutzen. Der Lehrende und die Studierenden werden als personalisierte Avatare dargestellt - sie können sich gegenseitig sehen, miteinander kommunizieren und sich frei im Raum bewegen. Die Theorie kann zunächst wie in einem klassischen Vorlesungsraum an einer virtuellen Tafel bzw. Projektionsfläche erklärt werden. Hierbei ist die Besonderheit, dass auch dieser „Vorlesungsraum“ direkt mit einem möglichen späteren Anwendungsbezug gestaltet werden kann. In der

folgenden Abbildung (Abb. 4) haben wir hier eine Maschinenhalle gewählt, in der eine entsprechende Arbeit auch ausgeführt werden würde. Anschließend werden Aufgaben rechnerisch gemeinsam mit der Lehrkraft im virtuellen Raum besprochen und gerechnet. Im Anschluss wird eine praktische Aufgabe durchgeführt und einzelne Parameter der Aufgabenstellung verändert und die Aufgabe erneut durchgeführt.

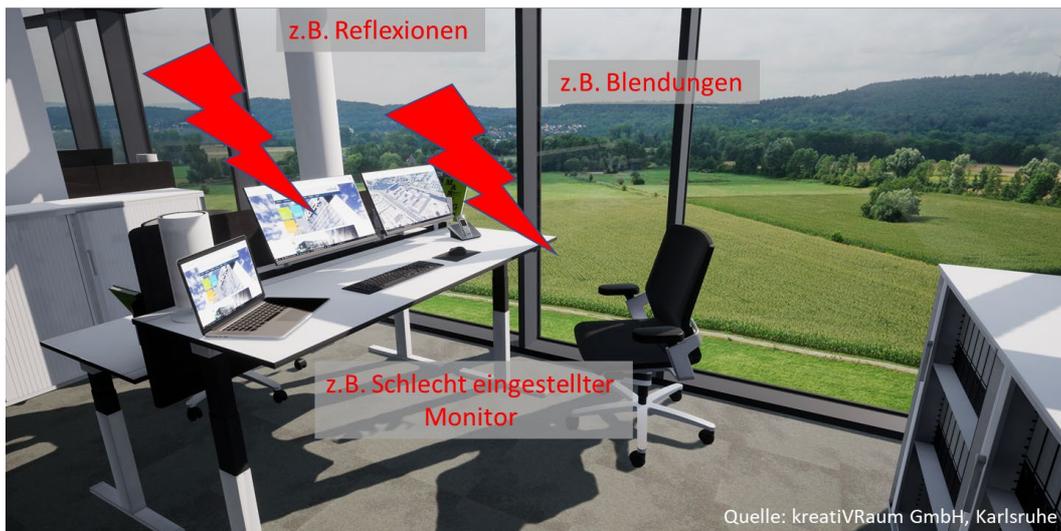
In der Abb.4 handelt es sich um ein Beispiel aus den ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen, hier im Themenfeld Technische Mechanik, Festigkeitslehre. Dargestellt ist ein Einfeldträger (durchgebogenes Stahl-Profil), welcher auf zwei Auflagern aufliegt. Alle relevanten Parameter der Aufgabenstellung können live und individuell durch die Lehrkraft, oder die Studierenden verändert werden. Beispiel: Querschnittsprofil, Elastizitätsmodul, Material (Stahl, Holz, Beton...), Auflagerabstand. Die Studierenden haben ein kurzfristiges, an die Praxis angelehntes visuelles Feedback und können die Auswirkungen der Veränderungen untereinander oder mit der Lehrperson direkt besprechen.



**Abbildung 4:** Illustration ingenieurwissenschaftlicher Grundlagen „Festigkeitslehre“ in der virtuellen Realität

Um die Breite der Einsatzmöglichkeiten hier darzustellen beschreiben wir im Folgenden ein weiteres Beispiel aus dem Bereich der Arbeitswissenschaft. Dabei erklären wir den Studierenden im Vorfeld auf was beim Einrichten von Büroarbeitsplätzen zu achten ist. Die Studierenden wissen welche Gestaltungsaspekte zu beachten sind.

