

# UMRISSE EINER SOZIOKULTURELLEN LERNTHEORIE – EINE GRUNDLAGE INGENIEURPÄDAGOGISCHER THEORIE UND PRAXIS?

Joachim Hoefele

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW

Departement Angewandte Linguistik, hoef@zhaw.ch

**Abstract 1** Der Vortrag greift Themen früherer Tagungen der Ingenieurpädagogischen Wissenschaftsgesellschaft IPW auf. Es wird gezeigt, dass die heutigen Kompetenzstandards mit ihren „can-do“-Deskriptoren auf handlungs- bzw. anwendungsorientierten Ansätzen beruhen. Infolgedessen ist – historisch gesehen – die Vermittlung systematischen Grundlagen- und Fachwissens in den Hintergrund geraten. Aus diesem Grund formuliert die Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW in ihrer neuen Lehr-Policy den Grundsatz, dass die Lehre künftig wissensbasiert und kompetenzorientiert sein müsse, da die Notwendigkeit erkannt wurde, dass neben den praktischen Kompetenzen verstärkt (wieder) das fachsystematische Wissen zu fördern sei. Das führt zu der grundsätzlicheren Frage, wie Wissen strukturiert und wie dieses erworben wird. Was ist Wissen, wie ist es aufgebaut und wie wird es von Generation zu Generation weiterentwickelt? Die kompetenzorientierten Lerntheorien verengen den Blick zu sehr auf die empirisch messbare, äussere Handlungsdimension und vernachlässigen die innere, geistige, d.i. sozio-kulturelle Dimension des Lehrens und Lernens. Systematisches Fachwissen kann jedoch als ein Geflecht „sozio-kultureller Muster“ fachspezifischen Denkens und Handelns verstanden werden, die typisch für die jeweiligen Fachrichtungen sind. Welche Konsequenzen hat die sozio-kulturelle Perspektive für die Lehre? Diese und weitere Fragen versucht der Vortrag zu beantworten. Umriss einer soziokulturellen Lerntheorie werden entwickelt, die als eine Grundlage für eine zukunftsfähige, nachhaltige Theorie und Praxis der Ingenieurpädagogik dienen könnten.

**Keywords:** Kompetenz – Wissen – Können – Handeln – kulturelle Muster – soziokulturelle Lerntheorie

**Abstract 2** The presentation takes up issues of previous conferences of the Scientific Society for Engineering Education IPW. It is shown that the present-day competence standards with their "can-do" descriptors are based on action- and application-oriented approaches. Consequently – from an historical perspective – the teaching of systematic basic and specialized knowledge has been shifted to the background. For this reason, the Zurich University of Applied Sciences ZHAW declares in its new instructional policy, the principle that teaching must be, in the future, knowledge-based and skills- respectively competence-oriented, because the need has been recognized that, in addition to the practical skills, the disciplinary systematic knowledge should be promoted more (again). This leads to the

*rather fundamental issue of how knowledge is structured and how this is acquired. What is knowledge, how it is constructed and how is it evolving from generation to generation? The competence-based learning theories restrict the approach to the empirically measurable, external operational dimension and neglect the inner, mental, i.e. the socio-cultural dimension of teaching and learning. Systematic discipline knowledge, however, can be understood as a network of "socio-cultural patterns" of discipline-specific thinking and acting that are typical for the respective discipline. What consequences does the socio-cultural perspective have for teaching? This presentation tries to give an answer this and further questions. An outline of a socio-cultural learning theory will be developed, which could serve as a basis for a future-viable sustainable theory and practice of engineering education.*

