

bwp@ Spezial 13 | November 2016

**Fachtagung Bau, Holz, Farbe und Raumgestaltung 2015:
Zwischen Inklusion und Akademisierung –
aktuelle Herausforderungen für die Berufsbildung**

Hrsg. v. **Sabine Baabe-Meijer, Werner Kuhlmeier & Johannes Meyser**

Manuela NIETHAMMER & Marcel SCHWEDER

(Technische Universität Dresden)

**Es geht nichts über das Original!? –
Ein Diskurs zur Repräsentation von Arbeitswelt**

Online unter:

http://www.bwpat.de/spezial13/niethammer_schweder_bwpat_spezial13.pdf

www.bwpat.de | ISSN 1618-8543 | **bwp@** 2001–2016

bwp@

www.bwpat.de

Herausgeber von **bwp@** : Karin Büchter, Martin Fischer, Franz Gramlinger, H.-Hugo Kremer und Tade Tramm

Berufs- und Wirtschaftspädagogik - online

Es geht nichts über das Original!? – Ein Diskurs zur Repräsentation von Arbeitswelt

Abstract

Die Entwicklung eines fundierten Verständnisses zu einem Inhalt (z. B. Bau- und Werkstoffe aber auch Arbeitsverfahren und Verarbeitungsprozesse) ist an die Entwicklung von Modellvorstellungen beim Subjekt gebunden. Dieser Erkenntnisprozess wird wesentlich durch entsprechende Repräsentationsformen (original, erscheinungs-, wesen- bzw. merkmalsaffin oder inaffin) unterstützt. Wenngleich die Gestalt der Repräsentation einschließlich der Interpretation dieser letztendlich immer subjektiv geprägt ist, erhebt sie dennoch den Anspruch, die objektiven Merkmale des jeweils repräsentierten Inhalts wiederzugeben. Diese und weitere Problemlagen erschweren die Auswahl der Repräsentationsform für die Lehrenden. Gefordert wird daher eine Theorie zur optimalen didaktischen Gestaltung. Diese muss Konzepte zur Bewertung und zum Umgang mit den (implizit enthaltenen) schwierigkeits-erzeugenden Merkmalen der Inhalte einschließen.

1 Einführung

Die technischen Entwicklungen des Internets forcieren seit den 90er (!) Jahren den Einsatz digitaler Medien in Lehr- und Lernkontexten und bezogen auf das Feld der Virtual Reality (VR) konstatierte Newby bereits 1993 „Education is perhaps the VR area with some of the greatest potencial for improvement“ (Newby 1993, zit. in Saborowski 2000, 84). Bemerkenswert an dieser Aussage ist aus gegenwärtiger Sicht vor allem deren zeitliche Einordnung. In unseren schnelllebigen Zeiten mutet es erstaunlich an, wenn erst nach ca. 20 Jahren das Potenzial breitenwirksam erkannt wird. Denn offensichtlich kommen erst in den letzten Jahren die digitalen Medien im Alltag der beruflichen Ausbildung an, wobei zwischen dem Einzug der technischen Möglichkeiten (z. B. in Form Interaktiver Whiteboards) und deren didaktischer Nutzung für die Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen zu unterscheiden ist. Während die Diffusion der technischen Möglichkeiten – 2011 waren in Deutschland nur 11% der Schulen mit Interaktiven Whiteboards ausgestattet (vgl. Futuresource Consulting 2011 zit. in Kohls 2012, 187) – u. a. durch die notwendigen finanziellen Aufwendungen, die deren Entwicklung und Herstellung erfordern, gesteuert werden kann, ist deren didaktische Nutzung von der Motivation bzw. Einstellung und dem didaktischen Know-how der Lehrenden an den verschiedenen Lernorten beruflicher Bildung abhängig. Die zögerliche Annahme der digitalen Medien für die Gestaltung beruflicher Lehr- und Lernprozesse deutet auf entsprechende Lücken in der fachdidaktischen und/oder technischen Kompetenz der Lehrenden. Dies bestätigten für die Gruppe der Lehrkräfte die Ergebnisse der Enquete-Kommission „Internet und digitale Gesellschaft“ des Deutschen Bundestages (2011, 22), welche ein unzureichendes

Niveau der Medienkompetenz konstatierte. Im Gegenzug werden im Rahmen der Digitalen Agenda der Bundesregierung über das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) Maßnahmen gefördert, die z. B. der Schulung eben dieser Medienkompetenz der pädagogischen Fachkräfte dienen. In der Ausschreibung werden jedoch keine Merkmale der Medienkompetenz ausgewiesen.

Auch die Maßnahmen aus dem Förderschwerpunkt „Mensch-Technik-Interaktion (MTI) im demografischen Wandel“ fokussieren auf die Entwicklung von MTI-Technologien, die realitätsnahe Lernumgebungen, interaktive individualisierte und an den Lernfortschritt anpassbare Lernangebote [...] bieten“ (BMBF 2014). „Gegenstand der Förderung ist die Entwicklung von Lehr- und Lernsystemen einer neuen Art und Qualität, die es in der Interaktion mit dem Menschen ermöglichen, Lerninhalte erfahrbar und besser greifbar zu machen. Dadurch sollen Möglichkeiten geschaffen werden, Wissen und Fertigkeiten effizient und praxisnah zu erwerben bzw. zu erlernen“ (a. a. O.). Hierzu wird explizit die Anbindung an Konzepte aus der Kognitionswissenschaft und Pädagogik gefordert.

Aus einer fach- oder berufsdidaktischen Perspektive setzt die Nutzung und Entwicklung von Lehr-/Lernmedien – ganz gleich ob diese digitaler oder analoger Natur sind – oder die Entwicklung digitaler Lehr- und Lernsysteme voraus, dass zunächst geklärt wird, welche Lerninhalte eigentlich erworben werden sollen, durch welche Merkmale diese charakterisiert sind und vor allem, welche Anforderungen daraus für den Wissenserwerb (i. S. von Renkl 2009) bzw. den zugrunde liegenden Erkenntnisprozess (i. S. von Vollmer 2002) resultieren. Es macht einen großen Unterschied, ob Fachkräfte z. B. in der Baubranche die Geräte einschließlich deren Handhabung kennenlernen oder ob sie ein Verständnis zu Kraftverläufen im Bauwerk bzw. von Wasserdampf-Diffusion und Kondensation in Abhängigkeit von der Luftfeuchte und der Temperatur entwickeln und ihrem Handeln zugrunde legen müssen. Letzteres setzt abstraktes Denken voraus, da die Lernenden eine Modellvorstellung von diesen – nicht beobachtbaren – Prozessen entwickeln müssen.