Die folgende Abbildung (Abb. 5) zeigt einen Bildschirm- bzw. Büroarbeitsplatz. Die Studierenden analysieren die Arbeitssysteme hinsichtlich Technik, Ergonomie, des menschlichen Verhaltens (z.B. Störungen durch andere Personen) und der Organisation. Es ist didaktisch sinnvoll in diesem Zusammenhang die Regelungen der Arbeitsstättenverordnung und anderer einschlägiger Rechtsquellen zu diskutieren. Ein Schwerpunkt sind die Einflüsse der Arbeitsumgebung auf das Arbeitssystem. Hier wird beispielsweise diskutiert, inwieweit eine subjektiv empfundene „Helligkeit“ den tatsächlich gemessenen Werten und somit den gesetzlichen und arbeitswissenschaftlichen Vorgaben für eine bestimmte Tätigkeit entspricht.



**Abbildung 5:** Illustration eines Bildschirmarbeitsplatzes in virtueller Realität

## 5. Ausblick

Ist das „Close the Gap“ Projekt abgeschlossen, ist es möglich sich kollaborativ im Multi-Player-Modus mit den Studierenden in der virtuellen Welt zu treffen und Lehrinhalte zu vermitteln. Die verwendete Technik ist cloudbasiert. Als Ausgabegerät ist grundsätzlich eine VR-Brille vorgesehen. Es wird überdies möglich sein auch mittels vorhandenem Desktop PC oder Laptop an den virtuellen Lehrveranstaltungen teilzunehmen. Dieses ortsunabhängige Setup ist gerade bei den aktuellen Hygieneanforderungen eine zukunftsweisende Eigenschaft der verwendeten Technologie. Es wird möglich sein sich die unterschiedlichen virtuellen Arbeitssysteme gemeinsam anzusehen und Verbesserungs- sowie Umsetzungsalternativen unter ergonomischen und betriebsorganisatorischen Gesichtspunkten in der Studierendengruppe zu diskutieren und zu bewerten. Punktuell können Gestaltungsverbesserungen im Arbeitssystem direkt und individuell vorgenommen werden oder es werden von den Studierenden live und interaktiv Mockups neuer Arbeitssysteme und damit zusätzlich Alternativen erstellt. Die möglichen zukünftigen „realen“ Arbeitssysteme werden mit echtem räumlichem Verständnis getestet und sind maßstabsgetreu abgebildet.

Gelernt wird in einem ganzheitlichen Bezug zum Menschen, zur Technik und zu den organisatorischen Gestaltungsaspekten. Die Lernaufgabe endet nicht mit der Theorie bzw. dem Aufgabenblatt „Praxis“ sondern führt sich in der Virtuellen Realität fort um die „Lücke zwischen Theorie und Praxis“ im Industrial Engineering weiter zu schließen und vielleicht sogar ansatzweise zu überwinden.

## 6. Literatur

- Bloom B (1972) T et al. Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. Weinheim: Beltz.  
Erlach K (2010) Wertstromdesign. Heidelberg: Springer.  
REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation (1993) Lexikon der Betriebsorganisation. München: Carl Hanser Verlag.  
Schlick C, Bruder R, Luczac H (2010) Arbeitswissenschaft. Heidelberg et al.: Springer.  
Teeuwen B, Schaller C (2017) 5S. Herrieden: CETPM.



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## Arbeit HUMAINE gestalten

67. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie (WiPs)  
Ruhr-Universität Bochum

Institut für Arbeitswissenschaft (IAW)  
Ruhr-Universität Bochum

3. - 5. März 2021

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 67. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 3. - 5. März 2021**

**Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie, Ruhr-Universität Bochum  
Institut für Arbeitswissenschaft, Ruhr-Universität Bochum**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Dortmund: GfA-Press, 2021  
ISBN 978-3-936804-29-4

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

**Schriftleitung: Matthias Jäger**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

**Screen design und Umsetzung**

© 2021 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)