**Keywords:** *competence – knowledge – skills – cultural patterns – sociocultural learning theory*

## **Referenzen**

- [1] Epstein, R. (1984). A Pigeon Solves the Classic Box-Banana-Problem. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=Z5GzEdf\\_IX8](https://www.youtube.com/watch?v=Z5GzEdf_IX8).
- [2] Chomsky, N. (1967) A Review of B. F. Skinner's Verbal Behavior. In Leon A. Jakobovits & Murray S. Miron (Hrsg.), Readings in the Psychology of Language (S. 142-143), Prentice-Hall.
- [3] Glasersfeld, E. von (1996). Der Radikale Konstruktivismus. Ideen, Ergebnisse, Probleme. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- [4] Hartman, H. J. (2001). Metacognition in Learning and Instruction: Theory, Research and Practice. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- [5] Hoefele, J. (2014). Beyond the «Bildungs»-Wars. In: G. Kammasch und H. Lütke (Hrsg.) Krise des «Kompetenz»-Begriffs? Wege zu technischer Bildung (S. 113-121). Mannheim/Berlin: IPW Referate der 8. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung.
- [6] Liessmann, K.P. (2014). Das Verschwinden des Wissens. In Neue Zürcher Zeitung, 15.09.2014.
- [7] Maturana, H./Varela, F.: Der Baum der Erkenntnis. Die biologischen Wurzeln menschlichen Erkennens. Bern und München: Goldmann.
- [8] Mercer, N. & Howe, Chr. (2012). Explaining the dialogic processes of teaching and learning: The value and potential of sociocultural theory. In: Learning, Culture and Social Interaction 1 (2012), 12-21.
- [9] Miller, G.A. (2003). The cognitive revolution: a historical perspective. In: TRENDS in Cognitive Sciences. Vol. 7, No. 3, März 2003.
- [10] Ryle, G. (1949). The concept of mind. Chicago [2002, Nachdr.]: The University of Chicago Press.
- [11] Tomasello, M. (2014). Eine Naturgeschichte des menschlichen Denkens. Berlin: suhrkamp.
- [12] Tomasello, M. (2006) Die kulturelle Entwicklung des menschlichen Denkens. Frankfurt: suhrkamp.
- [13] Weinert, F. (2001) (Hrsg.) Leistungsmessung in Schulen. Weinheim und Basel: Beltz.

# WISSENSCHAFTSSYSTEMATIK VS. ARBEITSPROZESSBEZOGENE HANDLUNGSSYSTEMATIK IN DER INGENIEURBILDUNG

Steffen Kersten

TU Dresden, Institut für Berufspädagogik und Berufliche Fachrichtungen, 01062 Dresden  
steffen.kersten@tu-dresden.de

**Abstract 1:** *Spätestens seit BOLOGNA ist die „kompetenzorientierte Gestaltung akademischen Lehrens und Lernens“ zum bildungspolitischen Schlagwort hochschuldidaktischer Bemühungen geworden. Studienziele sind in Kompetenzen zu beschreiben, Studiengänge sind kompetenzorientiert zu strukturieren, die methodische Gestaltung der akademischen Lehr- und Lernprozesse sollte auf die Herausbildung von Kompetenzen gerichtet sein und natürlich darf das kompetenzorientierte Prüfen und Bewerten nicht vergessen werden. Die „Learning-Outcomes“ sind in Form von Kompetenzen bzw. Qualifikationen zu beschreiben und aus Tätigkeitsanalysen in den anvisierten Beschäftigungsfeldern der späteren Graduierten zu ermitteln. Damit soll die Berufsfähigkeit der Studienabsolventen auf dem Arbeitsmarkt gesichert werden. Durch die Orientierung der Lernziele in den Studienmodulen auf die vom akademischen Arbeitsmarkt nachgefragten, und damit recht arbeitsprozessbezogenen Kompetenzen bzw. Qualifikationen, geraten mehr und mehr Studiengangstrukturen in den Fokus hochschuldidaktischer Diskussionen, in denen die arbeitsprozessbezogene Handlungssystematik die Wissenschaftssystematik in der akademischen Lehre verdrängt. Diese Entwicklung soll im vorliegenden Beitrag für die Ingenieurwissenschaften kritisch hinterfragt werden.*

Thesen:

1. *Aufgrund notwendiger Unterschiede in den Kompetenzauffassungen zwischen beruflicher Bildung und Ingenieurbildung kann das arbeitsprozessorientierte Lernfeldmodell der deutschen Berufsbildung kein tragfähiges Konzept zur Strukturierung ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge sein.*
2. *Systematisches Wissen (Wissenssystem) verfügt über eine höhere Variabilität als Handlungswissen (Schemata).*
3. *Der schöpferische Prozess der technischen Konstruktion in der Ingenieur Tätigkeit erfordert neben methodischen und heuristischen Voraussetzungen fachsystematisch strukturiertes Grundlagenwissen.*