Die gegenwärtigen Innovationen in der Bau-, Holz- und Farbtechnik, die vor allem aus den Ansprüchen der Nachhaltigkeit sowie dem Wunsch nach Individualität bei der Gestaltung bau-, holz- und farb- technischer Produkte resultieren, führen zu einer Vielzahl von (neuen) Bau- und Werkstoffen. Deren begründete Auswahl sowie der technologische Umgang mit diesen erfordert von den Fachkräften dieser Branchen ein tieferes und umfassenderes Verständnis vom Aufbau der Stoffe/Materialien, deren Verhalten in natürlichen oder technologischen Kontexten, den jeweiligen resultierenden Verarbeitungsverfahren sowie den dafür notwendigen technischen Mitteln. Das bedeutet, dass auch in den handwerksnahen Berufen zunehmend abstrakte Vorstellungen von den Stoffen und Prozessen zu Voraussetzungen beruflicher Handlungskompetenz werden.

Wenn es also um die Entwicklung und den Einsatz von Lehr-/Lernmedien und/oder Lehr- und Lernsystemen geht, dann schließt dies zwangsläufig die Frage nach der Unterstützung von Erkenntnisprozessen ein. Es geht insofern nicht nur darum, Lerninhalte erfahrbar zu machen. Die Konfrontation der Lernenden mit Phänomenen der Arbeitswelt dient vielmehr der Initiierung und Ermöglichung von Erkenntnis, indem die Lernenden über verschiedene

Wahrnehmungen zur (vor-)wissenschaftlichen Verarbeitung und letztlich zur Erkenntnis angeregt werden (vgl. Vollmer 2002). Die dabei zu erbringenden Leistungen sind umso höher, je mehr der Erwerb berufsrelevanten Wissens mit einer Rekonstruktion bzw. Reorganisation des eigenen Wissens und mit dem Generieren neuer Denk- und Verhaltensmuster (vgl. Piaget 1991) verbunden ist. Um derartige lernhaltige Situationen jederzeit und an beliebigen Lernorten inszenieren zu können, bedarf es geeigneter Repräsentationen der Arbeitswelt. Diese machen die Arbeitswelt als Aneignungsgegenstand nicht nur situativ „verfügbar“, sie fungieren zudem als erkenntnisunterstützende oder eben auch -hemmende Mittel.

Bevor im Weiteren ein Ansatz zur Einordnung erkenntnisunterstützender Mittel in Korrelation zu den zu repräsentierenden arbeits- und damit lernrelevanten Inhalten herausgearbeitet wird, werden zunächst anhand des Modelles des multimodalen Lernens Anforderungen skizziert, die die Anwendung und didaktische Gestaltung von Lehr- und Lernmedien fundieren – unabhängig davon, ob diese als klassische Printmedien oder als digitale Medien vergegenständlicht werden.

2 Wahrnehmung als Basis von Erkenntnis – Implikationen für die Gestaltung von Repräsentationsformen

Wissenserwerb und Erkenntnisprozesse basieren auf der Wahrnehmung von Wirklichkeit oder einer Repräsentation dieser (Abbild der Wirklichkeit). Die Wahrnehmung erfolgt über die verschiedenen Sinneskanäle (visuell, auditiv, taktil/haptisch, olfaktorisch, gustatorisch). Im Modell zum multimedialen Lernen (vgl. Abb. 1) werden – in Spiegelung der technischen Möglichkeiten multimedialer Technik – der visuelle und auditive Zugang betrachtet (vgl. Schnotz/Bannert 2003). Lernprozesse können ebenso durch die anderen Zugänge fundiert werden (z. B. beim Experimentieren), weshalb mit der Entwicklung der technischen Möglichkeiten zunehmend auch die anderen Sinne für einen multimedial-gestützten Lernprozess einbezogen werden müssen (z. B. intelligente Kleidung (wearables)).

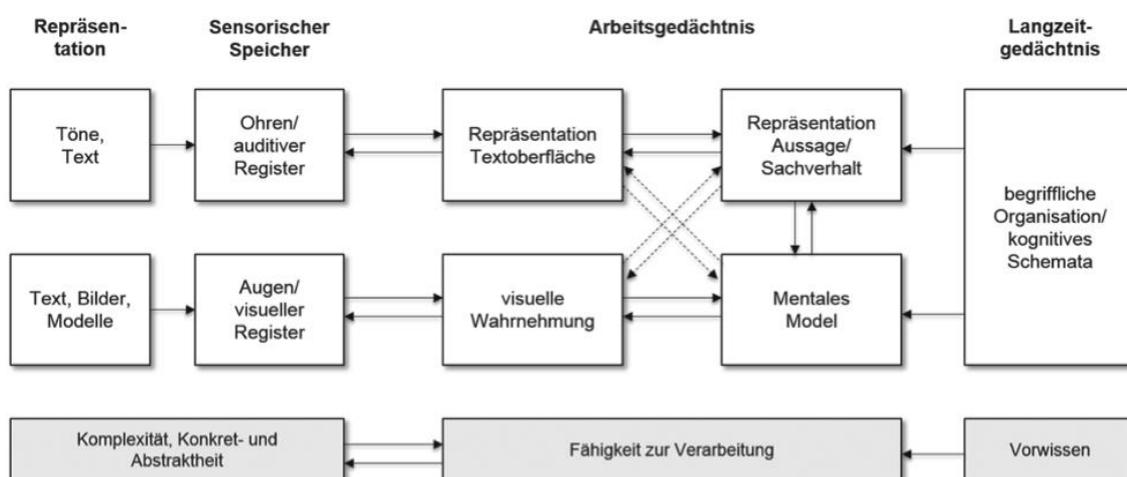


Abbildung 1: Modell des multimedialen Lernens (vgl. Schnotz/Bannert 2003; Ray 2009)

Schnotz und Bannert gehen in ihrem Lernmodell davon aus, dass der Mensch visuelle und auditive Reize aufnimmt (Ultrakurzzeitgedächtnis), wobei nur eine Auswahl vom Individuum interpretiert und kognitiv verarbeitet wird, infolgedessen es zu Wahrnehmungen kommt (Arbeitsgedächtnis) (Amodt/Nygård 1995, zit. in Renkl 2009, 9). In Abhängigkeit der wahrnehmenden Sinne variieren die internen Repräsentationen. Auditive Signale werden zunächst – wenn das „Geräusch“ als Sprache erkannt wird – als Textoberfläche, d. h. als wörtliches „Abbild“ erfasst. Die Textbasis, also die gegebenen Textaussagen, ist vom Lernenden zu erschließen (Renkl 2009, 14). „Das eigentlich (tiefere) Verstehen des Textes, das z.B. Implikationen des Gesagten umfassen kann, wird im Situationsmodell repräsentiert“ (a. a. O.).

