

Informatisierung in der Baufacharbeit

Im Unterschied zu industriellen Beschäftigungsfeldern z. B. in gewerblich-technischen Bereichen der Metall- und Elektrotechnik ist die Informatisierung der Facharbeit in den Bau- und Ausbaugewerken bisher deutlich geringer entwickelt. Dennoch ist auch hier mittel- bis langfristig mit einer Steigerung des Einsatzes digitaler Technologien zu rechnen. In diesem Beitrag wird das Feld überblickshaft erhoben und strukturiert, um über das Eingrenzen übergeordneter Qualifikationsanforderungen auch erste Ansprüche an bauberufliche Lernprozesse skizzieren zu können.

1 Aufgaben- und Problemstellungen

Als „Materialisierung des Informationsgebrauchs“ (Boes 2005, 4) bzw. als „Automatisierung geistiger bzw. informationsverarbeitender und informationserarbeitender Arbeitstätigkeit“ (Hacker 2005, 15) werden durch die Informatisierung nicht nur Arbeitsprodukte, sondern vor allem auch Arbeitsprozesse und damit berufliche Facharbeit verändert. Mittels digitaler IuK-Technologien lassen sich die Arbeitsorganisation und mit automatisierter Fertigungstechnologie auch Arbeitsprozesse effizienter gestalten. Ihr Einsatz schließt immer mehr auch berufliche Lernprozesse ein.¹

Die Informatisierung hat in den industriellen Produktionsfeldern, z. B. in der Maschinen- und Anlagentechnik, bereits früh Fuß gefasst und zu umfassenden Veränderungen geführt. Erleichternd wirkten typische Merkmale industrieller Produktion wie z. B. die Standardisierung von Produkten, die stationäre Serienfertigung oder der Einsatz von Fertigteilen bei der Produktmontage.

Die Umsetzung von IuK-Technologien in den vorwiegend handwerklich tätigen Bau- und Ausbaugewerken findet dagegen vor allem punktuell und in der Breite eher zögerlich statt. Im Unterschied zu teilweise industriell ausgerichteten Produktionsbereichen (bspw. im Fertigungsbau oder im Gleisbau) sind Formen der Informatisierung in kleinen und mittleren Bauunternehmen wenig ausgeprägt. Gerade die Entwurfs- und Planungsarbeit ist hier mittlerweile digitalisiert. Dagegen war der Anteil der IuK-Technologien bei den arbeitsvorbereitenden und -durchführenden Tätigkeiten bis in die jüngere Vergangenheit durchgehend niedrig.

Dieser Sachverhalt gründet offensichtlich auch in den Spezifika der Produktion und der Facharbeit in den Baugewerken. Dazu zählen überwiegend instationäre Arbeitsprozesse, häufig unikale Baukonstruktionen bei zugleich niedriger Vorfertigungsorientierung sowie die hohe Gewerkevielfalt, weshalb in vielen baugewerblich ausgerichteten Bereichen anstatt von einer Informatisierung allenfalls von EDV-gestützten Tätigkeiten gesprochen werden kann. Ein weiterer Grund lässt sich darüber hinaus auch in einem Implementationsproblem bei IT-basierten Innovationen (vgl. Birken 2014) vermuten.

Weitgehend unbekannt sind die detaillierten Auswirkungen des Einsatzes von IuK-Technologien auf die bauberufliche Facharbeit, d. h. auf vor allem handwerklich ausgerichtete Arbeitsprozesse sowie damit verbundene Anforderungen an das Arbeitsprozesswissen von Fachkräften in den Bau- und Ausbauberufen.

2 Ansätze und Entwicklungen bautechnischer Informatisierung

Werden Ansätze und Entwicklungen der Informatisierung und Digitalisierung bauberuflicher Facharbeit genauer betrachtet, ergibt sich zunächst ein sehr uneinheitliches Bild. Unklar erscheint, in welchen Bereichen, in welcher Form und in welchem Umfang IuK-Technologien in der Bautechnik eingesetzt werden. Auf den ersten Blick ist wenig ersichtlich, inwieweit und in welchem Ausmaß sie die Facharbeit beeinflussen. Plausibel stellt sich dagegen eine zunächst grobe Strukturierung des Technologieeinsatzes nach Einsatzorten und -umgebungen dar. Die Unterscheidung von stationären, instationären und virtuellen Umgebungen informatisierter Arbeitsprozesse entspricht typischen Gegebenheiten der Baufacharbeit. Innerhalb dieser Gruppen kann weiter differenziert werden, inwieweit die Informatisierung Aufgaben in den Hierarchieebenen der Akteure (Facharbeiter, Polier bzw. Meister) beeinflussen.

2.1 Informatisierung in stationären Umgebungen

Die stationäre Bauelementeproduktion bietet Möglichkeiten einer weitergehenden Technologisierung und Automatisierung von Fertigungsprozessen. Dies zieht Bemühungen um Standards von Produkten und Prozessen nach sich bzw. setzt diese voraus.