**Keywords:** *Ingenieurpädagogik, Hochschuldidaktik, kompetenzorientiertes Lernen*

**Abstract 2:** Ever since BOLOGNA has become the "competence-oriented design of academic teaching and learning" a educational-political Keyword for discussion about university didactics. Study objectives are to describe in competences, study programs should be structured competence-oriented, the methodological design of the academic teaching and learning processes should be directed to the development of competences and of course we must not forget the competence-based testing and evaluation. The "learning outcomes" are to be described in terms of competences and qualifications and to determine from task analysis in the targeted professions of the future graduates. Thus, the employability of graduates in the labor market is to be reached. By the orientation of the learning objectives in the study modules to the demands from the academic job market, and thus quite work process related competences or qualifications, get more and more study program structures in the focus of university didactic discussion, in which the work process-related action systematics replaces the system of science in academic teaching. This development should be scrutinized critically for the engineering sciences in the present contribution.

Theses:

1. Due to necessary differences in the concept of competence between vocational education and engineering education, the work process-oriented learning field model of the German vocational training can not be a viable concept for structuring engineering science courses.
2. Systematic knowledge (knowledge system) has a higher variability than act knowledge (schemata).
3. The creative process of engineering design in the engineering activity requires not only methodological and heuristic conditions but also a systematically structured knowledge base.

**Keywords:** Engineering Pedagogy, competence-oriented learning

## Referenzen

- [1] Aebli, H.: (1980) Denken: das Ordnen des Tuns. Band I: Kognitive Aspekte der Handlungstheorie. Stuttgart
- [2] Aebli, H.: (1981) Denken: das Ordnen des Tuns. Band II: Denkprozesse. Stuttgart
- [3] Markowitsch, J.: (2001) Praktisches akademisches Wissen: Werte und Bedingungen praxisbezogener Hochschulbildung. Wien
- [4] Psthor M.: (2008) Die Leistungsfähigkeit von Systemen tertiärer Bildung an der Schwelle zum Beschäftigungssystem. Dissertation TU Dresden
- [5] Sonntag, K.: (1993) Die Repräsentation beruflicher Wissensstrukturen – Leitgedanken zur Beschaffenheit und Organisation von Wissensstrukturen und ihre Bedeutung beim Lernen. In: Hortsch, H. (Hrsg.): Dresdner Beiträge zur Berufspädagogik 3, S. 37 - 51

# ANWENDUNGSORIENTIERTE FACHLANDKARTEN: FALLBEISPIEL MIKRO-NANO-INTEGRATION

Heidi Krömker<sup>1</sup>, Martin Hoffmann<sup>2</sup> und Nadja Denke<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Zugehörigkeit (TU Ilmenau, Fachgebiet Medienproduktion, 98693 Ilmenau.  
heidi.kroemker@tu-ilmenau.de)

<sup>2</sup>Zugehörigkeit (TU Ilmenau, Fachgebiet Mikromechanische Systeme, 98693 Ilmenau.  
martin.hoffmann@tu-ilmenau.de)

<sup>3</sup>Zugehörigkeit (TU Ilmenau, Fachgebiet Medienproduktion, 98693 Ilmenau.  
nadja.denke@tu-ilmenau.de)