Ebenso sind visuell wahrgenommene Texte zu verarbeiten, wobei auch hier gilt, dass die Sprache, die die Inhalte in symbolischer Form wiedergibt, bekannt sein muss. Daneben können auch Bilder oder (räumliche) Modelle visuell erfasst und interpretiert werden. Werden darüber vom Lernenden (Modell-)Vorstellungen über die Wirklichkeit generiert, entstehen im Arbeitsgedächtnis mentale Modelle.

Beide Wahrnehmungskanäle können miteinander korrespondieren, ebenso wie Situationsmodell (Aussagen) und Mentales Modell. Der eigentliche Lernprozess findet im Arbeitsgedächtnis statt. Er wird stark durch die Vorkenntnisse des/der Lernenden, die im Langzeitgedächtnis gespeichert sind, geprägt (vgl. Abb.1).

Aus dem Modell des multimedialen Lernens lassen sich die Schwierigkeiten, die bei der Entwicklung der subjektiven Modelle (Situationsmodell, Mentales Modell) in Abhängigkeit der Lerninhalte auftreten können, nicht ableiten. Hierzu bedarf es – wie bereits gesagt – der genaueren Analyse der Lerninhalte (Welche Aussagen und ggf. wissenschaftlichen Konzepte sollen verstanden werden?) und der möglichen Erkenntniswege (vgl. Vollmer 2002). Im Folgenden wird ein erster Ansatz für die Ordnung der berufs- und damit bildungsrelevanten Inhalte skizziert. Das Ziel besteht darin, zu prüfen, inwiefern ein solcher Ansatz hilfreich ist, die Bewertung und auch die Gestaltung erkenntnisunterstützender Medien systematisch zu fundieren.

Die Auseinandersetzung mit den Erkenntniswegen und deren Unterstützung durch geeignete Repräsentationen muss im Nachgang aufgegriffen werden.

3 Repräsentation von Arbeitswelt zwischen Anspruch und Realität

Berufliches Lernen ist an die Auseinandersetzung mit beruflichen Arbeitsaufgaben und deren authentischer Verortung in der Arbeitswelt zu binden (vgl. Lernfeldkonzept). Durch diesen anwendungsbezogenen Fokus, soll der Erwerb des arbeits- und darüber bildungsrelevanten Wissens motiviert und unterstützt werden. Es muss allerdings auch konstatiert werden, dass sich die Arbeitswelt als Konglomerat spezifischer, meist komplexer und oft gewerkeübergreifender Situationen darstellt, deren Charakterisierung in der Baubranche zudem durch das gesamte Bauumfeld determiniert wird (Unikalität). In der Realität werden derartige Situationen durch die Fachkräfte ganzheitlich, meist visuell, wahrgenommen und durch die schnelle Differenzierung von bedeutsamen und nicht bedeutsamen Merkmalen vereinfacht. Diese Ver-

einfachung von (Arbeits-)Welt (Komplexitätsreduktion) und damit die Konzentration auf die für das Problem relevanten Sachverhalte kann als eine Bedingung für die Bewältigung beruflicher Arbeitsaufgaben herausgestellt werden. Bildungsgestalter/-innen stehen somit vor verschiedenen, zum Teil einander widersprechenden Herausforderungen:

- Bildungsinhalte sind möglichst im Kontext beruflicher Arbeitsaufgaben und -situationen darzustellen bzw. zu simulieren, so dass den Lernenden auch ein der Arbeitswelt adäquater Zugang möglich ist. Darüber kann Authentizität gesichert werden und gleichzeitig kann so auch der notwendige Prozess der Komplexitätsreduktion (s. o.) zum Gegenstand des Lernens gemacht werden.
- Bildungsinhalte sind im beruflichen Bildungskontext so zu repräsentieren, dass hierüber Erkenntnisprozesse angeregt und unterstützt werden. Das impliziert eine bereits vorgelagerte Komplexitätsreduktion, die Fokussierung auf einzelne Aspekte, die Ergänzung von Informationen verschiedener Modalitäten (visuell, auditiv, taktil/haptisch, olfaktorisch, gustatorisch) oder die Hervorhebung von Merkmalen (wodurch auch irrelevante Aspekte hinzugefügt werden). Durch die Auswahl und Betonung spezifischer Merkmale erfolgt bereits eine erste Abstraktion der Inhalte, da sie aus ihrem konkreten Kontext gelöst werden.

Die Darstellung „realer“ Situationen und/oder einzelner Details (als Basis für deren Erarbeitung in Lehr- und Lernprozessen) führt damit zwangsläufig zu einer mehr oder weniger stark veränderten Repräsentation von Arbeitswelt. Neben der didaktischen Reduktion der Arbeitsaufgaben in ihrer Komplexität, werden die zugeordneten Inhalte der Arbeit (Stoffe/Materialien, Prozesse sowie Maschinen/Geräte) zusätzlich didaktisch aufbereitet und damit auch verzerrt. Dies gilt vor allem dann, wenn es darum geht, die Inhalte nicht in ihren (anschaulichen) Erscheinungen, sondern in ihren (unanschaulichen) Strukturen zu durchdringen.

Die Entwicklung (und der Einsatz) von erkenntnisunterstützenden Mitteln befindet sich demnach in einem – gewissermaßen paradoxen – Spannungsfeld. Einerseits ist mittels möglichst realitätsnahen Repräsentationsformen an die Gewohnheiten der Fachkräfte anzuknüpfen, andererseits sind die Sachverhalte soweit erkenntnistheoretisch aufzubereiten, dass kognitive Verarbeitungs- und Verstehensprozesse (Schnotz/Bannert 1999; Schnotz 2002) der Lernenden explizit gefördert werden.

Sowohl der Zugriff als auch die Erstellung von Repräsentationsformen ist durch die Entwicklung der Technik in starkem Maße vereinfacht worden. Dies gilt im Besonderen für visuelle Repräsentation mittels Bild und/oder Text, weshalb die Diskussion im Folgenden darauf fokussiert wird. Abbildungen oder Videos können nicht nur sehr viel einfacher erstellt, sondern auch untereinander ausgetauscht und damit verbreitet werden. Digitalisierte Scans von Büchern ermöglichen zudem den Zugriff auf Abbildungen, ohne dass der jeweilige Kontext dem diese entstammen immer offensichtlich ist. Infolge der einfachen Zugänglichkeit dieser Medien treten (analoge) 3D-Modelle als Mittel der Repräsentation scheinbar in den Hintergrund – sie sind nicht nur schwerer zu tauschen, sondern vor allem schwerer zu dupli-

zieren. In der Folge werden im Rahmen formalisierter Lehr-Lernprozesse in erster Linie Texte und/oder Bilder zur Vermittlung der Inhalte genutzt. Inwieweit sogenannte 3D-Drucker den inflationären Tausch dieses Repräsentationsmittels befördern und damit ggf. die reflexive Auseinandersetzung mit den Potenzialen auch hier verringern, bleibt abzuwarten.