Neben Holzbauunternehmen, die Außenbauteile (Wände, Decken und Dächer) von Wohngebäuden vorfertigen, sind Holz-Abbundbetriebe, Hersteller

¹ In Abgrenzung zur Informatisierung wird unter dem Begriff der Digitalisierung der betriebliche Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien, einerseits als Instrument der Vorstrukturierung betrieblicher Abläufe, andererseits als flexibles Medium der Kommunikation, verstanden (vgl. Schulz-Schaeffer /Funken 2008, 15). Nach diesem Verständnis kann die Digitalisierung Prozesse der Informatisierung betrieblicher Arbeit beinhalten.

von Öffnungsbauteilen (Fenster und Türen), vor allem aber Betriebe im Innenausbau mit Holz und Holzwerkstoffen (Möbel, Treppen) bekannt. Es ist davon auszugehen, dass heute bis zu einem Drittel dieser Betriebe sog. „C-Technologien“ eingeführt haben. Dazu zählen neben CAD auch CAM (softwarebasierte Fertigungsplanung) sowie CNC (computergestützte numerischer Steuerung von Fertigungsprozessen und Anlagen). Die Standardisierung von Baustoffen, Produkten und Bausystemen begünstigt dabei eine breiter werdende Anwendung und zugleich Kompatibilität der Leistungen unterschiedlicher Gewerke. Ferner sind zahlreiche herstelleregebundene, innovative Lösungen im Bereich der stationären Baurobotik zu finden. Zunehmend erkennen auch Maschinen- und Anlagenhersteller einen Markt in der Informatisierung und Digitalisierung von Herstellungsprozessen im Baubereich und bieten entsprechende Fertigungstechnik an. Von großem Interesse ist mittlerweile auch die Tatsache, dass Automatisierung stationärer Fertigungsprozesse im Falle unikatlicher Bauprodukte („Losgröße 1“) wirtschaftlich erscheint (vgl. Ludolph/Behre/Herchenhahn 2005, 112 f.). Ursachen hierfür finden sich in der Automatisierung der Datenübergabe an Schnittstellen von Bearbeitungsebenen sowie in Optimierungen der Maschinen- und Anlagentechnik, wie etwa durch Zusammenfassen von Bearbeitungsschritten oder Verkürzen von Umrüstzeiten und Bearbeitungswegen.

Vor diesem Hintergrund verlieren benannte Hindernisse der Automatisierung einer baubezogenen Produktherstellung zunehmend an Bedeutung, was zugleich im engen Zusammenhang mit einer steigenden Informatisierung bauberuflicher Arbeitstätigkeiten und -prozesse zu sehen ist.

2.2 Informatisierung in instationären Umgebungen

Vor allem auf Großbaustellen im Hoch- und Industriebau, im Erdbau (GPS-ge-

steuerte Baumaschinen), im Straßenbau oder im Gleisbau (Gleisbauzüge) sind z. T. hochautomatisierte, informatisierte Fertigungsprozesse seit längerem bekannt. Hier sind auch die Planung und die Organisation weitgehend digitalisiert. Bei der instationären, bauhandwerklichen Fertigung werden digitale Technologien dagegen eher punktuell eingesetzt – vor allem in Form EDV-kompatibler Handgeräte. Angeführt sei etwa der Einsatz von Lasertechniken im Vermessungswesen, bei der Bauaufnahme oder beim Bauen im Bestand. Auf Baustellen oder für das Aufmaß in Wohnungen sind Laser-Distanzmesser, selbstnivellierende Kreuzlinien-Lot-Laser oder auch bereits mobile Endgeräte (Smartphone oder Tablet-Computer) mit entsprechender Software im Einsatz. Mit Hilfe der Nahbereichsfotogrammetrie lassen sich z. B. Gebäude und Innenräume digital gestützt aufnehmen (vgl. Hauschild/Karzel 2010, 27; Stürmer 2014, 24).

Instationär finden sich digitale Technologien bei bauphysikalischen Messungen (Wärme, Feuchte, Luft) in Bauteilen bzw. auf Bauteiloberflächen (vgl. Standecker 2014, 58). Wärmebildkameras liefern mittels HDR-Technologie (sowie Hard- und Softwareapplikation für mobile Endgeräte) berührungsfrei Informationen über Bauteile und deren Aufbauten.

Zerstörungsfrei lassen sich mit mobilen Geräten z. B. die Betondeckung von Bewehrungsstäben ermitteln oder Spannstahlbrüche orten. Setzungen von Bauwerken und Rissfortschritte werden über digitale Messeinrichtungen erfasst (vgl. Cruz et al. 2014, 390). Durch digital gestützte Sondierungen ist es möglich, z. B. den Frischbetondruck auf Schalungen, die Lagerungsdichte von Böden, den Zustand von Kanälen oder endoskopisch von Balkenköpfen im Mauerwerk zu ermitteln.

Bei diesen mobilen digitalen Technologien in instationären Umgebungen geht es insbesondere um das Erfassen, Messen und Prüfen baulicher Ist-Zustände

und bautechnischer Sachverhalte. Entsprechende Tätigkeiten sind dabei eher in Phasen der Durchführungsplanung und Arbeitsvorbereitung anzutreffen und weniger bei der unmittelbaren Produkterstellung. Vorteilhaft wirken in diesen Fällen digitaler Datenerfassung hohe Genauigkeiten, zeitliche Ersparnisse und variable Optionen der Datenverarbeitung und -übergabe. Diese Merkmale spielen gerade mit Blick auf weit auseinanderliegende Bauorte, also auf räumlich, zeitlich und personell separierte Baugeschehnisse, eine zunehmend wichtige Rolle.