**Abstract 1:** Sowohl Studierende als auch Fachkräfte in der Industrie wollen sich immer mehr und effizienter interdisziplinäre Wissenszusammenhänge erschließen. Die einzelnen Wissens Elemente sind oft Teil verschiedener etablierter Fachlandkarten klassischer Disziplinen. So greift z.B. die Mikro-Nano-Integration auf Wissen zurück, das traditioneller Weise in der Biologie, Physik und Chemie genauso wie in der Elektronik verankert ist. Dies stellt besondere Herausforderungen an das Erstellen von Fachlandkarten, die zum Ziel haben, komplexe Sachverhalte aus verschiedenen Disziplinen für bestimmte Lernende auf das Wesentliche zu reduzieren, um sowohl ein wissenschaftliches Grundverständnis als auch eine Anwendung des Wissens in der Praxis zu erreichen. Darüber hinaus muss die Fachlandkarte eine didaktische Vermittlung unterstützen, die den Erwartungen der Lernenden entspricht. Denn nach neueren Studien zur Wertorientierung von Jugendlichen ist es wichtig, mobile digitale und interaktive inhaltliche Zugänge zu dem Wissen anzubieten sowie die unmittelbare Nützlichkeit des Wissens in den Vordergrund zu stellen. Der Beitrag stellt ein methodisches Vorgehen zum Erstellen von Fachlandkarten am Beispiel der Mikro-Nano-Integration vor, das diese Randbedingungen berücksichtigt.

Dazu wurde ein arbeitssituierter Ansatz gewählt, der die Anwendung des Wissens in der Praxis zum Ausgangspunkt nimmt. Die Analyse der Workflows von Zielgruppen mit unterschiedlichem Vorwissen wurde zu Szenarien mit Personas, die idealtypische Lernenden repräsentieren, verdichtet. Aus der kognitiven Landkarte der Personas ließ sich für die Mikro-Nano-Integration z. B. die Grenzfläche als zentrales Wissens Element extrahieren. Von dort aus können physikalische Grundphänomene wie arbeitssituierte Fragestellungen erschlossen und verknüpft werden. Die Fachlandkarte wird auf einer digitalen Wissensplattform mit neuen Modellen abgebildet, die bis in die Nanostruktur der Grenzfläche hineinreichen: Animierte Formeln, visuelle Einblicke in die Nanowelt bis hin zur 3D-Modellbildung von Nanostrukturen auf Basis realer Aufnahmen um das Unsichtbare sichtbar zu machen.

**Keywords:** Fachlandkarten, Wissensplattformen, Arbeitssituierte Extraktion von Wissensbedarfen, Mikro-Nano-Integration

**Abstract 2:** *An increasing number of students and specialists want to acquire interdisciplinary knowledge with high efficiency. The individual knowledge components are often part of the specific field of knowledge for the discipline. The field of micro-nano-integration, for example, relies on knowledge from biology, physics and chemistry as well as electronic engineering. Therefore, the development of a knowledge map for the discipline is a difficult task. In addition, the reduction of complex issues from different disciplines for specific learners is challenging as well, especially when aiming on basic scientific understanding and practical application of the knowledge at the same time. Furthermore, the knowledge map for the discipline has to support the didactic mediation concerning the expectations of the learners. Recent studies with young people show that providing digital, mobile and interactive access to knowledge is important and the immediate utility of knowledge is paramount to these learners.*

*This contribution describes a methodical procedure to develop knowledge maps for a relatively young discipline. The approach considers the mentioned boundary conditions and the micro-nano-integration serves as a case study.*

*A work- and task-based approach is used, starting with the workaday application of the knowledge in companies and research institutes. The resulting analysis of workflows of target groups was refined to scenarios with personas, which represent ideal-typical learners. The cognitive mental maps of the personas allow for the extraction of e.g. the nanostructured interfaces, in the field of micro-nano-integration as a key component of the knowledge map. From there, basic physical phenomena as well as work- and task-based questions become accessible and can be linked to each other.*

*The resulting knowledge map for the discipline will be transferred to a new knowledge platform with new models, which extend into the nanostructure of the interfaces: animated formulas, visual representations of the nanoworld as well as 3D models of nanostructures based on real images make the invisible visible.*

**Keywords:** *Knowledge map, knowledge platforms, work- and task-based extraction of knowledge requirements, micro-nano-integration*

# INDUSTRY 4.0 MEETS GENERATION X, Y UND Z

## QUALIFIZIEREN UND AUSBILDEN FÜR DIE ARBEIT IM NEUEN INDUSTRIEZEITALTER

Anja Richert<sup>1</sup>, Wiebke Behrends<sup>2</sup>, Katharina Schuster<sup>3</sup> und Sabina Jeschke<sup>4</sup>

<sup>1</sup>RWTH Aachen University, Aachen anja.richert@ima-zlw-ifu.rwth-aachen.de

