



Kapitel 2

ARBEITEN UND LERNEN

Neue Lernwelten

—
Beschäftigungseffekte
und Perspektiven
der Arbeitsgestaltung

27 Prozent der deutschen Unternehmen erwirtschaften mehr als **60 Prozent** ihres Umsatzes digital. Der Umsatz der Sharing- oder auch Gig-Economy wird für das Jahr 2025 auf etwa **335 Milliarden US-Dollar** geschätzt. Die Weltbank geht von weltweit **112 Millionen** überwiegend in Teilzeit beschäftigten Crowdworkern aus. Die deutsche Digitalwirtschaft verzeichnete im Jahr 2014 einen weltweiten Umsatz von **221 Milliarden Euro**. Ein Industrieroboter kostet den Autokonzern Volkswagen je nach Einsatz und Maschinenart im Schnitt rund **5 Euro** pro Stunde; die Kosten für eine Arbeitskraft liegen bei mehr als **40 Euro** pro Stunde. **1.000 Mitarbeiter** bei SoftBank Robotics produzieren bis zu **2.000 Roboter** pro Woche. Big-Data-Analysen werden lediglich von **18 Prozent** der deutschen Unternehmen eingesetzt.

NEUE LERNWELTEN

Digitales Lernen

Jens Apel, Wenke Apt

**Digitalisierung verändert
den Lernort Hochschule**

Sabine Globisch

**Perspektivische Veränderungen
in der Wissenschaft**

Volker Wittpahl

2.1.1 Digitales Lernen

Jens Apel, Wenke Apt

Das digitale Lernen erfährt derzeit hohe Aufmerksamkeit. Im Zentrum des Beitrags stehen die Potenziale digitaler Lernsysteme für den Lernerfolg und die gesellschaftliche Teilhabe im Lebensverlauf. Diese Zieldimensionen werden in einer generationenübergreifenden Betrachtung für die Lernorte Schule, Hochschule, Beruf und das dritte Lebensalter ab 60 Jahren beleuchtet. Eine zugrundeliegende These ist, dass die Chancen des digitalen Lernens erst mit einem ganzheitlichen pädagogisch-didaktischen Konzept wirksam werden.

Digitale Medien in der Bildung bieten die Möglichkeit der multimedialen, interaktiven, vernetzten und interdisziplinären Darstellung von Inhalten. Im Fokus der aktuellen Forschung stehen die Interaktion der Lernanwendungen mit dem Lernenden und die Individualisierung des technisch unterstützten Lernprozesses. Virtuelle, sogenannte immersive, Lernumgebungen sowie komplexe Simulationen und Lernspiele, wie im „game-based learning“, bieten vielfältige Gestaltungsoptionen für das formelle wie informelle Lernen im Lebensverlauf. Etwa können Computer- und Lernspiele die gleiche kognitive Komplexität wie ein umfassendes literarisches Werk haben und hohe Anforderungen an die multimedialen Fähigkeiten stellen. In Zukunft können diese Fähigkeiten von hohem Wert sein, etwa wenn Unternehmen ihre Mitarbeiter in Computersimulationen schulen, wie in Hochrisikobereichen in der Luftfahrt oder beim Militär bereits üblich. Dabei können Spiele auch sehr kommunikativ sein und Einblick in die Funktionsweise digitaler Technologien und die zugrundeliegenden Algorithmen vermitteln (Schäfer 2014). Diese „Gamification“ (also der Einsatz spielerischer Elemente und Anreize) von Lerninhalten kann nach Expertenmeinung helfen, Menschen unterschiedlichen Alters besser auf die neuartigen Herausforderungen einer digitalen Lebens- und Arbeitswelt vorzubereiten (Mannino et al. 2015).

Der empirische Nachweis eines Lernvorteils gegenüber traditionellen Lernmedien steht jedoch noch aus. Die Nutzung digitaler Medien müsste dann zu einem vergleichsweise höheren Wissenszuwachs oder zu einer besseren Problemlösungsfähigkeit oder Transferfähigkeit führen (Herzig 2014). Einige Studien weisen digitalen Lernmedien einen moderat lernförderlichen Effekt nach. Auch zeigen sich beispielsweise bei Schülern positive Effekte in überfachlichen Kompetenzbereichen wie höhere Motivation (wenn auch zeitlich begrenzt), bessere Medienkompetenz im Umgang mit technischen Geräten, stärkere Selbststeuerung und höhere kognitive Komplexität bei der Verarbeitung und Speicherung von Informationen (Herzig 2014). Die konkrete Lernwirksamkeit

hängt jedoch sehr stark vom spezifischen Lernsetting und dem Lernenden selbst ab (Schaumburg 2015). Dabei zeigt sich, dass insbesondere die technische Infrastruktur (im Sinne einer hohen Ausstattungsdichte, einer verlässlichen technischen Funktionsfähigkeit und einer Verfügbarkeit qualitativ hochwertiger Software), das Vorhandensein technick-didaktischer Lernkonzepte ebenso wie auch das Vorwissen und die Selbstlernkompetenzen der Lernenden entscheidend sind. Insbesondere wenn es um die selbstständige Aneignung neuer Lerninhalte geht, schaffen digitale Medien Zugang zu einem beinahe grenzenlosen Informationspool, der jedoch auch gewisse Risiken für das Lernen schafft. Dazu zählen auf Ebene des Lernenden vor allem Ablenkung vom eigentlichen Lerngegenstand und die oberflächliche Verarbeitung von Informationen sowie auf der Ebene der Lehrenden mangelnde digitale Kompetenz, Technikskepsis und geringe Innovationsbereitschaft. Weiterhin zeigen sich soziodemografische Unterschiede im Umgang mit digitalen Medien – etwa hinsichtlich Geschlecht, Bildungsgrad und sozialer Herkunft –, die sich auf den individuellen Lerneffekt auswirken und digitale Ungleichheiten manifestieren können (Schaumburg 2015).

In der Vergangenheit waren viel Wissen und praktische Erfahrungen in den Köpfen von Experten, Fachbüchern oder Aktenschränken abgelegt. Zunehmend wird dieses Wissen in digitaler Form gespeichert und dargeboten. Mittels digitaler Technik gelingt es nun, Wissen und Expertise zu äußerst niedrigen Kosten zu replizieren und auf intelligente Maschinen zu übertragen (Suesskind und Suesskind 2015). Damit wird lexikalisches Wissen weniger wichtig und non-formale Fähigkeiten zu selbstständigem Handeln, Selbstorganisation oder Abstraktion erlangen höhere Bedeutung (Wolter et al. 2015). Gleichzeitig werden Wissens- und Tätigkeitsbereiche durchlässiger, da etablierte Experten weniger als Torwächter („gatekeeper“) wirken können, um gegebenenfalls die eigene Position durch den Rückhalt wichtiger Informationen zu sichern (Suesskind und Suesskind 2015). Durch den gleichmäßigeren, egalitäreren Zugang zu Wissen kommt es zu einer „Demokratisierung des Wissens“. Es ist heute nicht mehr notwendig, Informationen auswendig zu lernen, da alles in Sekundenschnelle auf einem digitalen Gerät zur Verfügung steht. Zumindest in einem abgegrenzten Gebiet ist es möglich, sich innerhalb einer kurzen Zeit zu einem „instant expert“ fortzubilden. Bereits heute ist es möglich, über das Handy in natürlicher Sprache nach Informationen wie „Wann wurde Einstein geboren?“ oder „Wie heißt die Hauptstadt von Kenia?“ zu suchen. In Zukunft werden noch viel komplexere Fragen gestellt werden können.