2.3 Informatisierung in virtuellen Umgebungen und Zusammenhängen

Dass bauberufliche Arbeitstätigkeiten im Kontext virtueller, also nicht physischer Arbeitsumgebungen nicht mehr nur in ferner Zukunft liegen, beweist ein Blick auf neue Technologien in Bereichen der Bautechnik, die sich auf eine virtuelle Abbildung des Bauwerkes und des Bauprozesses richten. Hier sind Ansätze wie das „Building Information Modelling“ (BIM) und in diesem Zusammenhang auch die „Radio Frequency Identification“ (RFID) hervorzuheben. Beide Technologien greifen eng ineinander bzw. bedingen sich zum Teil gegenseitig (vgl. Kreger/Irmler 2014).

Beim BIM werden alle baubezogenen Daten zunächst auf der Planungsebene mit entsprechender Software digital erfasst und untereinander in Beziehung gesetzt. Auf diese Weise entstehen netzförmige Verknüpfungen, die in einem dreidimensionalen Modell abgebildet werden. Dieses Modell bildet die virtuelle Grundlage und Umgebung für alle Beteiligten am Projekt. Es nutzt gegenüber herkömmlichen IT-Modellen deutlich mehr Informationen und schafft eine synchronisierte Datenbasis, auf die alle am Bau Beteiligten zugreifen können. So kann der Technische Gebäudeausrüster frühzeitig die Medienführung kenntlich machen, der Tragwerksplaner das statische Modell oder Gewerke des Innen-

ausbaus ihre Planungen anpassen. Mit Einbeziehung der Bauausführenden, sowohl in der Bauplanung als auch in der Ausführungsphase, lassen sich Arbeitsabläufe transparenter und effizienter gestalten, um die Fertigstellung des Bauwerkes zu gewährleisten. Der Lebenszyklus eines Bauwerkes lässt sich zudem in allen Phasen – bis hin zur Nutzung und Instandhaltung, Sanierung und zum Rückbau – betrachten und steuern (vgl. Zwinger et al. 2014, 107 ff.).

Während BIM vor allem planerische Funktionen beinhaltet, finden sich RFID-Technologien in den Ausführungsprozessen selbst. Kern dieser „Autoidentifikationstechnik“ sind mit Transpondern versehene Objekte (Bauprodukte, -elemente und Baugeräte), die numerische Informationen über elektromagnetische Wellen senden und empfangen. Ein Lesegerät stellt die Schnittstelle zwischen den auf dem Chip gespeicherten Informationen und der unternehmenseigenen Datenhaltung sicher (vgl. Jehle et al. 2011). Objekte lassen sich dadurch digital identifizieren und verbuchen. Sie sind technisch in der Lage, eigenständig untereinander oder mit entsprechender Anlagen- und Maschinenteknik zu kommunizieren, um so z. B. Informationen zu übermitteln, in welcher Form sie zu welchem Zeitpunkt zu bearbeiten sind. Bei der Informatisierung der (Bau-)Arbeitswelt wird die RFID-Technik zukünftig wohl eine tragende Rolle übernehmen und in der Baubranche bevorzugt logistischen Erfordernissen entgegenkommen (vgl. Wagner et al. 2014, 313 f.). So kann der Transport lokalisierbarer Fertigteile zur Baustelle und deren Einbau(ort) zu jeder Zeit nachverfolgt und überprüft werden. Auch lässt sich die Arbeitsorganisation bei Schalungsarbeiten oder im Gerüstbau mittels RFID-Technik planen, verwalten und in-time steuern. Technologien dieser Art sind bisher vor allem im industriellen Hochbau und auf Großbaustellen eingeführt und verbreitet (vgl. Jehle et al. 2011 und 2013). Detaillierter zu untersuchen bleibt, in welcher Art sie