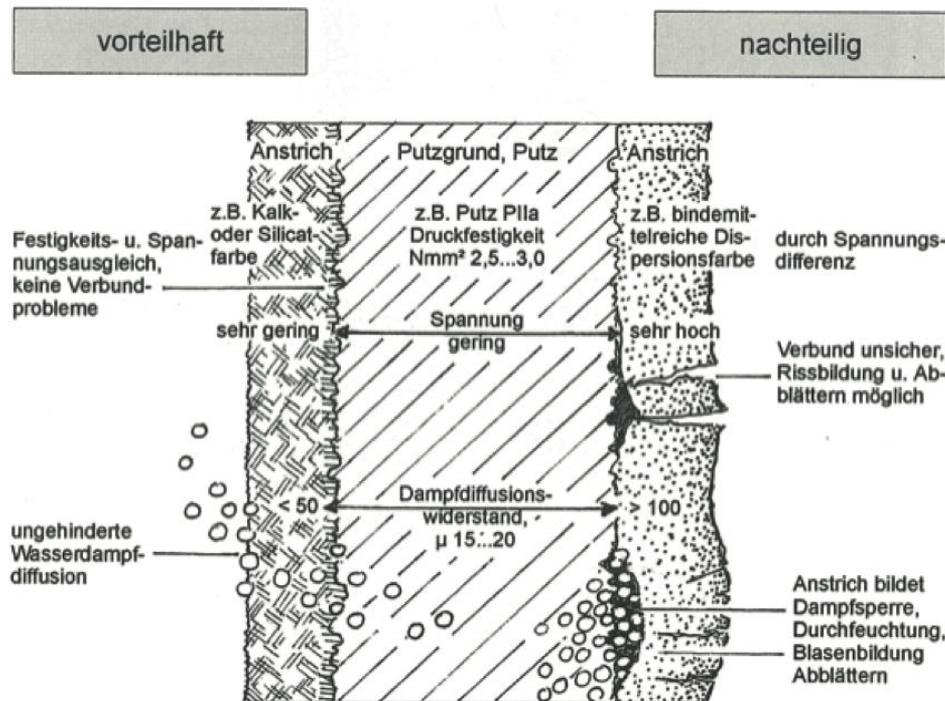


Abbildung 2: Beispiel der physikalischen Wechselwirkungen zwischen Putzuntergrund, Putz und Anstrich sowie deren vorteilhafte oder nachteilige Auswirkung (Schönburg 2002, 76)

Erfahrungen (i. R. der fachdidaktischen Ausbildung sowie der schulpraktischen Übungen) zeigen des Weiteren, dass bei den visuellen Repräsentationen Bilder sehr viel öfter und weitaus unreflektierter eingesetzt werden als Fachtexte. Dies lässt sich ggf. auf die weit verbreitete und durch die Forschung durchaus bestätigte (vgl. Levie/Lenz 1982) Annahme zurückführen, dass Bilder (in Bild/Text-Kombinationen) besser in Erinnerung bleiben als Texte. Allerdings – und hierin besteht die eigentliche Gefahr – können inkorrekte Bilder, ebenso wie fehlerhafte Texte, zum Missverstehen der intendierten Sachverhalte führen.

Die Problematiken des Einsatzes von Repräsentationen und damit des Lesens und Verstehens von (Ab-)Bildern und/oder Texten soll am Beispiel diskutiert werden. Abbildung 2 ist einem Fachbuch entnommen und veranschaulicht die Wechselwirkungen zwischen Putz, Putzuntergrund und Anstrich am Beispiel des physikalischen Prozesses der Diffusion einschließlich möglicher Einflussfaktoren. (Für eine bessere Nachvollziehbarkeit der Problematiken empfehlen wir den Leser/-innen sich zunächst selbst mit der Abbildung 2 auseinanderzusetzen und dabei nach möglichen erkenntnishemmenden Faktoren zu suchen.)

Das Verständnis der repräsentierten Inhalte wird durch verschiedene Faktoren erschwert, wobei hier nur einige exemplarisch skizziert werden können: Die Wechselwirkungen zwi-

schen Putzuntergrund, Putz und Anstrich werden in Abhängigkeit zweier unterschiedlicher Anstriche (diffusionsoffen und dicht) verglichen. Es werden jedoch nicht zwei Systeme gegenübergestellt, sondern die Anstriche werden an den beiden Seiten eines zusammengefasst dargestellten Putzes/Putzgrundes „aufgetragen“. Das suggeriert dem Betrachter eine Wand, die zwei Räume trennt, wodurch der Fokus auf einen potenziellen Stoffdurchgang von einem Raum in den anderen oder umgekehrt gerichtet wird. Verglichen wird jedoch das Verhalten der beiden Anstriche bei der Diffusion von Wasserdampf aus dem Innern des Putzes nach beiden Seiten. Der falsche Eindruck einer Wand wird noch durch die Schraffuren, die laut Din für Mauerwerk stehen, verstärkt.

Die dargestellten bzw. benannten Wirkungen, wie z. B. Rissbildung, sind nicht eindeutig einer Ursache zuzuordnen. Die Pfeile als Codierungshilfen sind nicht eindeutig, da unklar bleibt, ob es sich lediglich um einen Verweis auf weitere Angaben handelt oder ob damit eine (Kraft-)Wirkung symbolisiert werden soll. In der Summe weist die Darstellung zudem eine äußerst hohe Informationsdichte auf, die gegen einen Einsatz im Rahmen der beruflichen Ausbildung spricht.

Für das an dieser Stelle diskutierte Beispiel lässt sich eine Vielzahl weiterer Probleme finden, sodass allgemeine Handlungsbedarfe im Rahmen der Professionalisierung von Lehrenden der beruflichen Bildung offensichtlich werden.

Die Probleme in der didaktischen Qualität der Repräsentation bildungsrelevanter Inhalte beruflicher Arbeit lassen sich aus Sicht der Verfasser inhaltsbezogen differenzieren. Während Handlungen (Arbeitstätigkeiten) und erscheinungsaffine (fotorealistische) Repräsentationen von Materialien/Stoffen, Prozessen und Apparaten i. d. R. korrekt dargestellt werden, treten bei der Repräsentation von Materialien/Stoffen und deren strukturellem Aufbau oder von Prozessen und deren zugrunde liegenden Wirkprinzipien oftmals Fehler auf. Bei letzteren handelt es sich um merkmalsbezogene Repräsentationen, die prinzipiell eine erste Abstraktion einschließen. Das heißt, es wird bereits eine erste Modellvorstellung vom Aneignungsgegenstand wiedergegeben (vgl. Abb.2).