Die Rolle der Lehrer verändert sich durch diese technologische Entwicklung grundlegend; sie werden zu Lernberatern: „Digitale Endgeräte zertrümmern die Hierarchie im Klassenzimmer: Wenn alle online sind, ist der Lehrer nicht mehr allwissend“ (Schäfer 2014, S 6). Die Medienkompetenz vieler deutscher Lehrkräfte scheint jedoch begrenzt: „Wer gern ins Internet geht, wird nicht unbedingt Lehrer.“ Unter Lehramtsstudenten fristen beispielsweise Seminare in Medienpädagogik ein Nischenda-

sein (Schäfer 2014). Das ist bedenklich, da Lehrer im Grunde ein zentrales Element in einem digitalen Lernsetting sind. Der Lerneffekt digitaler Medien hängt vor allem von ihrem methodisch-didaktischen Setting, ihrem fachlich-inhaltlichen Wissen und ihren technischen Fähigkeiten ab. Gleichzeitig verändert sich ihr Auftrag: Lehrende müssen den Lernenden helfen, die vielen verfügbaren Informationen zu sortieren, Relevantes von Irrelevantem zu unterscheiden und in einen Zusammenhang zu setzen. Damit vermitteln sie den Lernenden eine elementare Fähigkeit, sich im heutigen „digitalen Universum“ zurechtzufinden, nämlich „Informationskompetenz“, also die „Fähigkeit, in einem bunten Bilderstrom Wichtiges von Unwichtigem zu trennen“ (Schäfer 2014, S 4). Auch für Marc Prensky, der einst den Begriff des „Digital Native“ prägte, zählen die digitale Kompetenz und insbesondere das Programmieren zu den Schlüsselqualifikationen des 21. Jahrhunderts, gleichrangig mit Lesen, Schreiben und Rechnen. Demnach gehöre jenen die Zukunft, die die Interaktion von Mensch und Maschine beherrschen (Schäfer 2014, S 4). In ähnlicher Weise argumentieren Forscher in einem Positionspapier zur Künstlichen Intelligenz, dass „gezielte EDV- und Programmierkenntnisse“ stark an Relevanz gewinnen, „während auswendig gelerntes Wissen an Wert verliert“ (Mannino et al. 2015, S 7).

Schule

Digitale Medien sind bisher an deutschen Schulen noch nicht ausreichend als Lehr- und Lernmittel etabliert, gewinnen jedoch zunehmend an Bedeutung. Im Vergleich zu den führenden Ländern wie Australien, Dänemark, Norwegen und den Niederlanden besteht Aufholbedarf hinsichtlich Ausstattungsdichte mit digitalen Medien und Nutzungshäufigkeit digitaler Medien im Unterricht. Digitale Medien scheinen im derzeitigen Schulalltag nur ein Baustein in Lehrplänen und Lernprojekten zu sein, meist örtlich und inhaltlich separiert von anderen Lerninhalten. Kaum verbreitet sind demnach die – in Australien, Dänemark oder Norwegen üblichen – integrierten Lern-Management-Systeme, die das schulische und häusliche Lernen miteinander verknüpfen (Schaumburg 2014). Die vergleichsweise schlechte technische Ausstattung deutscher Schulen limitiert bereits die Weiterentwicklung digitaler Geschäftsmodelle in Deutschland im Bereich Lernmedien. Laut Cornelsen-Verlag gibt es „keinen Markt“. Alle Beschaffungswege der Schulen seien auf Print ausgelegt (Schäfer 2014). Für die Zukunft wird jedoch – auch mit Blick auf die späteren Anforderungen in Schule und Beruf – ein Wandel hin zu sogenannten flipped-classroom-Methoden immer wichtiger: Die Schüler erarbeiten sich mittels digitaler Hilfsmittel bestimmte Lerninhalte und können im Unterricht Fragen stellen; der Lehrer geht dann verstärkt auf diese kritischen Punkte des Stoffes ein. Zusätzlich ermöglichen es digitale Lehr- und Lernsysteme zunehmend den traditionellen Klassenraum zu verlassen und direkt am eigentlichen Lerngegenstand zu studieren. Vorstellbar sind hier digital vermittelte Sprachprogramme, die es ermöglichen, eine Fremdsprache direkt mit einem Muttersprachler zu lernen.

Hochschule

An den Universitäten unterscheiden sich die Voraussetzungen zum Einsatz digitaler Lehr- und Lernsysteme stark von denen an Schulen. Studenten bringen im Normalfall ihre eigene Hardware in Form von Laptops, Tablets und Smartphones mit. Daher ist auch der Einsatz digitaler Lehr- und Lernsysteme an deutschen Hochschulen in den vergangenen 20 Jahren stark gestiegen. Bestehende digitale Ansätze beschränken sich jedoch meist noch auf die Einbindung von sozialen Netzwerken oder das Angebot von Online-Kursen. Letzteres wird von deutschen Studierenden vor allem ergänzend zur Präsenzvorlesung und zur Vorbereitung auf Klausuren genutzt (Weingartner 2015). In Flächenländern wie Amerika, Russland, China oder Australien sind solche E-Learning-Plattformen dagegen wesentlich weiter verbreitet als in Deutschland. Vor diesem Hintergrund gab beispielsweise der E-Learning-Anbieter Coursera im Frühjahr 2016 bekannt, künftig einen Online-Lehrplan nach Baustein-Prinzip zu einem Preis von etwa 20.000 US-Dollar anzubieten, der zu einem „realen“ Masterabschluss in Datenwissenschaften von der University of Illinois führt. Derzeit absolvieren weltweit mehr als 15 Millionen Menschen Online-Kurse bei Coursera (Wang 2016). Eine Integration des individuellen Wissensstands und des persönlichen Lernfortschritts sind zwar aktuelle Forschungsthemen im Bereich der Mensch-Technik-Interaktion. In der universitären Lehre sind robuste Systeme jedoch noch nicht vorzufinden. Neue Interaktionsformen sowie Kontexterkenkung werden noch nicht ausreichend genutzt und das didaktische und integrative Potenzial bestehender Lehr- und Lernansätze oft nicht ausgeschöpft.

Im Fokus der Forschung steht die Entwicklung von Lehr- und Lernsystemen einer neuen Art und Qualität, die es in der Interaktion mit dem Menschen ermöglichen, Lerninhalte erfahrbar und besser begreifbar zu machen. Dadurch sollen Möglichkeiten geschaffen werden, Wissen und Fertigkeiten effizient und praxisnah zu erwerben oder zu erlernen. Im Mittelpunkt stehen dabei neue Formen der Mensch-Maschine-Interaktion, die individuelle Anpassung des Lernprozesses an Wissensstand und Lernanforderungen wie auch die direkte Rückspiegelung des Lernfortschritts.

Beispielsweise werden anfassbare, manipulierbare Objekte („Tangibles“) mit Technologien zur erweiterten Realität („Augmented Reality“) kombiniert, um mithilfe von interaktiven Experimenten physikalische Zusammenhänge für Lernende in der universitären MINT-Ausbildung besser verständlich zu machen. Physikalische Grundlagen der Mechanik und Thermodynamik, wie beispielsweise die Schwingungseigenschaften eines Fadenpendels, sollen in Echtzeit interaktiv erforschbar gemacht werden. Auch werden derzeit haptisch-visuelle Trainingssysteme für chirurgische Eingriffe an komplexen Knochenstrukturen erarbeitet, die medizinische Aufnahmen wie CT und MRT nutzen und als sogenanntes Serious Game gestaltet werden. Mit einem solchen System können angehende Chirurgen komplexe Operationen an knöchernem Gewebe üben.

Beruf

Im beruflichen Kontext wird in Zukunft weniger die Frage wichtig sein, welche Qualifikation für eine bestimmte Tätigkeit erforderlich ist, sondern vielmehr, welche Anforderungen eine Tätigkeit stellt und wie diese Anforderungen von Menschen mit bestimmten Kompetenzen und jeweils spezifisch ausgeprägten, individualisierten Assistenzsystemen bewältigt werden können (Apt et al. 2016). Aus dem Ende der wissensspeichernden Bildung entstehen jedoch kaum geringere Anforderungen an die Beschäftigten. Vielmehr resultiert aus der Digitalisierung ein „Prozess der Informatisierung von Arbeits- und Produktionsprozessen, die hierdurch anspruchsvoller, vernetzter und komplexer werden“ (Ittermann et al. 2015). Zu erlernende Praxissituationen sind dabei häufig, insbesondere in wissens- und technologieintensiven Berufen und Branchen, überaus komplex und variabel. Mit gelegentlichen Weiterbildungsseminaren ist dies nicht zu schaffen. Durch diese zunehmende Flexibilisierung von Arbeitsprozessen ergeben sich neue Herausforderungen und Möglichkeiten für das Prozessmanagement. Es werden neue Wissensmanagement-Systeme benötigt, die Änderungen in den Prozessabläufen dynamisch erfassen, abbilden und auswerten können (Hartmann 2015), (vgl. Kapitel 2.1.2).