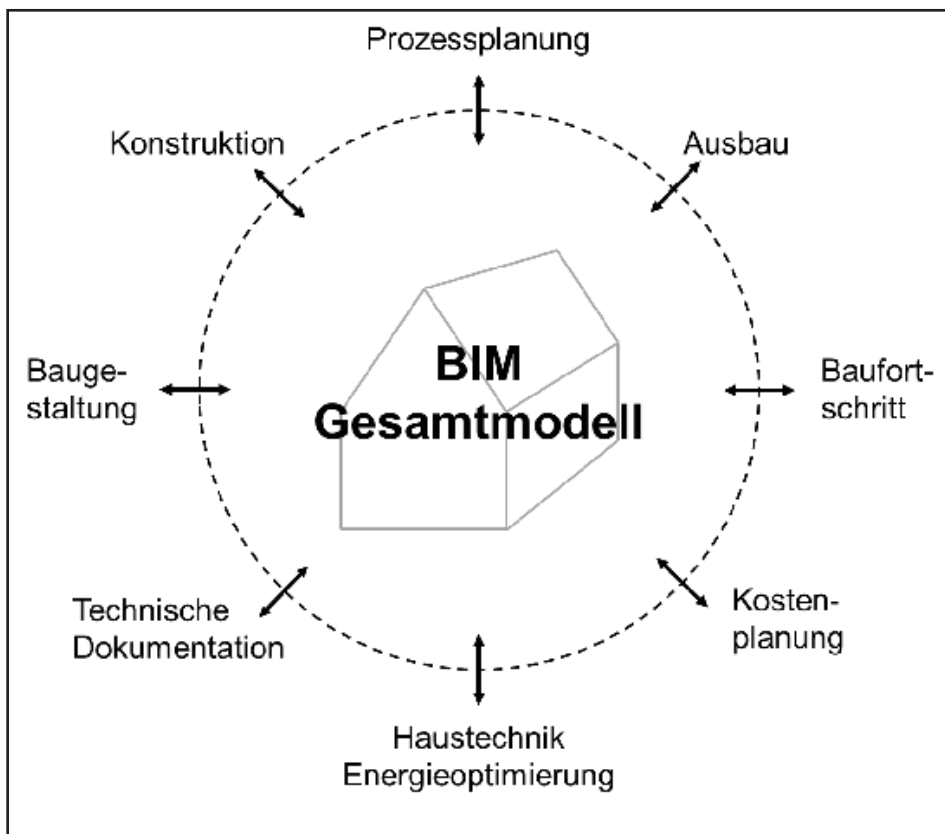


Abb. 1: Building Information Modelling (BIM) – Prinzipstruktur (Schmietendorf 2014)

zukünftig auch Planungs- und Bauprozesse in kleinen und mittleren Bauunternehmen beeinflussen.

3 Informatisierte Facharbeit und bauberufliches Arbeits(prozess)wissen

Die Informatisierung baulicher Technik beeinflusst die bauberufliche Facharbeit unmittelbar, denn es entstehen „Vermittlungs- und Übersetzungserfordernisse zwischen der informatorischen Modellwelt und der materialen Realität“ (Schilcher/Diekmann 2012, 25). Veränderungen hierdurch betreffen so vor allem das Wissen von Facharbeitern, geht es doch um ihre Fähigkeiten, Informationen mittels digitaler Technologien aufzunehmen, zu verarbeiten und zu erzeugen. Dennoch ist die Zunahme von Informations(verarbeitungs)möglichkeiten keinesfalls gleichzusetzen mit

der Zunahme von Wissen. „Pointiert formuliert: Information ohne Wissen bleibt Unsinn [...], denn Informatisierung geht einher mit höheren Notwendigkeiten von Wissen.“ (ebd., 30).

Betrachtet man vor diesem Hintergrund die drei skizzierten Tätigkeitsgebiete, finden sich in stationären Umgebungen Anwendungen von C-Technologien, die aufgrund ihrer Komplexität und Kompliziertheit vielfach ein ausgesprochenes Expertenwissen voraussetzen. Die Fachkräfte verfügen etwa zur Bedienung von CNC-Anlagen im Holzabbund, vor allem auch im Innenausbau über ein hohes Problemlösevermögen in den Bereichen CAD/CAM/CNC. Erworben werden entsprechende Kenntnisse in grundlegender Form günstigenfalls bereits während der beruflichen Erstausbildung bzw.

Technikerausbildung, sofern entsprechende Angebote existieren. Betriebsbezogen und darauf aufbauend werden produktions- und anlagenspezifische Kenntnisse individuell erweitert und differenziert durch Angebote beruflicher Fort- und Weiterbildung vor und/oder während der beruflichen Beschäftigung. Deren Vertiefung findet in aller Regel im alltäglichen Einsatz „an der Maschine“ statt. Daher ist davon auszugehen, dass erst die Besonderheiten und Unvorhersehbarkeiten beim Einsatz der Technologie in realen Produktionsprozessen zu einem tätigkeitsspezifischen Erfahrungswissen führen, das die Fachkraft zum Experten im Tätigkeitsfeld macht. Diese Annahmen korrespondieren mit Erkenntnissen zum Erfahrungswissen und dessen Erwerb als eigenständige Wissens-kategorie (vgl. Böhle et al. 2001, 97; Pfeiffer 2007).

Vom traditionellen Arbeitsprozesswissen etwa eines Zimmerers oder eines Tischlers bzw. Holzmechanikers unterscheidet sich das Expertenwissen einer Fachkraft im Bereich von C-Technologien erheblich, denn dessen Problemlösevermögen gründet in großen Teilen auch auf Fähigkeiten im Umgang mit Kenntnissen und Inhalten aus der Informatik sowie der Maschinen- und Elektrotechnik. Auf spezifisch-bauberufliche Kenntnisse etwa über Materialeigenschaften oder Arbeitsabläufe kann allerdings ein CNC-Experte im Bau nicht verzichten. Insbesondere, wenn C-Technologien in übergeordnete berufliche Arbeitsprozesse der baubezogenen oder bauverwandten Gewerke eingebunden sind, was vielfach die Regel darstellt.

Beim Einsatz digitaler Technologien im stationären Tätigkeitsumfeld sind industrialisierte und handwerkliche Bauarbeitsprozesse zu unterscheiden. Automatisierte Fertigungsabläufe auf (Groß-)Baustellen, im Industrie- oder im Straßenbau setzen ein spezialisiertes Arbeitswissen vor allem zur Steuerung und Kontrolle von Fertigungsprozessen

voraus. Dessen Besonderheiten sind teilweise mit einem Arbeitswissen für den Umgang mit C-Technologien im stationären Bereich vergleichbar.