<sup>2</sup>RWTH Aachen University, Aachen wiebke.behrends@ima-zlw-ifu.rwth-aachen.de

<sup>3</sup>RWTH Aachen University, Aachen katharina.schuster@ima-zlw-ifu.rwth-aachen.de

<sup>4</sup>RWTH Aachen University, Aachen sabina.jeschke@ima-zlw-ifu.rwth-aachen.de

**Abstract 1:** *Die vierte industrielle Revolution ist gekennzeichnet von neuen Formen technisch-künstlicher Intelligenz einerseits und der allgegenwärtigen Vernetzung von "allem mit allem" andererseits. Daraus resultieren umfassende Konsequenzen für Mensch-Maschine-Kooperationen wie etwa neue Modelle für die Produktion, in der Mensch und Maschine gemeinsam mit virtuellen Agenten hybride Teams bilden. In der klassischen Linienproduktion operieren Mensch und Maschine in zumeist seriell oder parallel geschalteten Arbeitsschritten, Roboter dabei mehrheitlich in Sicherheitsbereichen und vom Menschen getrennt oder Bandstraßen mit ebenfalls getrennten vollautomatisierten Teilabschnitten. Die technologischen Fortschritte, die eine Industrie 4.0 ermöglichen, erfordern die Entwicklung von der klassischen Linienfertigung zu einer modularisierten, zum größten Teil selbstorganisierenden In-the-Box-Fertigung. In der Industrie 4.0 arbeiten Mensch und Maschine auf engstem Raum und „auf Augenhöhe“ als ein Team zusammen. Wie in rein menschlichen besetzten Teams auch, bringt die heterogenen Akteure ihre Kompetenzen, Stärken usw. ein. Teamstrukturen entwickeln sich -hybride Mensch-Roboter-Teams arbeiten produktiv in einer vollständig vernetzten Produktionsumgebung und sichern die Wettbewerbsfähigkeit des Produktionsstandorts Deutschland. Die Umsetzung dieser Vision stellt konkrete Fragen an die Qualifizierung für diese neue Ära der industriellen Arbeit. Nicht nur die Inhalte sondern auch die Methoden der Kompetenzentwicklung stehen hier infrage, denn die vierte industrielle Revolution trifft auf neue Generationen von Arbeitnehmern und Gestaltern, die mit veränderten Kompetenzen und Anforderungen auf die „Working World 4.0“ treffen. Der Beitrag legt diese beiden Perspektiven übereinander, um daraus Schlüsse für die Qualifizierung und Ausbildung zu ziehen und greift aktuelle Studienergebnisse der RWTH Aachen im Rahmen des Projekts „ELLI- Exzellentes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften“ auf.*

**Keywords:** *Working World 4.0, Mensch-Maschine-Kooperation, neue Generation, Qualifizierung und Ausbildung, hybride Mensch-Roboter-Teams*

**Abstract 2:** *The fourth industrial revolution is characterized, on the one hand, by the new forms of technical artificial intelligence and, on the other hand, by the omnipresent networking of "everything with everything". The result are widespread consequences for human-machine cooperation such as new models for production, in which human and machine form hybrid teams together with virtual agents. In the classical line production*

*human and machines operate in serial or parallel work steps most of the time. Thereby the robots are preponderantly in restricted security areas and isolated from people or are located in separated and fully automated sections. The technological advances that lead to the industry 4.0, require the change from the classical linear production to a unitized, in large extent self-organizing in-the-box production. Human and machine are working as a team in narrow space and next to each other in the industry 4.0. As in pure human teams, also heterogeneous actors bring their skills, strengths and competencies. Team structures evolve - hybrid human-robots teams work productive in a fully networked production environment and ensure the competitiveness of the production location Germany. The implementation of this vision presents specific questions to the qualification for this new era of industrial work. Not only the content but also the methods of skills development have to be considered, as the fourth industrial revolution meets new generations of employees and designers, who enter the "Working World 4.0" with altered competencies and requirements. The contribution puts these two perspectives together to draw conclusions for the qualification and education, and takes up current research results of the RWTH Aachen within the project "ELLI - excellence teaching and learning in engineering sciences".*