Die IT-Unterstützung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern während ihrer Tätigkeit ist bereits üblich. Assistenzsysteme zeigen bedarfsgerecht Informationen wie beispielsweise eine Montageanleitung an oder kontrollieren das Arbeitsergebnis, wie etwa eine Schweißnaht. In Zukunft werden prozessorientierte Assistenzsysteme zunehmend in der Lage sein, Tätigkeiten zu verfolgen, selbstständig Probleme oder Fehler zu erkennen, dabei Nutzerprofile zu erstellen und sich in ihrer Unterstützungsleistung an die Bedürfnisse und konkreten Unterstützungswünsche der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter anzupassen (vgl. Kapitel 2.2.2). Mittels Kamera und Abstandsensor können die Arbeitsschritte der Werker erfasst und ausgewertet werden. Bei Montagefehlern, unergonomischen Körper- und Handhaltungen oder anderweitigen Abweichungen projiziert das System einen entsprechenden Hinweis in das Sichtfeld des Werkers. In diese Unterstützung können auch Lernsequenzen unterschiedlichen Umfangs und unterschiedlicher Komplexität eingebettet werden; die Grenzen zwischen Unterstützung und Lernen sind dabei fließend. Als Konsequenz daraus verschwimmen auch zunehmend die Grenzen zwischen Arbeiten und Lernen bzw. zwischen produktiver Arbeit und Weiterbildung („prozessimmanente Weiterbildung“). Dies hat weitere Auswirkungen, auch in Bereichen der Organisation und Führung, weil immer weniger offensichtlich ist, was Weiterbildung substanziell ist, wo sie beginnt und aufhört und wer darüber entscheidet, ob und wie Weiterbildung stattfinden soll. Auch stellen sich neue Fragen hinsichtlich der formalen Anerkennung des Lernens im Prozess der Arbeit (Apt et al. 2016).

Unterdessen findet berufliche Aus- und Weiterbildung derzeit oft in speziell dafür vorgesehenen Umgebungen statt, in denen abstraktes Wissen ohne unmittelbaren Praxis-

bezug und ohne Anpassung an das individuelle Lernverhalten gelehrt wird. Adaptive Systeme, die personalisierte Lösungen für ein praxisnahes Lernen bieten, werden bisher wenig eingesetzt. Eine Vision zur Verzahnung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien mit der industriellen Produktion ist, dass softwarebasierte Assistenzsysteme mittels sensorischer Erfassung des Kontextes und des spezifischen Wissensstandes von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern den angemessenen Unterstützungsbedarf leisten. Auf diese Weise können Unterstützung und Lernprozesse für unterschiedlichste Aufgaben und Anforderungen automatisch erfolgen. Relevante Anwendungsbereiche sind Inbetriebnahme, Betrieb, Wartung, Reparatur und vorbeugende Instandhaltung von Maschinen und Anlagen insbesondere in komplexen, cyberphysischen Produktionssystemen. Dafür greifen die Forscherinnen und Forscher auf Methoden der Künstlichen Intelligenz, der virtuellen Realität, des Wissensmanagements und der Gamification zurück (BMW 2015). Auf diese Weise kann eine schnelle Einarbeitung in neue Produktionsabläufe erfolgen und leistungsgeminderte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter können entsprechend ihres Leistungsvermögens integriert und unterstützt werden.

Drittes Lebensalter

Mit dem Alter verändern sich die kognitiven Fähigkeiten. Präzision und Lern- bzw. Konzentrationsfähigkeit lassen nach. Auch Denk- und Reaktionsprozesse werden tendenziell langsamer. Jedoch bleiben Fähigkeiten wie schlussfolgerndes Denken, welche auf der Verknüpfung von Wissen und Erfahrung basieren, bis ins späte Lebensalter erhalten oder verbessern sich sogar noch (Korte 2012). Auch nehmen Neugier und die Freude am Lernen nicht unbedingt ab. Demnach hat eine forsa-Umfrage zur Ausgestaltung der gewonnenen Lebensjahre 65-Jährige zu ihren Wünschen für die Zeit ab 65 Jahren befragt: 13 Prozent konnten sich dabei eine „Weiterbildung“ vorstellen, und 19 Prozent nannten das Stichwort „Neues erlernen“ (Haist et al. 2012).

Digitale Lehr- und Lernsysteme sind zunehmend in der Lage, die vorhandenen Kompetenzen auszunutzen und Interessen zu fördern. Sie eröffnen älteren Menschen damit neue Möglichkeiten des Lernens und der Partizipation. Parallel zeigt sich jedoch auch, dass mangelnde Medienkompetenz und fehlende Technikakzeptanz die gesellschaftliche Teilhabe im Alter bereits heute erheblich einschränken kann (vgl. Kapitel 3.2.1). Die Aufgeschlossenheit gegenüber digitalen Technologien und das technisch unterstützte lebenslange Lernen zählen demnach zu den zentralen Komponenten für ein erfolgreiches und gelingendes Altern. Viele Ältere haben jedoch Berührungsängste mit neuen Technologien. Laut Digital Index 2014 ist zwar der Anteil der 60- bis 69-jährigen Personen, die „online“ sind, auf knapp 65 Prozent gestiegen. Bei den über 70-Jährigen herrscht hingegen Stagnation: Nach wie vor nutzen lediglich 29 Prozent das Internet, Tendenz sogar leicht abnehmend. Folglich zählen Ältere ver-

gleichsweise häufiger zur Gruppe der „digital weniger Erreichten“ und zum digitalen Nutzertyp „Außenstehender Skeptiker“ (Initiative D21 2014). Dabei zeigen soziodemografische Analysen, dass die Nutzung und Einstellung gegenüber digitalen Medien jedoch eher eine Frage von Lebensstil und anderen sozioökonomischen Merkmalen wie Bildung und Einkommen als des Alters ist (Schaumburg 2015).

Mit Blick auf das institutionelle Lernen – etwa im Falle einer Weiterbildung im höheren Erwerbsalter und darüber hinaus – hat sich das Lernsetting und persönliche Lernumfeld als wesentlich herausgestellt: Finden die Älteren im privaten oder beruflichen Umfeld „mutmachende“ Unterstützer für ihr eigenes Lernen, so fällt ihnen das Lernen leichter, und der Lerneffekt erhöht sich. Weiterhin beeinflusst die Möglichkeit des ungestörten Lernens im eigenen Tempo den Lernerfolg Älterer positiv (Korge und Piele 2014). Digital unterstützte Lernkonzepte für das Alter haben das Potenzial, die Informations- und Medienkompetenz Älterer zu erhöhen. Sie befähigen Ältere zum Bedienen von Geräten und Maschinen und stärken dadurch ihre Selbstbestimmung im zunehmend digitalen Alltag. Weiterhin können sie den Zugang zu politischer Bildung sicherstellen, neue Möglichkeiten der digitalen Teilhabe schaffen, eine Umverteilung von Zeitressourcen zwischen den Generationen ermöglichen und für ein besseres Ausschöpfen des bestehenden Engagement-Potenzials durch bessere Vernetzung und Organisation sorgen.

Zusammenfassung und Ausblick

Digitale Medien bieten die Möglichkeit einer individualisierten, adaptiven und einer zeitlich wie örtlich flexiblen Lernunterstützung entlang des Lebensverlaufs und damit neue Inklusionspotenziale für die Berücksichtigung von Lerninteressen und inhaltlicher Neigungen, von verschiedenen Lernpräferenzen in der Auswahl der Lernmaterialien sowie von Unterschieden in der Leistungsfähigkeit und im Vorwissen. Zwar ist der Einsatz digitaler Lehr- und Lernsysteme an Schulen, Universitäten und beruflichen Ausbildungsstätten in den vergangenen Jahren gestiegen. Die Potenziale der verfügbaren Hardware werden jedoch noch nicht voll ausgenutzt und neuere Technologien wie digitale Wirklichkeiten noch nicht eingesetzt. Die Hardware wird vor allem dafür eingesetzt, Lerninhalte in Form von technisch unterstützten Präsentationen digital abzubilden, das Internet zu nutzen und um sich miteinander zu vernetzen. Aufgaben und Kompetenzen der Lehrkräfte können durch Lehr- und Lernsysteme noch nicht übernommen werden. Heutige Lehr- und Lernsysteme sind beispielsweise nicht ausreichend in der Lage, sich in den Nutzer hineinzusetzen und zu verstehen, was der Lernende in einer gegebenen Situation benötigt, um motiviert und effektiv zu lernen.