Sowohl bei der Entwicklung der Anschauungsmodelle (= Repräsentationsformen) über das Denkmodell (1) als auch beim Lernen mittels Anschauungsmodellen (2) können Fehlinterpretationen und darüber Fehlkonzepte bei den Lernenden entstehen, die die Erkenntnis hemmen (vgl. hierzu auch Saborowski 2000, 65ff.).

Mit Blick auf die Entscheidungsprozesse im Verlauf der Entwicklung (1) sowie des Einsatzes und der Re-Interpretation (2) von Repräsentationen (vgl. Abb.3) erscheint es erforderlich, die repräsentierten Inhalte und die kognitiven Prozesse der Inhaltserschließung mitzudenken. Das schließt die Betrachtung und Bewertung implizit gegebener oder explizit gewünschter Zusatzinformationen bzw. irrelevanter „Zutaten“ ein. Grundlegend ist hierfür die prinzipielle Verschiedenartigkeit der mentalen Modelle anzuerkennen. Aufgrund der Subjektivität der Wahrnehmungs- und Erkenntnisprozesse weichen das Denkmodell des Erstellers eines Anschauungsmodells – als Repräsentationsform – und das Denkmodell des Nutzers dieses Anschauungsmodells voneinander ab (vgl. Saborowski 2000). Allerdings ist davon auszuge-

hen, dass die Wahrscheinlichkeit des „Verstehens“ der im konkreten Modell enthaltenen Informationen umso höher ist, je kongruenter die beiden abstrakten Modelle sind. Deshalb sind neben der theoriebewussten (deduktiven) Entwicklung von Repräsentationsformen immer auch deren Wirkung als erkenntnisunterstützendes Mittel zu evaluieren, um hierüber (induktiv) weitere subjektive Denkbarrieren zu erfassen und Anpassungen abzuleiten.

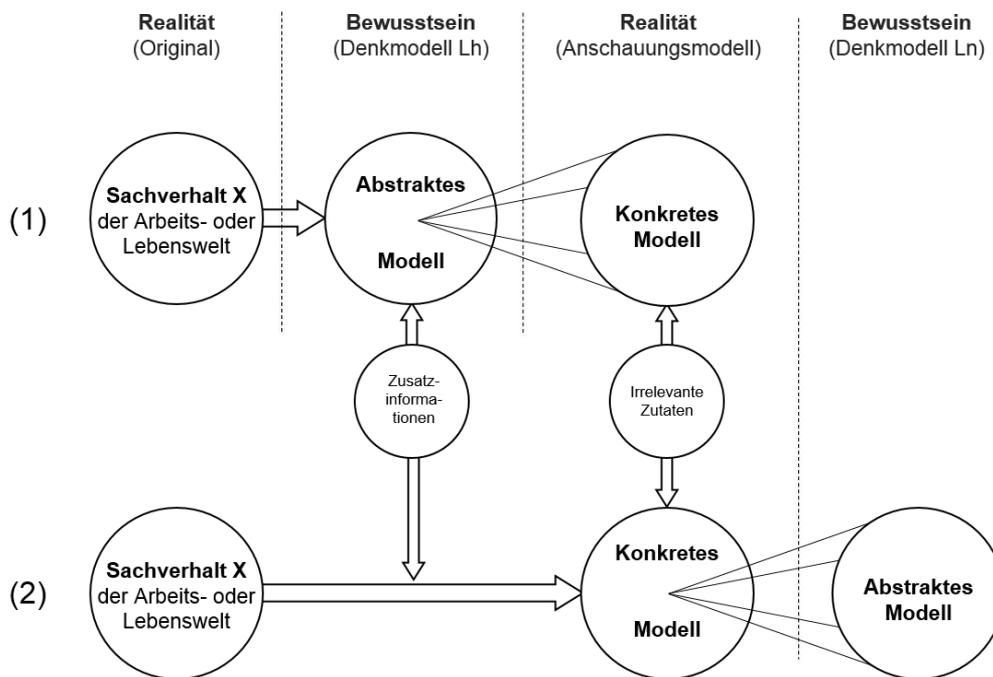


Abbildung 3: Modellbildung im Kontext der Entwicklung (1) und des Einsatzes (2) von Repräsentationen (erweitert nach Steinbuch 1977, 38)

4 Repräsentation von Arbeitswelt als didaktische Herausforderung

Die Entwicklung und didaktische Bewertung von Repräsentationsformen als erkenntnisunterstützende Mittel basiert auf der intensiven Auseinandersetzung mit den jeweils erkenntnisrelevanten Inhalten und deren schwierigkeitsbestimmenden Merkmalen. Inhaltliche Bezugspunkte in der beruflichen Aus- und Weiterbildung sind – wie bereits gesagt – die beruflichen Arbeitsaufgaben, über die die Inhalte der Arbeit zum einen determiniert und zum anderen kontextualisiert werden.

Die Inhalte, die zur sachgerechten Bewältigung der jeweiligen beruflichen Arbeitsaufgabe in Form von Kenntnissen, Fähigkeiten, Fertigkeiten, Einstellungen usw. von der Fachkraft einzubringen sind, lassen sich strukturieren (vgl. Abb. 4). Zum einen bedarf es Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten usw. zu den notwendigen Arbeits- und Denkschritten (=Handlungswissen), durch deren Umsetzung die Arbeitstätigkeit bzw. untergeordnet die Arbeitshandlung realisiert wird. Dieses Handlungswissen kann sowohl bewusstseinspflichtig, bewusstseinsfähig als auch nicht mehr bewusstseinsfähig sein, wenn es zu Routinen verinnerlicht und darüber automatisiert wurde (vgl. Hacker 1986). Handlungswissen trägt häufig den Charakter

von Regelwissen, sodass die Arbeits- und Denkschritte im Rahmen standardisierter Arbeitsaufgaben sachgerecht ausgeführt werden können.

Sind die Arbeitshandlungen immer wieder neuen, variablen Bedingungen anzupassen (= ein Merkmal beruflicher Handlungskompetenz), bedarf es mehr als eines festen Repertoires von Handlungswissen. Dann ist zusätzliches Begründungswissen bzw. handlungsleitendes Wissen für die Wahl bzw. die kontextbezogene Anpassung und Ausführung der Denk- und Arbeitsschritte notwendig. Dieses Hintergrundwissen wird im Begriff des Sachwissens zusammengefasst (vgl. Niethammer 2006). Durch die direkte Verknüpfung des Sachwissens mit den konkreten Arbeitsaufgaben werden für die Lernenden Motive gesetzt, da die zu erschließenden Wissens Elemente legitimiert bzw. deren Bedeutsamkeit für das berufliche Handeln herausgestellt werden.