Weniger umfangreiche Wissensanforderungen ergeben sich bisher aus einem eher bauhandwerklichen Einsatz digitaler Technologien. Tätigkeiten des Messens und Prüfens mittels Baulasern oder digitalen Geräten, etwa zur Erfassung des Zustandes von Baustoffen und Medien, gehören heute teilweise zum Baustellenalltag. Höhere Kenntnisanforderungen ergeben sich mit Blick auf die Datenaufnahme, d. h. bei der Umwandlung analoger Zustände in digitale Informationen. Um Verfälschungen von Messdaten durch Bedienfehler ausschließen zu können, sind Kenntnisse etwa über baustoffliche Besonderheiten (z. B. Anisotropie von Holz) erforderlich. Fachkräfte erwerben die für die Bedienung mobiler, digitaler Geräte erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten zu ihrer Anwendung oftmals „on the job“, autodidaktisch unter Nutzung von Handbüchern und Bedienungsanleitungen, sie erhalten Einweisungen von fachkundigen Kollegen bzw. Vorgesetzten oder umfangreichere Bedienungskenntnisse in Lehrgängen bei den Geräteherstellern.

Zu bemerken ist, dass zunehmend nicht nur Meister und Poliere, sondern auch Fachkräfte mit digitalen Arbeitsgeräten umgehen müssen. Innovationen sind in den Möglichkeiten der digitalen Datenverarbeitung innerhalb der Geräte sowie in der Datenübergabe im Schnittstellenbereich zwischen den Geräten zu erwarten. Schließlich sind mobil erzeugte Daten gegebenenfalls auch in umfassendere Informationssysteme (z. B. in eine digitale, baubegleitende Ausführungsplanung bei der Bausanierung) zu übergeben. Einerseits sollten Baufachkräfte über ein grundlegendes informationstechnisches Wissen zur Datenaufnahme (Datenwandlung) und Datenübergabe verfügen sowie die Tätigkeiten in einen bautechnischen Begründungszusammenhang stellen können. Andererseits ermöglichen erst

methodische Fähigkeiten das selbstständige Auseinandersetzen mit neuen mobilen Technologien.

Anforderungen an das Arbeitswissen von Fachkräften in virtuellen Bauumgebungen lassen sich nur näherungsweise eingrenzen. Das ist vor allem auf hohe Innovationsraten und eine insgesamt sehr dynamische Entwicklung eingesetzter Technologien (BIM, RFID) zurückzuführen. Technologien wie das BIM zielen darauf ab, die Transparenz und Effizienz der Gewerkekooperationen im Bauablauf zu optimieren. Sie repräsentieren informatisierende Prozesse im originären Sinne, „die es möglich machen, dass aus geistigen Tätigkeiten, die stets bestimmten Individuen zuzurechnen sind, arbeitsteilige überindividuelle Prozesse werden“ (Boes 2005, 215). Voraussetzung für den Erfolg dieser Technologie ist ein bautechnisches Fach- und Prozesswissen, nicht nur der planenden, sondern auch der ausführenden Fachkräfte, das fach- und gewerkeübergreifend ausgerichtet ist. Insbesondere sind hierzu die Schnittstellen der Gewerke in den Blick zu nehmen, die sich nicht unbedingt nur aus einem chronologischen Ablauf der Prozessphasen ergeben. Baufachkräfte müssen Produkte und Prozessphasen kennen, in denen eigene Arbeitsleistungen auf die anderer Gewerke Einfluss ausüben und umgekehrt. Sie sollten das kooperative Arbeitshandeln in diesen Bereichen konstruktiv-kritisch hinterfragen und Gewerkeschnittstellen mitgestalten können.

Um ein solches Agieren in digitalen Umgebungen antizipieren zu können, sind Orientierungskompetenzen in virtuellen Räumen, aber auch Hard- und Softwarekenntnisse erforderlich. Voraussetzung ist das grundsätzliche Verstehen der Existenz, der Funktion und der Mitgestaltbarkeit virtueller (Bau-)Modelle und (Bau-)Umgebun-

gen. Der Einsatz von RFID-Technik, beispielsweise im Gerüst- oder Schalungsbau, setzt Fachwissen über die jeweils systembedingten Besonderheiten, bautechnischen Abläufe und Bedingungen sowie über spezifische Informationstechniken, voraus.

Festzuhalten ist, dass „intelligente Systeme“ wie BIM oder RFID Wissens- und Entscheidungsprozesse zwar unterstützen, nicht aber ersetzen können. Da es kaum möglich sein wird, „alle relevanten Parameter und Wirkungszusammenhänge in der Praxis zu identifizieren, bleibt eine technische Modellierung und Vorausplanung des Arbeitsprozesses zwangsläufig unvollkommen“ (Schilcher/Diekmann 2012, 40). So wird „im Kontext von Wissensarbeit immer mehr auch die Unverzichtbarkeit von subjektbezogenen und nicht-formalisierten Wissensbestandteilen betont. Tendenzen der Wissensenteignung der Subjekte sind durchaus existent, gehen jedoch wiederum mit neuen Anforderungen an die Subjekte einher“ (ebd., 39).