Zukünftige Potenziale von digitalen Lehr- und Lernsystemen liegen vor allem in den Möglichkeiten, komplexe Sachverhalte verständlich darzustellen. Dabei können Informationen in vielfältiger und vor allem realistischer Weise präsentiert werden. Ein Sachverhalt oder ein komplexer Zusammenhang muss nicht bildlich oder schriftlich

erläutert werden, sondern kann mit Hilfe von visuellen, auditiven und haptischen Feedbacks realistisch und immersiv simuliert werden. Hierfür sind allerdings weitere Entwicklungen im Bereich der virtuellen Realitäten notwendig, um Situationen wirklich originalgetreu darzustellen. Der Lernende kann dann direkt in den Lerninhalt „eintauchen“, und sich dadurch Inhalte und Handlungsabfolgen besser einprägen. Allerdings gilt hier die Erkenntnis: „Technologie kann Neues möglich machen, aber ohne Inhalte und Pädagogik bleibt neue Technik Spielerei“ (Weingartner 2015).

Literatur

- Apt W, Bovenschulte M, Hartmann EA, Wischmann S (2016) Foresight-Studie „Digitale Arbeitswelt“. Forschungsbericht 463. Studie des Instituts für Innovation und Technik (iit). Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). www.iit-berlin.de/de/publikationen/foresight-studie-digitale-arbeitswelt. Zugegriffen: 09.05.2016
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2015) Autonomik für Industrie 4.0: Projekt APPsist – Mobile Assistenzsysteme und Internetdienste in der intelligenten Produktion. www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Standardartikel/Autonomik-FuerIndustrieProjekte/autonomik_fuer_industrie_projekt-appsist.html. Zugegriffen: 16.11.2015
- Haist K, Kutz S, Zapp M (2012) Alter neu erfinden. Ergebnisse der forsa-Umfrage „Altern in Deutschland“. Körber-Stiftung. www.koerber-stiftung.de/fileadmin/user_upload/allgemein/schwerpunkte/2012/gesellschaft/kampagne_alter-neu-erfinden/Studie_Alter-neu-erfinden_Ergebnisse_forsa-Umfrage.pdf. Zugegriffen: 10.05.2016
- Hartmann EA (2015) Arbeitsgestaltung für Industrie 4.0: Alte Wahrheiten, neue Herausforderungen. In: Botthof A, Hartmann EA (Hrsg) Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Springer Berlin Heidelberg, Berlin/Heidelberg, S 9–20
- Herzig B (2014) Wie wirksam sind digitale Medien im Unterricht?. Bertelsmann, Gütersloh
- Initiative D21 (2014) D21 – Digital – Index 2014. Die Entwicklung der digitalen Gesellschaft in Deutschland. Eine Studie der Initiative D21, durchgeführt von TNS Infratest. www.initiaved21.de/wp-content/uploads/2014/11/141107_digitalindex_WEB_FINAL.pdf. Zugegriffen: 16.11.2015
- Ittermann P, Niehaus J, Hirsch-Kreinsen H (2015) Arbeiten in der Industrie 4.0. Trendbestimmungen und arbeitspolitische Handlungsfelder. Technische Universität Dortmund. Hans-Boeckler-Stiftung, Düsseldorf
- Korge G, Piele C (2014) Studie „Lernen Ältere“: Lernsettings für ältere Verwaltungsmitarbeitende. Im Auftrag der BB Bank Stiftung. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Stuttgart
- Korte M (2012) Jung im Kopf: Erstaunliche Einsichten der Gehirnforschung in das Älterwerden. 5. Aufl. Deutsche Verlags-Anstalt, München

- Mannino A, Althaus D, Erhardt J, Gloor L, Hutter A, Metzinger T (2015) Künstliche Intelligenz: Chancen und Risiken. Diskussionspapiere der Stiftung für Effektiven Altruismus. ea-stiftung.org/s/Kunstliche-Intelligenz-Chancen-und-Risiken.pdf. Zugegriffen: 16.11.2015
- Schäfer J (2014) Lernen mit neuen Medien: Digital macht schlau!. GEO Magazin, Nr. 12/14. www.geo.de/GEO/heftreihen/geo_magazin/lernen-mit-neuen-medien-digital-macht-schlau-79266.html. Zugegriffen: 16.11.2015
- Schaumburg H (2015) Chancen und Risiken digitaler Medien in der Schule. Bertelsmann, Gütersloh
- Suesskind R, Suesskind D (2015) The future of the professions: How technology will transform the work of human experts. Oxford University Press, New York
- Wang AX (2016) Coursera is offering a way to get a real master's degree for a lot less money. Quartz, 31.03.2016. qz.com/650283/coursera-is-offering-a-way-to-get-a-real-masters-degree-for-a-lot-less-money. Zugegriffen: 31.03.2016
- Weingartner M (2015) Hochschule 4.0: Die Uni der Zukunft. Frankfurter Allgemeine Zeitung, 10.12.2015. www.faz.net/aktuell/beruf-chance/campus/hochschule-4-0-die-uni-der-zukunft-13947312.html. Zugegriffen: 01.03.2016
- Wolter MI, Mönnig A, Hummel M, Schneemann C, Weber E, Zika G, Helmrich R, Maier T, Neuber-Pohlet C (2015) Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Szenariorechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. IAB Forschungsbericht 8/2015. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit (IAB), Nürnberg

2.1.2 Digitalisierung verändert den Lernort Hochschule

Sabine Globisch

Am Lernort Hochschule stehen klassische Präsenzveranstaltungen wie Vorlesung, Seminar und Übung auf dem Prüfstand: Aus- und Weiterbildungsformate digitalen Zuschnitts oder Blended-Learning-Ansätze eröffnen Hochschulen den Weg zur Diversifizierung ihrer Studienangebote und so zu neuen Zielgruppen. Die Vereinbarkeit von Familie, Beruf und Weiterbildungsbedarf wird durch die zeitliche, didaktische und räumliche Vielfalt digitaler Formate verbessert. Für die Wirtschaft in Deutschland ist das von großem Interesse. Der technologische Wandel vollzieht sich mit zunehmender Geschwindigkeit, sodass auch der Bedarf an wissenschaftlicher Weiterbildung am Lernort Hochschule groß und drängend ist. Der Erwerb eines Studienabschlusses ist dabei nicht vorrangiges Ziel. Kleine, dezentral und kurzfristig konsumierbare sowie akkumulativ aufgebaute Lerneinheiten scheinen den praktischen Anforderungen der neuen Zielgruppen zu entsprechen. Den Hochschulen eröffnet das neue Handlungsfelder.

Die Steigerung der Teilnahme an Weiterbildung ist ein zentrales bildungspolitisches Ziel in Deutschland, mit dem den Folgen des demografischen Wandels und dem Fachkräftemangel möglichst frühzeitig begegnet werden soll. Hierfür sind die Gestaltungsmöglichkeiten durch Digitalisierung vielversprechend und äußerst vorteilhaft: Die Zielgruppen von Weiterbildung können an entsprechenden Angeboten teilnehmen – wann, wo und in welchem Umfang und Format sie möchten oder können. Die Vereinbarkeit von Familie, Beruf und Weiterbildungswunsch bzw. -bedarf wird durch die zeitliche, didaktische und räumliche Vielfalt der digitalen Angebotsformate verbessert. Wenn die Angebotsmöglichkeiten mit den individuellen Voraussetzungen der Zielgruppen, wie der Motivation und Kompetenz im Umgang mit technologiegestützten Lernangeboten, kompatibel sind, scheint eine der größten Herausforderungen für die Weiterbildungsbeteiligung gelöst. Tatsächlich werden aber die Gestaltungsspielräume durch digitale Medien an Hochschulen noch viel zu wenig ausgeschöpft. Am Lernort Hochschule herrscht auch für die Studienangebote in der Weiterbildung das Denken in Studiengängen und Semestereinheiten vor und die bedarfsorientierte Konzeption in kleineren Einheiten mit kumulierbarem Abschluss auf Modulebene wird noch zu selten realisiert. Neben diesen inhaltlichen und didaktischen Anforderungen stehen die Hochschulen zudem vor der Aufgabe, die Diversifizierung von Lehrangebot und Zielgruppen auch strukturell und hinsichtlich der Ressourcen erfolgreich zu managen.