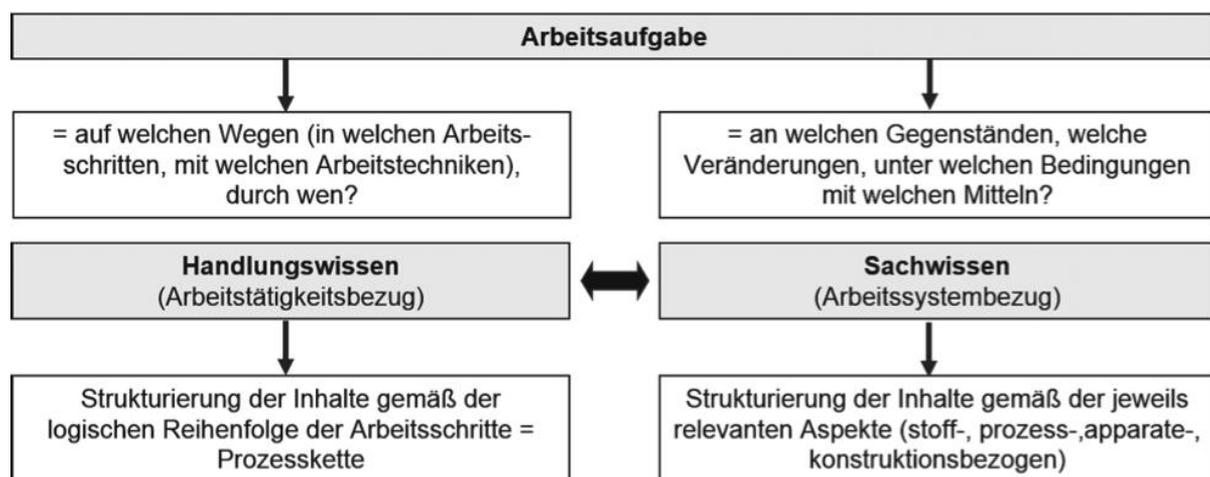


Abbildung 4: Arbeitsaufgabenbasierte Strukturierung bildungsrelevanter Inhalte der Arbeit

Die systematische didaktische Aufbereitung von Arbeitsaufgaben als Lern-, Arbeits- und Gestaltungsaufgaben (vgl. a. a. O.) sowie die Bereitstellung inhaltsadäquater Repräsentationen soll den Lernenden ermöglichen, eigene Modellvorstellungen zu entwickeln. Damit wird das arbeitsaufgabenrelevante Hintergrundwissen, welches kausale, finale und konditionale Relationen umfassen kann, aus Sicht der Lernenden verstehbar. Im Folgenden wird nur auf das Sachwissen fokussiert, da dieses aufgrund seines potenziell abstrakten Charakters eher zu Lernschwierigkeiten führen kann.

Die didaktische Herausforderung besteht darin, die relevanten Inhalte der Arbeit theoriegeleitet und damit systematisch in – für Lehr- und Lernprozesse – nutzbare Repräsentationen zu überführen. Dies erfordert zunächst die sachlogische Strukturierung der Inhalte bzw. der jeweiligen Inhaltsrelationen. Ein erster Ansatz ist mit der Strukturierung des Sachwissens (Hintergrundwissens) nach den zum einen jeweils bedeutsamen Aneignungsgegenständen – Arbeitsgegenstand, -prozess und -mittel – und zum anderen nach den Betrachtungsebenen gegeben. Letztere differenzieren, ob die Gegenstände und Prozesse aus einer naturwissenschaftlichen oder einer ingenieurwissenschaftlichen Perspektive betrachtet werden (vgl. Abb. 5). Aus technischer Sicht stehen die Fragen zur Funktionsweise und Zweckmäßigkeit eines

technischen Artefaktes und folglich zu Optimierungsmöglichkeiten im Vordergrund. Solche Fragen orientieren auf finale und konditionale Inhaltsrelationen (Welche Mittel sind für welchen Zweck unter welchen Bedingungen verfügbar bzw. erforderlich?). Die Frage nach den Ursachen führt auf die naturwissenschaftliche Ebene der Betrachtung. Unter dieser Perspektive interessieren kausale (Ursache-Wirkung) und konditionale (Bedingung - Bedingtes) Zusammenhänge.

Aspekte des Arbeitssystem (Hintergrundwissen)					
Betrachtungsebene	(Arbeits-) Gegenstände	(Arbeits-) Prozesse		(Arbeits-) Mittel	Allgemeine Zusammenhänge
naturwissenschaftlich	SUBSTANZ (Substanzaspekt)	VERÄNDERUNGEN u. BEDINGUNGEN (unter dem Substanzaspekt)			kausal (Ursache – Wirkung) und konditional (Bedingung-Bedingtes)
	Elemente, Verbindungen, Gemische	Chem. Prozesse	Phys. Prozesse		
		Polymerisation, Kondensation	Verdunstung, Emulgieren		
ingenieurwissenschaftlich	MATERIAL (Materialaspekt)	VERÄNDERUNGEN u. BEDINGUNGEN (unter dem Materialaspekt)		TECHNISCHE SYSTEME (Apparateaspekt) Gerät, Maschine, Systeme der Informations- verarbeitung (CAD)	final (Zweck – Mittel) und konditional (Bedingung-Bedingtes)
	Rohstoff, Werkstoff, Hilfsstoff	Materialänderung	Formänderung		
		Vorbehandlung, Veränderung der Zusammensetzung	Ur-/Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten		
	KONSTRUKTION (Konstruktionsaspekt)	VERÄNDERUNGEN u. BEDINGUNGEN (unter dem Konstruktionsaspekt)			
Bauteil, Baugruppe	Entwerfen, Fertigen, Montieren, Demontieren, Instandhalten, Warten, Verformungen				

Abbildung 5: Aspekte des Arbeitssystems

Welche dieser Betrachtungsebenen für die Verstehensprozesse und damit die Entwicklung beruflicher Handlungskompetenz von Nöten ist, muss vor dem Hintergrund der beruflichen Arbeit, genauer der jeweiligen Handlung gespiegelt und bewertet werden. Prinzipiell schließt die ingenieurwissenschaftliche Betrachtung die naturwissenschaftliche ein, da nur das zweckmäßig sein kann, was ursächlich möglich ist. Das bedeutet jedoch nicht, dass diese naturwissenschaftliche Betrachtung immer geführt werden muss. Häufig ist sie dem Experten nicht bewusst/bekannt. So kann z. B. nicht jede Fachkraft, die um die Bedeutung des Wasser/Zement-Wertes für die Betonfestigkeit weiß und diesen auch praktisch einhält, erklären, warum die Betonfestigkeit bei zu viel oder zu wenig Wasser abnimmt. Hierfür ist ein naturwissenschaftliches Verständnis vom Aushärtungsprozess notwendig. Die Notwendigkeit der Vermittlung solcher Inhalte sollte von Seiten der Lehrenden jedoch nicht nur vor dem Hintergrund berufstypischer Routineaufgaben gespiegelt werden. Ändern sich die Arbeitsbedingungen, muss zum Teil auch regelgeleitetes Handeln hinterfragt und den Bedingungen angepasst werden. Das setzt ein grundsätzliches Verstehen der Sachverhalte voraus. Gerade über das Klären des „Warum?“ kann das Verständnis für die Arbeitshandlung selbst und damit deren Akzeptanz/das Erkennen der Notwendigkeit dieser gefördert werden. Darüber hinaus werden Baufehler und damit Kosten vermieden, da das stoische Befolgen von Arbeitsregeln durch ein reflexives Abarbeiten dieser ersetzt wird.