4 Bauberufliche Aus- und Weiterbildung im Kontext informatisierter Facharbeit

Um den Bildungs- und Qualifikationsbedarf detailliert beurteilen zu können, der mit dem Einsatz von IuK-Technologien in den Bau- und Ausbaugewerken einhergeht, sind berufswissenschaftliche Forschungen zu deren Einflüssen auf bauberufliche Arbeitstätigkeiten unumgänglich. Zu erheben sind einerseits grundlegende berufsübergreifende Wissensanforderungen, die zudem im Bereich von Gewerkschnittstellen gefragt sind. Andererseits ist aufzuklären, wie ein erfahrungsgebundenes Arbeitswissen zur Durchführung IuK-spezifischer Arbeitstätigkeiten in den einzelnen Bau- und Ausbaugewerken im Detail beschaffen ist. Zu differenzieren sind dabei industrielle und eher handwerkliche Arbeitsprozesse sowie die Hierarchieebenen der Akteure. Ohne diese grundlegenden Erkenntnisse bleiben Überlegungen zur

bauberuflichen Aus- und Weiterbildung zwangsläufig unvollständig und teilweise thesenhaft.

Angesichts der Dezentralisierung von Entscheidungsprozessen sowie der komplexen bildungsbezogenen Herausforderungen durch IuK-Technologien in der Baufacharbeit, ist anzunehmen, dass der Erwerb entsprechenden Fachwissens und beruflicher Fähigkeiten zukünftiger Generationen von Baufachkräften nicht hauptsächlich einer individuellen Fort- und Weiterbildung überantwortet werden kann. Eng hiermit verknüpft scheinen systematische Grundlegungen bereits in der beruflichen Erstausbildung erfolgen zu müssen.

Hier sind erste Ansätze insbesondere für informatisierte Arbeitstätigkeiten in stationären Umgebungen durchaus erkennbar. Vor allem ist die CAD-Ausbildung am Lernort Berufsschule in der Ausbildung der unterschiedlichen Gewerke eingeführt. In der schulischen Ausbildung in den Ausbaugewerken der Tischler und Holzmechaniker finden sich zusätzlich Beispiele für Vermittlungskonzepte im Bereich der CNC-Technik. Diese Ansätze sind zu würdigen, sie erscheinen jedoch teilweise insulär, differieren sie doch sehr in ihrem Umfang sowie in ihrer Komplexität und sind kaum gleichsetzbar. Erfahrungsgemäß hängt ihre curriculare Verstetigung und ihr Erfolg häufig vom individuellen Engagement einzelner Lehrkräfte ab.

Ähnliches ist für Lernprozesse im Umgang mit digitalen Mess- und Prüftechniken in instationären (Baustellen-)Umgebungen anzunehmen. Lernprozesse in virtuellen Umgebungen als „tendenziell kaum begrenzter Experimentier- und Möglichkeitsraum“ (Schilcher/Diekmann 2012, 27), in dem Operationen und Simulationen mit Blick auf das „Building Information Modelling“ (BIM) möglich erscheinen, sind in der bauberuflichen Erstausbildung bisher überhaupt nicht bekannt und – soweit ersichtlich – auch (noch) nicht vorgesehen.

Aufbauend auf berufswissenschaftliche Erkenntnisse sind offensichtlich konzeptuelle Überlegungen für die Erstausbildung in den Bau- und Ausbaugewerken gefragt, in denen IuK-Technologien als integrale Bestandteile bauberuflicher Lernprozesse eingebettet sind. Didaktische und methodische Überlegungen haben sich dabei dem gewerke- und tätigkeitsspezifischen Wissenserwerb für den Umgang mit IuK-Technologien in stationären und instationären Umgebungen zu widmen. Bewältigbar erscheint die Aufgabe, die Anwendung mobiler IT-Technik als Lerninhalt in bereits bestehende Themenganzheiten einzubinden.

Hierbei kommen involvierten Lehrkräften zweifellos die offenen und gestaltbaren Strukturen des schulischen Lernfeldkonzeptes entgegen. Dagegen bedürfen stationäre IuK-Technologien wie CAD/CAM/CNC aufgrund ihrer Komplexität und Kompliziertheit eher geschlossener berufsdidaktische Konzepte. Zu berücksichtigen sind in diesem Zusammenhang bereits vorliegende Erfahrungen und Konzeptionen aus einzelnen Bildungseinrichtungen.

Große didaktische Herausforderungen ergeben sich, wenn virtuelle IuK-Technologien wie „BIM“ und „RFID“ Gegenstand berufsschulischen Lernens werden sollen. Voraussetzung dazu ist der enge Verbund berufsschulischer Theorie und Praxis sowie unter den Lernorten. Umfassender als bei den stationär und instationär eingesetzten digitalen Technologien ist einerseits ein grundlegendes Verständnis für IuK-spezifische Funktionszusammenhänge und deren Einbindung in berufsbezogene Arbeitsprozesse anzubahnen. Andererseits kommen gerade bei virtuellen Technologien Aspekte und Erfordernisse gewerkeübergreifenden Lernens und Arbeitens hinzu, denen traditionelle Auffassungen gewerkezentrierter Erstausbildung entgegenstehen. Bedeutsam könnte ein webbasierter Austausch von Informationen, Wissen und Erfahrungen sowie Zugänge zu impliziten Wissens-

beständen werden (vgl. Rogalla/Schütt/Pongratz 2013, 16).