Wissenschaftliche Weiterbildung wird definiert als „Fortsetzung oder Wiederaufnahme organisierten Lernens nach Abschluss einer unterschiedlich ausgedehnten ersten Bildungsphase“ (BMBF 2006, S 187). Die Teilnehmenden an wissenschaftlicher Weiterbildung verfügen bezüglich ihrer formalen Voraussetzungen entweder über einen akademischen Abschluss oder eine Berufsausbildung. Ihre Berufstätigkeit wurde anerkannt als Zugangsvoraussetzung für die Aufnahme eines Studiums und ihre bisherige Berufstätigkeit ggf. auf zu absolvierende Studienleistungen angerechnet.¹ Damit sind zunächst die formalen Voraussetzungen geschaffen, damit ausgebildete Fachkräfte ihre „Employability“ durch gezielte Qualifizierungsmaßnahmen erhalten können. Das war bereits in den 1960er/1970er Jahren eine bildungspolitische Kernforderung, als die schnelle technologische Entwicklung in der Wirtschaft den Fokus auf die Anpassungsgeschwindigkeit beruflicher Qualifizierung legte (Pruschansky 2001, S XIII). Heute vollzieht sich technologischer Wandel mit zunehmender Geschwindigkeit. Der Bedarf an beruflicher – d. h. auch wissenschaftlicher – Weiterbildung ist in Deutschland so groß und drängend, dass die Wirtschaft stärker denn je Ebenen der Kooperation mit Hochschulen sucht, um den Transformationsprozess von Wissen in Wirtschaft zu beschleunigen. Die steigende Zahl an Stiftungsprofessuren stellt nur einen möglichen Weg dar, um Innovationen in der Wirtschaft zu befördern. Daneben werden Entwicklungsprojekte seitens der Großindustrie nach Möglichkeit gern in Kooperationen mit regional ansässigen Hochschulen umgesetzt, was so zudem die Personalrekrutierung vereinfacht.

Doch obwohl wissenschaftliche Weiterbildung als Kernaufgabe der Hochschulen und der Bedarf an einer solchen festgestellt ist, gilt das Angebot der Hochschulen als gering. Empirische Studien zeigen, dass der Anteil an deutschen Hochschulen, die wissenschaftliche Weiterbildung² anbieten, im Jahr 2000 bei vier Prozent lag – ihr Anteil liegt in den USA oder Finnland deutlich höher – wobei Präsenzveranstaltungen im Vergleich zur Onlinevermittlung in Deutschland deutlich dominierten (Hanft und Knust 2008, S 30ff). Das Berichtssystem Weiterbildung des BMBF stellte 2006 fest, dass nur drei Prozent aller bundesweit befragten Personen zwischen 19 und 64 Jahren Weiterbildung an einer Hochschule³ absolviert hatten (BMBF 2006, S 47). In den Adult Education Surveys (AES)⁴ werden Zahlen zur Teilnahme an wissenschaftlicher Weiterbildung nicht ausgewiesen.

¹ ANKOM Initiative des BMBF seit 2005. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2016) ANKOM Initiative. ankom.his.de/bmbf. Zugriffen: 18.05.2016

² Die bei Hanft und Knust verwendete Definition wissenschaftlicher Weiterbildung entspricht der durch die Kultusministerkonferenz 2001 vorgelegten und ist mit der im „Berichtssystem Weiterbildung“ verwendeten Definition identisch.

³ definiert als Aufbaustudium, berufsbegleitendes Studium oder Fernstudium (vgl. BMBF 2006, S 47)

⁴ ersetzt das Berichtssystem Weiterbildung seit 2007

Durch die zunehmende Akademisierung in der Ausbildung wird es zu einer wachsenden Nachfrage nach wissenschaftlicher Weiterbildung kommen. Neben einer hinreichenden wissenschaftlichen Qualität werden zeitliche Effizienz und tätigkeits- bzw. aufgabenbezogene Ausrichtung der Weiterbildung für die Teilnehmenden eine hohe Priorität haben. Die hohen Klickraten für tutoriell aufbereitete Videos auf Youtube machen diesen Bedarf bereits sichtbar (z. B. Khan Academy: www.khanacademy.org oder Jörn Loviscach: www.youtube.com/user/JoernLoviscach). Der Einsatz digitaler Medien kann den Hochschulen den Zugang zu neuen Zielgruppen eröffnen, wobei ein Blick auf die Bedürfnisse dieser neuen Zielgruppen im Vergleich zu ihren traditionellen Zielgruppen wertvolle Gestaltungshinweise gibt.

Die *Zielgruppen wissenschaftlicher Weiterbildung* stehen im Beruf, sind in Familienzeit oder aus anderen Gründen nicht berufstätig. An diese individuellen Lebenssituationen sind jeweils unterschiedliche Anforderungen an die Gestaltung von Weiterbildungsangeboten geknüpft. Es liegt also nahe, die bisherige Überlegenheit der klassischen Präsenzformate Vorlesung, Seminar und Übung als geeignete Angebotsformate in Frage zu stellen. Kleine, dezentral und kurzfristig konsumierbare sowie akkumulativ aufgebaute Lerneinheiten scheinen den praktischen Anforderungen der neuen Zielgruppen besser zu entsprechen. Immerhin 82 Prozent aller Befragten gaben berufliche Gründe für die Teilnahme an Weiterbildung an, 18 Prozent private. Diese Angaben sind seit 2007 stabil (BMBF 2014, S 20). Doch die Teilnahme an wissenschaftlicher Weiterbildung aus beruflichen Gründen hat nicht zwingend einen Studienabschluss zum Ziel. Die Teilnahme kann sich auch auf einzelne Kurse, Vorlesungen oder Seminare beschränken, mit dem Ziel ein Zertifikat oder eine Teilnahmebescheinigung zu erhalten. Wie Studien zeigen, ist die Teilnahme an digitalen Studienangeboten auch vom Interesse an Online-Lernerfahrungen, an lebenslangem Lernen allgemein, an den sozialen Erfahrungen oder den erwarteten fachlichen Anregungen geprägt (Schulmeister 2013, S 29).

Motivlage und digitale Kompetenzen der Teilnehmenden sind wichtige Randbedingungen für die erfolgreiche Teilnahme an digitaler Weiterbildung. Jedoch deuten die hohen Drop-out-Raten (Haug und Wedekind 2013, S 201; Schulmeister 2013, S 32f) darauf hin, dass noch weitere Bedingungen erfüllt sein müssen, damit digitale Weiterbildung genutzt und erfolgreich abgeschlossen werden.

Ein optimaler Zuschnitt wissenschaftlicher Weiterbildung unter Einsatz digitaler Medien erfordert von den *Lehrkräften* digitale, mediale und didaktische Kompetenzen und bedeutet die mediengerechte Aufbereitung von Vermittlungs-, Vertiefungs- und Übungseinheiten sowie Begleit- und Prüfungsmaterialien. Eine besondere Herausforderung stellen nicht-standardisierte bzw. -standardisierbare Inhalte, wie etwa Formeln oder physikalische und mathematische Beweise dar, wenn z. B. Erfahrungswissen, Laborarbeiten oder der wissenschaftliche Diskurs wesentlicher Bestandteil



Abbildung 2.1.2.1: Komplexitätssteigerung durch Digitalisierung

der Wissensvermittlung ist. Wenn es fachlich notwendig ist, gemeinsame Lernprozesse und direkten Austausch unter den Teilnehmenden zu ermöglichen, müssen entsprechend moderierende Funktionen geplant werden (Herber et al. 2013). Eingesetzt wird bereits das Konzept des „inverted“ oder „flipped Classroom“, in dem die Teilnehmenden sich anhand des Studienmaterials auf die Vorlesung vorbereiten, in der dann ausschließlich Fragen zum Stoff behandelt werden.