Neben den Betrachtungsebenen werden die Aspekte des Arbeitssystems (Gegenstände, Prozesse, Mittel) durch die Faktoren Abstraktheit/Kompliziertheit sowie Komplexität determiniert. Das Wissen um dieses umfassende Bedingungsgefüge bildet die Grundlage für die Bewertung und Entwicklung von Repräsentationsformen. Wenn das Sachwissen über Repräsentationen verstehbar gemacht werden soll, müssen letztere die jeweiligen schwierigkeitsbestimmenden Merkmale widerspiegeln. Dies setzt voraus, dass die jeweils charakteristischen Merkmale (Inhalte und Inhaltsrelationen) der Aneignungsgegenstände bekannt sind.

Die Strukturierung der Inhalte gemäß der Matrix in Abbildung 5 erlaubt eine Zuordnung schwierigkeitsbestimmender Merkmale auf der Basis der jeweils immanenten Relationen, wie z. B. Struktur-Eigenschafts- oder Funktions-Konstruktions-Zusammenhänge (Aspekte des Arbeitssystems, vgl. Abb.5).

Hieraus werden zwei Hypothesen abgeleitet:

1. Lehrende können Repräsentationen in Hinblick auf ihre Lernhaltigkeit umso besser bewerten bzw. diese selbst entwickeln, je besser sie dazu in der Lage sind, die Aneignungsgegenstände sachlogisch zu strukturieren.
2. Die Auseinandersetzung mit einem konkreten Aneignungsgegenstand einschließlich seiner Merkmale steht in Korrelation zu den Repräsentationsmöglichkeiten, weshalb der Variantenreichtum an denkbaren Repräsentationen reduziert wird.

Die gewählte oder entwickelte Repräsentation ist aus einer didaktisch bzw. erkenntnis- sowie wahrnehmungstheoretisch induzierten Sichtweise zu optimieren. Innerhalb dieses Optimierungs- und Bewertungsprozesses ist der Abstraktionsgrad (Nähe zum Konkreten und damit die Anschaulichkeit des Sachinhalts), die Komplexität (Menge an Informationen, die eine Repräsentation enthält) sowie die Modalität (rekurriert auf die Art der Repräsentation als Text, Bild, Ton, Geruch etc.) der Repräsentation inhalts- und adressatenbezogen sowie in Bezug auf die anvisierten kognitiven Verstehensprozesse (=Ziele) zu variieren. Über die didaktische Auseinandersetzung wird sich demnach dem Optimum angenähert, wobei die Ziel-Inhalt-Adressaten-Relation das Korrektiv darstellt (vgl. Abb. 6).

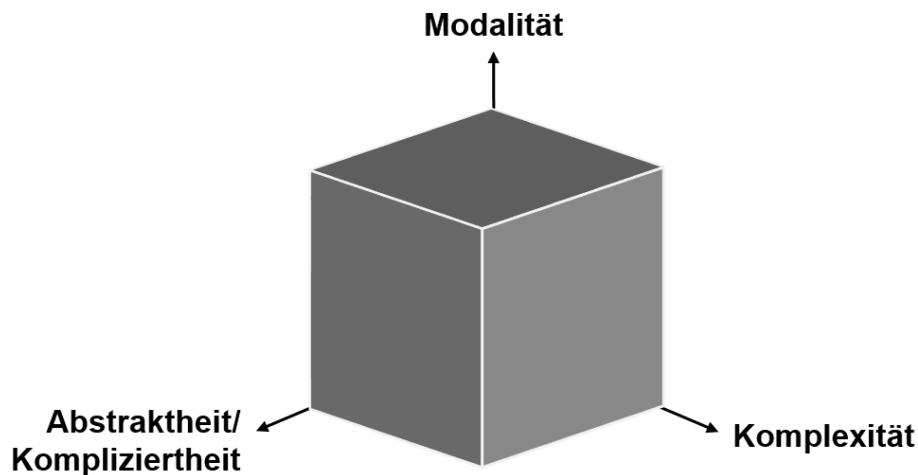


Abbildung 6: Ganzheit an denkbaren Repräsentationsformen für einen spezifischen Aneignungsgegenstand

Dieser (iterative) Prozess soll im Folgenden kurz exemplarisch anhand des Abstraktionsgrades beschrieben werden. Stehen finale Zusammenhänge (Zweck-Mittel) im Mittelpunkt des Lernprozesses, wie z.B. die Wahl eines für den Kunden zweckmäßigen Baustoffes, ist zu überlegen, ob diese Entscheidung bereits über die Eigenschaften und das Verhalten der Baustoffe oder über den Aufbau des Baustoffes erfolgreich begründet werden kann. Während Eigenschaften und Verhalten über erscheinungsaffine Repräsentationen zugänglich werden, bedarf ein Verständnis des Aufbaus eines Stoffes eher merkmalsaffiner Zugänge.

Steht das Verstehen kausaler Zusammenhänge (Ursache-Wirkung) im Vordergrund, müssen in der Regel nicht anschauliche Aspekte und Zusammenhänge, wie eben der Aufbau von Baustoffen auf der Teilchenebene oder der Prozess der Aushärtung von Bindemitteln oder der Kraftverlauf im Bauwerk, repräsentiert werden. Es müssen wesentliche Aspekte des Aneignungsgegenstandes, die theoretisch abgeleitet wurden und Ergebnis vorangegangener Erkenntnisprozesse sind, dargestellt werden. Dies erfordert eine wesensaffine Darstellung (vgl. Abb. 7).

In einem zweiten Schritt kann der Abstraktionsgrad noch weiter erhöht werden, indem inaffine, also symbolische Repräsentationen gewählt werden. Diese setzen voraus, dass die Vereinbarungen zur Bedeutung der Symbole mit den Lernenden erarbeitet wurden. Neben der Variation des Abstraktionsgrades sind – wie bereits formuliert – die Komplexität und die Modalität der Repräsentation zu bewerten bzw. zu gestalten. Bezugspunkte hierfür sind in jedem Fall die avisierten Erkenntnisprozesse der Lernenden sowie die potenziellen Erkenntnisbarrieren. Die bedingungsabhängigen Gestaltungskriterien sind weiter zu erkunden und in ihren interdependenten Wirkungen zu untersuchen. Im Ergebnis wird eine Zusammenstellung erwartet, die eine handlungsleitende Basis für die didaktische Entwicklung und Bewertung von Repräsentationsformen bietet.