Gefragt sind berufsübergreifend angelegte digitale Lernprozesse, die – etwa mit Hilfe www-gestützter Medien wie Lernplattformen – auf ein digital antizipierendes Kooperieren der Gewerke im Bauprozess vorbereiten. Dadurch könnten Momente informatisierter, gewerkeübergreifender Baufacharbeit in digitalen Lernprozessen vorweggenommen und didaktisch-methodisch genutzt werden. Das zielt u. a. auf dezentralisierende Entwicklungen der Baufacharbeit, denn wie wohl auch in Bauprozessen zu erwarten ist, tritt immer mehr „an die Stelle des traditionellen Nebeneinanders von fremdgesteuerter formaler Organisation und selbstgesteuerten informellen Handeln ein neues Nebeneinander zwischen formalem und informellen Handeln im Rahmen selbstgesteuerter Kooperation“ (Böhle et al. 2008, 97 f.).

Große Bedeutung ist im didaktisch-methodischen Zusammenhang der Implementierung digitaler Medien einzuräumen. Eine adäquate Sachmittel-Ausstattung ist dazu zwingende Voraussetzung. Eine Schlüsselrolle bei der Einführung und Umsetzung luK-spezifischer Lernprozesse nehmen schließlich Lehrkräfte ein, die selbst über ein entsprechendes Fach- und Erfahrungswissen verfügen. Dass dessen Erwerb kaum über berufsbegleitende Lehrerfortbildungen erfolgen kann, sondern idealerweise bereits im professionellen Kontext des Lehramtsstudiums beginnt, wurde schon früh erkannt (vgl. Ludolph/Behre/Herchenhahn 2005)², findet sich jedoch in hochschuldidaktischen Konzepten an nur wenigen Studienstandorten adäquat umgesetzt.

5 Berufsbildungsbezogener Ausblick

Deutlich wurde, dass berufsbildungsbezogene Überlegungen zunächst durch umfassende berufswissenschaftliche Analysen weiter untermauert und differenziert werden müssen. Umschrieben werden konnten mithin erste – wenn auch vage – Überlegungen dazu, wie berufliche Lernprozesse beschaffen sein sollten, mit denen sich angehende Bau- und Ausbaufachkräfte auf zukünftige, informatisierte Tätigkeitsfelder ihrer Berufsarbeit vorbereiten lassen.

Dennoch zeichnet sich ab, dass es im Rahmen didaktischer Überlegungen insgesamt nicht darum gehen kann, informationstechnische Spezialisten für konkrete digitale Anwendungen in der Baufacharbeit auszubilden. Dafür sind einerseits die Innovationsraten digitaler Planungs- und Fertigungstechnologien im Baubereich zu hoch. Andererseits würden hier zentrale allgemeinbildende Intentionen bauberuflicher Ausbildung vernachlässigt werden. Zielführend erscheinen luK-integrierte Lernprozesse in einem Maß, das den Anschluss an individuelle fort- und weiterbildende Maßnahmen in Bau- und Ausbaugewerken gewährleistet. Bildungsbezogene Momente sozialen und kooperativen Handelns finden sich zum Teil schon in informatisierten Lern- und Arbeitsumgebungen selbst, denn gerade „weil der Informationsraum ein sozialer Handlungsraum ist, können insbesondere die notwendige Kooperation und der Fluss von Know-how selbst über den Informationsraum erfolgen. [...] Im Informationsraum werden geistige Tätigkeiten von Menschen aneinander anschlussfähig gemacht und können so über die Grenzen von Unternehmen hinweg zu

einem gemeinsamen Arbeitsprozess zusammengeführt werden“ (Boes et al. 2014, 10). Hier zeigt sich, dass Kooperationen in virtuellen Umgebungen dieser Art zahlreiche Anknüpfungspunkte für ein gestaltungsorientiertes berufliches Arbeiten und Lernen bergen.

Mithilfe existierender Ansätze für ein digital gestütztes berufliches Lernen und Arbeiten (z. B. Howe/Knutzen 2013) ist schließlich ein reflektiert-kritischer Umgang mit neuen Technologien und Medien bei Auszubildenden anzubahnen. Dieser stellt den Bildungsanspruch im Zuge einer Vorbereitung auf eine informatisierte Lebens- und Arbeitswelt dar. Vor dem Hintergrund des Rechts auf informationelle Selbstbestimmung bekommt dieser Anspruch besonderes Gewicht.

² Digitale (Planungs- und Fertigungs-)Technologien wurden beispielsweise bereits früh als zentrales Element in der fach- und berufswissenschaftlichen Lehramtsausbildung (Bau- und Holztechnik) an der TU Hamburg Harburg integriert (vgl. Ludolph/Behre/Herchenhahn 2005). Lehramtsstudierende sind hier aktiv in den Transfer innovativer luK-Technologien in klein- und mittelständischen Unternehmen involviert.