Neben der individuellen Ebene der Lehrenden und Lernenden wird auch der *Lernort*, bzw. die *Hochschule* als Organisation von der Digitalisierung der (Weiter)Bildungsangebote tangiert. Hochschulen erweitern ihr Tätigkeitsspektrum, indem sie die vorhandenen grundständigen Studienangebote um solche zur wissenschaftlichen Weiterbildung ergänzen. Durch die Digitalisierung von Studienangeboten – grundständig oder weiterbildend – wird eine zusätzliche, parallele Angebotsstruktur aufgebaut, die neue Anforderungen an die Organisation Hochschule stellt. Das betrifft die Ausstattung mit technischen Komponenten und ihren Serviceeinrichtungen sowie die Infrastruktur, die den Einsatz neuer, digitaler Medien erst ermöglicht. Am Lernort Hochschule wird neben der „analogen“ Infrastruktur (Handapparate, Bibliotheken, Lesesäle etc.) eine zweite Infrastruktur benötigt, die digital initiierte Lehr- und Lernprozesse durch geeignete Lernräume, z. B. für Gruppenarbeiten unterstützt (May und Kannenberg 2014; Hochschulforum Digitalisierung 2015, S 12ff).

Durch die Öffnung der Hochschulen für wissenschaftliche Weiterbildung und für eine Digitalisierung der Studienangebote steigt der Komplexitätsgrad ihrer Aufgaben in Verwaltung und Lehrbetrieb. Ein erweitertes Angebotsspektrum an Studiengangsformaten und eine Diversifizierung der Zielgruppen bedeutet einen Mehraufwand an Koordination und Ressourcen, der durch die Hochschulverwaltung zu managen ist.

Durch das Angebot wissenschaftlicher Weiterbildung ergeben sich nach Auffassung Wilkesmanns „zwei Handlungslogiken“ für den gesamten Hochschulbetrieb: Wenn dem traditionellen Hochschulangebot ein Angebot zur wissenschaftlichen Weiterbildung hinzugefügt wird, hat das Auswirkungen auf die künftige Strategie der Hochschule, auf Ressourcenplanung und Steuerung sowie Umfang und Ausgestaltung der Studienangebote. Die traditionell Studierenden (i. S. v. Auszubildenden) unterliegen im System Hochschule dem „Reproduktionsmuster der Wissenschaft“, während die Studierenden in der wissenschaftlichen Weiterbildung als „Kunden“ mit einer anwendungsorientierten Nutzenerwartung betrachtet werden (Wilkesmann 2007, S 276). Mit der Digitalisierung der (Weiter-)Bildungsangebote erhöht sich der Koordinierungsbedarf noch einmal. Studienangebote sind in Hinblick auf die unterschiedlichen Zielgruppen und Lernkulturen individuell zu konfektionieren. Anders als in der traditionell angebotenen akademischen Ausbildung, die in Abhängigkeit von professoralem Wissen konzipiert wird, besteht für die Zielgruppen der wissenschaftlichen Weiterbildung die Anforderung, den akademischen Anspruch gepaart mit einem attraktiven didaktischen Konzept in Bezug auf Zeit und Format zu konzipieren, um die Nachfrage entsprechend stimulieren zu können. Teilnehmenden an wissenschaftlicher Weiterbildung werden andere Erwartungshaltungen zugeschrieben. Ihnen dient wissenschaftliche Weiterbildung mehr einem berufspraktischen Zweck, der nicht zwingend mit dem Erwerb eines Hochschulabschlusses verbunden sein muss, während grundständig Studierende im Status von Auszubildenden sich den vorgesehenen Stoff anzueignen haben und in der Regel einen Hochschulabschluss anstreben (ebd.).

Während das traditionelle Lernen in Präsenzform an den Hochschulen bedeutet, Vorlesungen, Seminare, Übungen zu besuchen und im Hintergrund eigenständig die Wissensinfrastruktur der Hochschule (Bibliotheken, Handapparate, Lesesäle, Zeitschriften etc.) für weiterführende Literaturrecherchen sowie für Kontakte zu anderen Studierenden zu nutzen und so die wissenschaftlichen Regeln der eigenen Disziplin zu erlernen und zu üben, müssen für die digitale wissenschaftliche Weiterbildung ergänzende und neue Formen der Wissensinfrastruktur geschaffen werden. Das betrifft die genutzten digitalen Systeme und Medien, die digitale Verfügbarkeit von Inhalten und Werkzeugen, die Bereitstellung geeigneter Lern- und Lehrräume sowie dezentrale Wegweiser in Form von Webseiten oder Apps (Bopp et al. 2006; Oberhuemer und Pfeffer 2008; May und Kannenberg 2014).

Die Anforderungen an eine sinnvolle Verknüpfung der bestehenden analogen Systeme an Hochschulen und den neu zu schaffenden Unterstützungssystemen für den Einsatz digitaler Medien in der (Weiter-)Bildung besteht unabhängig von Art und Eigenschaft der digitalen Medien und ihrer Organisationsform (Bopp et al. 2006, S 90). Um sich im Weiterbildungsmarkt und gegenüber privaten Wettbewerbern dauerhaft gut zu positionieren, sind schnell verfügbare und adäquat auf den Weiter-

bildungsbedarf der Teilnehmenden und der Wirtschaft zugeschnittene Angebote von hoher Qualität an den Hochschulen vonnöten.

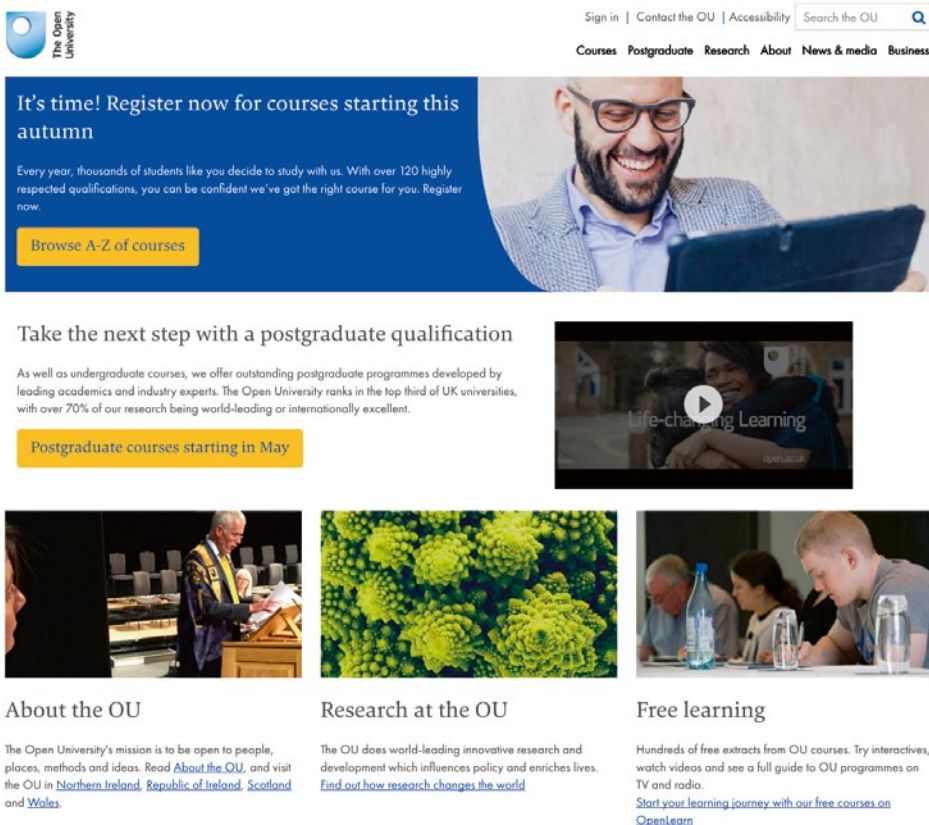
Damit sich die vergleichsweise hohen Investitionen für die Digitalisierung der (Weiter-)Bildungsangebote möglichst schnell auszahlen, muss es gelingen, eine entsprechende Nachfrage zu generieren und eine „Kundenbindung“ zu erzeugen. Vor dem Hintergrund stark veränderter Rahmenbedingungen seit den 1990er Jahren sehen sich Hochschulen in Deutschland einem stetig zunehmenden Wettbewerbsdruck ausgesetzt (Hochschulforum Digitalisierung 2016, S 8f; Globisch 2009). Die Diversifizierung des Angebotsspektrums der Hochschulen von grundständiger Lehre um digitale Angebote sowie um analoge und digitale Angebote wissenschaftlicher Weiterbildung bietet hier eine Chance, sich im Wettbewerb durch Professionalisierung positiv abzusetzen. Dazu wird es erforderlich sein, bisherige curriculare Konzepte der traditionellen Lehre auf den Prüfstand zu stellen. So können betreuungsrelevante Teile der Lehre in den einzelnen Disziplinen von denen abgegrenzt werden, die ohne besondere Vorbedingungen über digitale Medien genutzt werden können.