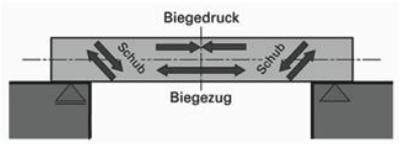
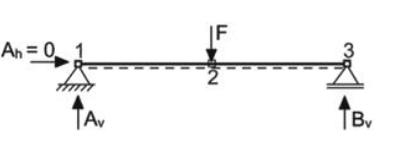
Beispiele	Wesentliche Merkmale	Repräsentationsform
	Repräsentation realer Phänomene (Wirkungen) Die Objekte werden (foto)realistisch abgebildet.	Erscheinungsaffin (realistische Bilder)
	Repräsentation des Wesens (Ursache und Bedingungen von Phänomenen)	Wesensaffin (Analogiebilder)
	Symbolische Repräsentation der Realität Die Darstellung der Wirkungen, Ursachen und ihren Bedingungen erfolgt mittels Symbolen (Vereinbarungen).	Inaffin (Logische Bilder)

Abbildung 7: Differenzierung der Repräsentationsformen nach dem Abstraktionsgrad (vgl. Schnotz 1994; Rieber 2000; Storz/Wiring 1987; Grafiken v. o.: www.beautifulnoise.de/wolfmelloh, Europa Lehrmittel, www.ki-smile.de)

5 Zusammenfassung

Perspektivisch ist der avisierte Ansatz zu prüfen, indem unterschiedliche Repräsentationsformen zu den verschiedenen inhaltlichen Aspekten zunächst theoriebewusst entwickelt bzw. gegebene Repräsentationsformen bewertet werden (deduktives Vorgehen). Die Repräsentationsformen sind im Anschluss im Kontext von Lehr-Lernprozessen in ihrer Wirkung zu prüfen, sodass in einem iterativen Prozess weitere Kriterien für die Darstellung sowie subjektiv bedeutsame schwierigkeiterzeugende Merkmale induktiv abgeleitet werden können. Hierzu sind der Einsatz sowie das Verstehen in unterrichtlichen Realsituationen und unter differenzierten Bedingungen empirisch zu prüfen. Der didaktische Ansatz für die Erstellung und Bewertung von Repräsentationsformen wird hierüber erweitert und validiert.

Literatur

BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2014): Bekanntmachung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung von Richtlinien zur Förderung von Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet des „Erfahrbaren Lernens“. Online: <https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung.php?B=972>. (08-07-2015).

Deutscher Bundestag (2011): Zweiter Zwischenbericht der Enquete-Kommission „Internet und digitale Gesellschaft“. Medienkompetenz. Drucksache 17/7286. Online: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/072/1707286.pdf> (21-07-15).

Hacker, W. (1986): Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten. Berlin.

- Kohls, CH. (2012): Erprobte Einsatzszenarien für interaktive Whiteboards. In: Medien in der Wissenschaft, 61, 187-197.
- Levie, W.H./LENZ, R. (1982): Effects of Text Illustrations: A Review of Research. ICTJ, 30, H. 4, 195-232.
- Niethammer, M. (2006): Berufliches Lehren und Lernen in Korrelation zur chemiebezogenen Facharbeit. Ansprüche und Gestaltungsansätze. Bielefeld.
- Piaget, J. (1991): Meine Theorie der geistigen Entwicklung. Hrsg. von Fatke, R. Frankfurt a.M., ungekürzte, durchgesehene Ausgabe.
- Ray, G.D. (2009): E-Learning. Theorien, Gestaltungsempfehlungen und Forschung. Bern.
- Renkl, A. (2009): Wissenserwerb. In: Wild, E./Möller, J. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Berlin, Heidelberg. 2. Aufl., 3-26.
- Rieber, L.P. (2000): Computers, graphics and learning. Online: <http://www.nowhereroad.com/cgl/CGLBook.pdf> (21-07-15).
- Saborowski, J. (2000): Computervisualisierung und Modelldenken. Norderstedt.
- Schnotz (1994): Wissenserwerb mit logischen Bildern. In: Weidemann, B. (Hrsg.): Wissenserwerb mit Bildern. Bern, 95-147.
- Schnotz, W. (2002): Towards an integrated view of learning from text and visual displays. In: Educational Psychology Review, 14, H. 1, 101-120.
- Schnotz,W./Bannert, M. (1999): Einflüsse der Visualisierungsform auf die Konstruktion mentaler Modelle beim Text- und Bildverstehen. In: Zeitschrift für Experimentelle Psychologie, 46, H. 3, 217-236.
- Schnotz,W./Bannert, M. (2003): Construction and interference in learning from multiple representation. In: Learning and Instruction, 13, 141-156.
- Schönburg, K. (2002): Historische Beschichtungstechniken. Erhalten und Bewahren. Berlin.
- Steinbuch, K. (1977): Kommunikationstechnik. Berlin u. a.
- Storz P./Wirsing, G. (Hrsg.) (1987): Unterrichtsmethodik Technische Chemie: Berufstheoretischer Unterricht. Leipzig.

Zitieren dieses Beitrages

Niethammer, M./Schweder, M. (2016): Es geht nichts über das Original!? – Ein Diskurs zur Repräsentation von Arbeitswelt. In: *bwp@ Spezial 13: Fachtagung Bau, Holz, Farbe und Raumgestaltung 2015: Zwischen Inklusion und Akademisierung – aktuelle Herausforderungen für die Berufsbildung*, hrsg. v. Baabe-Meijer, S./Kuhlmeier, W./Meysner, J., 1-15. Online: http://www.bwpat.de/spezial13/niethammer_schweder_bwpat_spezial13.pdf (18.11.2016).

Die AutorInnen



Prof. Dr. MANUELA NIETHAMMER

Technische Universität Dresden, Institut für Berufspädagogik und Berufliche Didaktiken, Fachgebiet: Bautechnik, Holztechnik sowie

manuela.niethammer@tu-dresden.de

https://tu-dresden.de/gsw/ew/ibbd/ct/fachrichtung/ma/niethammer_manuela



Dipl. Berufspäd. MARCEL SCHWEDER

Technische Universität Dresden, Institut für Berufspädagogik und Berufliche Didaktiken, Fachgebiet: Bautechnik, Holztechnik sowie

marcel.schweder@tu-dresden.de

https://tu-dresden.de/gsw/ew/ibbd/btht/die-professur/beschaefigte-details/marcel_schweder