Literatur

- BIRKEN, T. (2014): IT-basierte Innovation als Implementationsproblem. München. Online: www.isf-muenchen.de/pdf/Birken_2014_IT-basierte_Innovation_als_Implementationsproblem.pdf, 5.11.14.
- BOES, A. (2005): Informatisierung. In: Soziologisches Forschungsinstitut (SOFI) (Hg.): Berichterstattung zur sozio-ökonomischen Entwicklung in Deutschland. Wiesbaden. 211-244.
- BOES, A./KÄMPF, T./LANGES, B./LÜHR, T. (2014): Informatisierung und neue Entwicklungstendenzen von Arbeit. In: Arbeits- und Industriosociologische Studien 7. Heft 1. 5-23. Online: http://www.ais-studien.de/uploads/tx_nfextarboznetzeitung/AIS-14-01-2Boes-u-afinal.pdf, 17.11.14.
- BÖHLE, F./BOLTE, A./DREXLER, I./WEIßHAUPT, S. (2001): Grenzen wissenschaftlich-technischer Rationalität und „anderes Wissen“. In: BECK, U./BONß, W. (Hg.): Die Modernisierung der Moderne. Frankfurt/M. 96-105.
- BÖHLE, F./BOLTE, A./PFEIFFER, S./PROSCHEN, S. (2008): Kooperation und Kommunikation in dezentralen Organisationen – Wandel von formalem und informellem Handeln. In: FUNKEN, C./SCHULZ-SCHAEFFER, I. (Hg.): Digitalisierung der Arbeitswelt. Wiesbaden. 93-115.
- CRUZ, C. M./RAUPACH, M./WEST-ENDARP, A./BRUDER, S. (2014): Untersuchungen an einer vier Jahre alten Schutzschicht aus textilbewehrtem Spritzbeton am Wehr Horkheim. Ergebnisse eines Forschungsprojekts. In: beton 64. Heft 10. S. 390-392/394-395.
- HACKER, W. (2005): Wandel der Arbeit in einer informatisierten Arbeitswelt – Chancen, Probleme, Risiken. In: PANGALOS, J./SPÖTTL, G./KNUTZEN, S./HOWE, F. (Hg.): Informatisierung von Arbeit, Technik und Bildung. Eine berufswissenschaftliche Bestandsaufnahme. Münster. 15-23.
- HAUSCHILD, M./KARZEL, R. (2010): Digitale Prozesse. Planung, Gestaltung, Fertigung. München.
- HOWE, F./KNUTZEN, S. (2013): Digitale Medien in der gewerblich-technischen Berufsausbildung. Bonn.
- JEHLE, P./MICHAILENKO, N./SEYFFERT, S./WAGNER, S. (2013): IntelliBau 2. Das intelligente Bauteil im integrierten Gebäudemodell. Wiesbaden.
- JEHLE, P./SEYFFERT, S./WAGNER, S. (2011): IntelliBau. Anwendbarkeit der RFID-Technologie im Bauwesen. Wiesbaden.
- KREGER, M./IRMLER, R. (2014): 26. Forum Bauinformatik. 24. bis 16. September 2014. Aachen.
- LUDOLPH, M./BEHRE, H./HERCHENHAHN, A. (2005): CAD/CAM-Technologie – Änderungen der Qualifikationsstrukturen in klein- und mittelständischen Unternehmen des Holzhandwerks. In: PANGALOS, J./SPÖTTL, G./KNUTZEN, S./HOWE, F. (Hg.): Informatisierung von Arbeit, Technik und Bildung. Eine berufswissenschaftliche Bestandsaufnahme. Münster. 111-120.
- PFEIFFER, S. (2007): Montage und Erfahrung. Erfahrungsbasierte Wissensarbeit in der Montage. Bedeutung, Ausprägung und arbeitspolitische Konsequenzen. München.
- ROGALLA, I./SCHÜTT, P./PONGRATZ, H. (2013): Digitales Lernen in der Instandhaltung. Web 2.0 unterstützt Wissens- und Erfahrungsaustausch. In: Computer und Arbeit 22. Heft 9. 16-20.
- SCHILCHER, C./DIEKMANN, J. (2012): Arbeit, Informatisierung und die neue Rolle des Wissens. In: SCHLICHER, C./WILL-ZOCHOLL, M. (Hg.): Arbeit, Technik und Organisation in der „nachindustriellen Gesellschaft“. Wiesbaden. 25-58.
- SCHULZ-SCHAEFFER, I./FUNKEN, C. (2008): Das Verhältnis von Formalisierung und Informalität betrieblicher Arbeits- und Kommunikationsprozesse und die Rolle der Informationstechnik. In: FUNKEN, C./SCHULZ-SCHAEFFER, I. (Hg.): Digitalisierung der Arbeitswelt. Wiesbaden. 11-42.
- STANDECKER, B. (2014): Die Wege kalter Luft aufspüren. In: Bauen im Bestand 37. Heft 4. 58-61.
- STÜRMER, S. (2014): Verbinden, was auseinanderstrebt. In: Bauen im Bestand 37. Heft 5. 24-28.
- WAGNER, S./KORTMANN, J./MEINSBECKER, A./KELM, A./LAUBAT, L./BREDEHORN, J./ZWINGER, U. (2014): BIM-basiertes Bauen mit RFID. In: Tagungsband zum 25. BBB-Assistententreffen. Graz. 313-320.

Abbildungsnachweis:

SCHMIETENDORF, F. (2014): BIM-Prinzipskizze. Institut G-1 der TUHH.

Dipl.-Ing. Thomas Kölzer
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Angewandte Bautechnik
TU Hamburg-Harburg
E-Mail: Thomas.Koelzer@tuhh.de

GWL M.Ed. Hannes Ranke
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Angewandte Bautechnik
TU Hamburg-Harburg
E-Mail: Hannes.Ranke@tuhh.de