Bildung ist ein Vertrauensgut, dessen Bewertung erst vorgenommen werden kann, nachdem das Gut in Anspruch genommen wurde. Die Bewertung im Nachhinein entscheidet über die Reputation der Bildungseinrichtung und der Bildungsmaßnahme selbst. Hier können Portale wie MeinProf.de bereits eine erste Orientierung auf individueller Ebene bieten. Überwiegend hängt die Entscheidung für eine Bildungsmaßnahme von den Präferenzen der Nachfragenden – das sind auch Unternehmen – ab (vgl. z.B. Hochschulranking 2015 der WirtschaftsWoche: Schmidt 2015). Die klassischen, objektiven Eckdaten zur Charakterisierung eines Bildungsangebots sind Inhalte, Ziele, zu erwerbender Abschluss, ggf. mit ECTS, zeitlicher Umfang, Veranstaltungsort, Kosten, zu erbringende Leistungen. Künftig wird es wichtig sein, Informationen zu den räumlichen, medialen und didaktischen Konzepten, technischen Voraussetzungen, Betreuungs- und Beratungsangeboten sowie Möglichkeiten von Lernkooperationen und Prüfungsmodalitäten aufzuzeigen, damit Interessierte die ihren Präferenzen entsprechenden Angebote auswählen können.

Das gilt für die digitale und analoge grundständige Lehre wie für die digitale und analoge wissenschaftliche Weiterbildung. Hierzu wird es hilfreich sein, wenn die Hochschulen die Anforderungen an (Weiter-)Bildungsangebote durch ihre unterschiedlichen Zielgruppen sorgfältig erfassen – auch im Sinne von Learning Analytics (Schulmeister 2013, S 42) – um die Erkenntnisse in die Gestaltung der digitalen Studienangebote einfließen zu lassen (vgl. Kapitel 2.2.2). Auf Basis ihrer individuellen Nutzenpräferenzen trennen die Kunden wissenschaftlicher Weiterbildung bereits heute zwischen den Weiterbildungsangeboten, die sie im Internet schnell und sinnvoll nutzen können und denen, für die sie die fachlich-didaktische Aufbereitung durch Lehrkräfte als relevant einstufen. Gleichzeitig werden ihnen zeitliche Effizienz

sowie räumliche und didaktische Spielräume wichtiger, je länger eine wissenschaftliche Weiterbildung dauert. Mit Blick auf die beobachteten „Drop-out-Raten“ bei digitalen Angeboten, aber auch in Hinblick auf die Abbruchquote bei traditionell Studierenden wäre ein Zuschnitt der Maßnahmen auf die Lern- und Rezeptionsgewohnheiten der Kunden und Studierenden hilfreich (vgl. Handke und Franke 2013, S 102).

Dazu gehört es auch, Begleitungs- und Betreuungsbedarfe – etwa zur Klärung von Fragen oder bei der Bearbeitung von Studienleistungen, wie beispielsweise die App der Goethe-Universität in Frankfurt am Main sie bietet – für die Kunden und Studierenden bei der Konzeption von digitalen (Weiter-)Bildungsangeboten mit zu beden-



The screenshot shows the Open University website homepage. At the top left is the Open University logo. To the right are links for 'Sign in', 'Contact the OU', 'Accessibility', and a search bar labeled 'Search the OU'. Below these are navigation links: 'Courses', 'Postgraduate', 'Research', 'About', 'News & media', and 'Business'. The main banner has a blue background with the text 'It's time! Register now for courses starting this autumn' and a 'Browse A-Z of courses' button. Below the banner is a section for 'Take the next step with a postgraduate qualification' with a 'Postgraduate courses starting in May' button. At the bottom, there are three columns: 'About the OU', 'Research at the OU', and 'Free learning', each with a small image and a brief description.

It's time! Register now for courses starting this autumn

Every year, thousands of students like you decide to study with us. With over 120 highly respected qualifications, you can be confident we've got the right course for you. Register now.

[Browse A-Z of courses](#)

Take the next step with a postgraduate qualification

As well as undergraduate courses, we offer outstanding postgraduate programmes developed by leading academics and industry experts. The Open University ranks in the top third of UK universities, with over 70% of our research being world-leading or internationally excellent.

[Postgraduate courses starting in May](#)

About the OU

The Open University's mission is to be open to people, places, methods and ideas. Read [About the OU](#), and visit the OU in [Northern Ireland](#), [Republic of Ireland](#), [Scotland](#) and [Wales](#).

Research at the OU

The OU does world-leading innovative research and development which influences policy and enriches lives. [Find out how research changes the world](#)

Free learning

Hundreds of free extracts from OU courses. Try interactives, watch videos and see a full guide to OU programmes on TV and radio. [Start your learning journey with our free courses on OpenLearn](#)

Abbildung 2.1.2.2: Snapshot der Webseite der Open University UK¹

¹ Open University: www.open.ac.uk. Zugegriffen: 18.05.2016

ken und entsprechende Angebote zu entwickeln, gerade wenn Hochschulen Lernerfolge und Lernergebnisse bei Studierenden und bei ihren Kunden sicherstellen wollen. Sie eröffnen sich damit die mögliche Förderung des Nachwuchses und sichern die Zufriedenheit ihrer Studierenden und Kunden. Selbst wenn nicht alle Studierenden und Kunden einen Studienabschluss anstreben, sondern lediglich einzelne Module absolvieren wollen, wird es künftig zu einem vollständig konzipierten (digitalen) Studiengang oder Modul gehören, auch die Studien- und Prüfungsleistungen, inklusive eines aussagefähigen Feedbacks durch Lehrende und Betreuende oder durch die Peer Group anzubieten (vgl. Hafer und Matthé 2016, S 195ff). Hier stecken die Entwicklungen in Deutschland noch in den Anfängen.

Hochschulen, die sich einer kundenorientierten, digitalen Ausrichtung – auch in Bezug auf ihre traditionell Studierenden – öffnen, stehen wichtigen Entscheidungen in Bezug auf Strategie, Positionierung und Ressourcenallokation gegenüber. Umfassend und bedarfsorientiert geplante Studienangebote eröffnen ihnen neue Kundensegmente. Die größte Chance für diejenigen, die Digitalisierung als Erweiterung ihres Angebotspektrums verstehen, liegt für sie darin, auch die traditionell designte Lehre in neuen Zusammenhängen zu denken und sich damit neue Märkte zu erschließen: Die Industrie ist sehr interessiert an modern gestalteter Lehre und Weiterbildung, die ihr die schnelle und kompetente Umsetzung von Entwicklungsprojekten und den Zugang zu Nachwuchskräften ermöglicht.

Die Erfahrung mit digitalen Lernformaten der vergangene Jahre hat gezeigt, dass die Konzeption von Vorlesung, Seminar und Übung als Präsenzveranstaltungen die Studierenden in Bezug auf die Community-bildende Aspekte stärker zufriedenstellt als Online-Veranstaltungen dieses bisher offenbar können. Zukünftig gilt es deshalb zu differenzieren zwischen standardisierbaren Lerninhalten ohne Betreuungsaufwand und denjenigen Lerninhalten, die nur in einem curricularen Kontext eingebettet sinnvoll sind. Eine zunehmende technische und didaktische Qualität der digitalen Weiterbildungsangeboten unterstützt die sich bereits abzeichnende Marktentwicklung, an der auch Hochschulen partizipieren können.