**Keywords:** Working world 4.0, human-machine-cooperation, new generation, qualification and training, hybrid human-robot-teams

## **PHILOSOPHICAL CONSIDERATIONS OF THE RELATION BETWEEN MAN AND TECHNOLOGY: THE CASE OF ORTHOPAEDIC PRACTICES**

Maarten J. Verkerk<sup>1</sup>, Fred C. Holtkamp<sup>2</sup>, Evelien J.M. Wouters<sup>2</sup> and Joost van Hoof<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eindhoven University of Technology, Eindhoven, [m.j.verkerk@tue.nl](mailto:m.j.verkerk@tue.nl)

<sup>2</sup>Fontys University of Applied Sciences, [f.holtkamp@fontys.nl](mailto:f.holtkamp@fontys.nl), [joostvanhoof@fontus.nl](mailto:joostvanhoof@fontus.nl),  
[e.wouters@fontys.nl](mailto:e.wouters@fontys.nl)

**Abstract 1:** *In the pursuit of better products and more satisfied patients, the orthotic field is constantly evolving by improving existing and developing new devices. Despite many efforts by professionals in development and innovation in orthopaedic devices, three important problems can be defined: non-use, dissatisfaction, and underexposed problems [1]. This study investigates the orthopaedic practice from a philosophical perspective [2]. At first, a distinction is introduced between professional and user practices. After that, it is shown that these practices can be understood from the so-called Triple I model [3]. This model presents three perspectives to analyse practices: identity of the practice, interests of stakeholders related to a practice, and ideals and values that co-shape a practice. Finally, it is shown that philosophical considerations can be 'translated' in engineering tools. The philosophical model presupposes the so-called theory of modal aspects as developed by the Dutch philosopher Herman Dooyeweerd.*



**Keywords:** *orthopaedic practices, philosophical considerations, user practices, Triple I model*

**Abstract 2:** *In dem Streben nach besseren Produkten und mehr zufriedene Patienten wird im Orthopädie Bereich ständig weiterentwickelt durch die Verbesserung bestehender und der Entwicklung neuer Geräte. Trotz vieler Bemühungen von Fachexperten in der Entwicklung und Innovation in der orthopädischen Geräten, kann man drei wichtige Problemkategorien identifizieren: Nicht-Nutzung, Unzufriedenheit, und unterbelichtete Probleme [1]. Diese Studie untersucht die orthopädischen Praxis aus einer philosophischen Perspektive [2]. Zuerst wird der Unterschied eingeführt zwischen professionellen- und benutzer-Praktiken. Danach wird gezeigt, dass man diese Praktiken mit das Triple I-Modell [3] verstehen kann. Dieses Modell gibt drei Perspektiven zur analysieren der Praktiken: Identität der Praxis, Interessen der Stakeholder auf eine Praxis, und Idealvorstellungen und Werte, die in Interaction eine Praxis darstellen. Schließlich wird gezeigt, dass philosophische Überlegungen in Engineering-Tools "übersetzt" werden können. Das philosophische Modell setzt voraus die so genannte Theorie der modalen Aspekte wie von der niederländischen Philosophen Herman Dooyeweerd entwickelt.*

**Keywords:** *orthopädische Praxis, philosophische Überlegungen, Benutzer Praktiken, Triple-I*

## **References**

- [1] Holtkamp, F. C., Wouters, E. J. M., van Hoof, J., van Zaalen, Y., and Verkerk M.J. (2015). Use of and Satisfaction with Ankle Foot Orthoses. Clin. Res. Foot Ankle, Vol. 3: 167. doi: 10.4172/2329-910X.1000167.
- [2] Verkerk, M. J., Hoogland, J., van der Stoep, J. and de Vries, M. J. (2015), Philosophy of Technology: An Introduction for Technology and Business Students. Routledge, London.
- [3] Verkerk, M.J. (2014). A philosophy-based "toolbox" for designing technology: The conceptual power of Dooyeweerdian philosophy. Koers – Bulletin for Christian Scholarship, Vol. 79(3). Art. #2164, 7 pages. <http://dx.doi.org/10.4102/koers.v79i3.2164>