Literatur

Bopp T, Hampel T, Hinn R, Lützenkirchen F, Prpitsch C, Richter H (2006) Alltagstaugliche Mediennutzung erfordert Systemkonvergenzen in Aus- und Weiterbildung. In: Seiler Schiedt E, Kälin S, Sengstag C (Hrsg) E-Learning – alltagstaugliche Innovation?. Waxmann, Münster, S 87–96

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2006) Berichtssystem Weiterbildung IX. Integrierter Gesamtbericht zur Weiterbildungssituation in Deutschland. www.bmbf.de/pub/berichtssystem_weiterbildung_neun.pdf. Zugegriffen: 29.01.2016

- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2014) Weiterbildungsverhalten in Deutschland 2014. Ergebnisse des Adult Education Survey – AES Trendbericht. www.bmbf.de/pub/Weiterbildungsverhalten_in_Deutschland_2014.pdf. Zugegriffen: 29.01.2016
- Globisch S (2009) Professionalisierte Drittmittelakquisition an Hochschulen. In: Mertens W (Hrsg) Wissenschaftsmarketing. Lemmens Medien GmbH, Bonn, S 79–93
- Hafer J, Matthé F (2016) Ein nach vorne offener Prozess. E-Assessments an Hochschulen. In: *Forschung & Lehre* 23(3), S 194–197
- Handke J, Franke P (2013) xMOOCs im Virtual Linguistics Campus. In: Schulmeister R (Hrsg) MOOCs – Massive Open Online Courses. Offene Bildung oder Geschäftsmodell?. Waxmann, Münster, S 101–126
- Hanft A, Knust M (2008) Wissenschaftliche Weiterbildung: Organisation und Geschäftsfelder im internationalen Vergleich. In: *Report: Zeitschrift für Weiterbildungsforschung* 31(1), S 30–41. www.die-bonn.de/doks/hanft0801.pdf. Zugegriffen: 22.01.2016
- Haug S, Wedekind J (2013) cMOOC – ein alternatives Lehr-/Lernszenarium?. In: Schulmeister R (Hrsg) MOOCs – Massive Open Online Courses. Offene Bildung oder Geschäftsmodell?. Waxmann, Münster, S 162–206
- Herber E, Schmidt-Hertha B, Zauchner-Studnicka S (2013) Erwachsenen- und Weiterbildung. Technologieeinsatz beim Lernen und Lehren mit Erwachsenen. In: Ebner M, Schöne S (Hrsg) *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*, 2. Aufl. epubli GmbH, Berlin
- Hochschulforum Digitalisierung (2015) 20 Thesen zur Digitalisierung der Hochschulbildung. Arbeitspapier Nr. 14. Hochschulforum Digitalisierung, Berlin
- Hochschulforum Digitalisierung (2016) Zur nachhaltigen Implementierung von Lerninnovationen mit digitalen Medien. Arbeitspapier Nr. 16. Hochschulforum Digitalisierung, Berlin
- May A, Kannenberg S (2014) Entgrenzung und Zusammenarbeit – die Notwendigkeit von Kooperation im Lernraum. In: *ABI Technik* 34(1), S 9–19
- Oberhuemer P, Pfeffer T (2008) Open Education Resources – ein Policy-Paper. In: Zauchner S, Baumgartner P, Blaschitz E, Weissenböck A (Hrsg) *Offener Bildungsraum Hochschule. Freiheiten und Notwendigkeiten*. Waxmann, Münster, S 17–27
- Pruschansky S (Hrsg) (2001) *Lebenslanges Lernen*. Expertisen zu Lebenslangem Lernen – Lebensarbeitszeiten – Lebensweiterbildungskonten. Schriftenreihe der Senatsverwaltung für Arbeit, Soziales und Frauen, Nr. 44. BBJ-Verlag, Berlin
- Schmidt K (2015) Uni-Ranking. Spitzenplätze für Münchener Hochschulen. *WirtschaftsWoche*, 17.07.2015. www.wiwo.de/erfolg/campus-mba/uni-ranking-spitzenplaetze-fuer-muenchener-hochschulen/12065372.html. Zugegriffen: 18.05.2016
- Schulmeister R (2013) Der Beginn und das Ende von Open. In: Schulmeister R (Hrsg.) MOOCs – Massive Open Online Courses. Offene Bildung oder Geschäftsmodell?. Waxmann, Münster, S 17–59
- Wilkesmann U (2007) Wissenschaftliche Weiterbildung als gemeinsame Wissensarbeit an der Grenzstelle von Universitäten und Unternehmen – eine unterschätzte Form der Wissensproduktion. In: *Arbeit. Zeitschrift für Arbeitsforschung, Arbeitsgestaltung und Arbeitspolitik* 16(4), S 269–281

2.1.3 Perspektivische Veränderungen in der Wissenschaft

Volker Wittpahl

Digitale, einfach verfügbare Datenmengen eröffnen neue Erkenntniswege. Sie verändern die Art, wie Wissenschaftler recherchieren und publizieren. Wenn Datenbanken in Zukunft ganz selbstverständlich wie heute Bücher und Fachzeitschriften als Quellen genutzt werden, wandeln sich auch die Aufgaben und das Rollenverständnis künftiger wissenschaftlicher Bibliotheken. Welche Chancen sich durch die Übertragung der Industrie 4.0-Ansätze auf Forschungslabore eröffnen und welche Konsequenzen der nächste und der übernächste Digitalisierungsschritt der Wissenschaft mit sich bringen, wird im vorliegenden Beitrag diskutiert.

Mit zunehmender Digitalisierung erhält die Wissenschaft Werkzeuge, die völlig neue Möglichkeiten eröffnen: Supercomputer simulieren komplexe Vorgänge in diversen naturwissenschaftlichen Disziplinen, ob nun der Quantenchemie oder der Kosmologie. Die Übertragung von digitalen Werkzeugen und Infrastrukturen aus anderen Anwendungsbereichen führt zu einer Veränderung der Wissenschaft in den kommenden Jahren. So befördert die digitale Vernetzung eine interdisziplinäre, kollaborative und offene Wissenschaft. Ähnlich wie in anderen Bereichen wird die Digitalisierung das Arbeiten und das Selbstverständnis der wissenschaftlichen Berufsbilder ändern. Die Digitalisierung wird neue Methoden des wissenschaftlichen Arbeitens hervorbringen. Welches Rollenverständnis werden Wissenschaftler daraus entwickeln und wie ändern sich Aufgaben und Prozesse? Werden sie durch spezielle Social-Media-Plattformen wie ResearchGate in Zukunft verstärkt zu Netzwerkkern oder wieder zu tradierten Erkenntnisforschern? (Vicari 2016)

Recherchieren und publizieren in einer digitalisierten Wissenschaft

Forscher stehen seit jeher unter einem starken Erfolgsdruck. Ihre akademische Währung sind Publikationen, die nach Möglichkeit in renommierten Zeitschriften veröffentlicht werden sollen. Als Forscher muss man schneller als die Konkurrenz publizieren und danach möglichst oft noch zitiert werden. Daher wurde des Öfteren in der Vergangenheit publiziert, bevor Ergebnisse final validiert waren.

Grundvoraussetzung für eine solide Publikation ist eine fundierte Recherche. Veröffentlichungen sind in ihrer Anzahl während der vergangenen Jahre extrem angestiegen. Kaum ein Wissenschaftler hat die Zeit und Chance, alle relevanten Publikatio-

nen in kurzer Zeit auf ihre Wichtigkeit für die eigene Forschung zu überprüfen. Die schiere Masse an Veröffentlichungen in eigenen und angrenzenden Fachbereichen zu lesen, grenzt bisweilen an eine zeitlich nicht mehr lösbare Aufgabe. An dieser Stelle kann der gezielte Einsatz von intelligenten Suchalgorithmen die Recherchearbeit der Wissenschaftler unterstützen und erleichtern. Während im Bereich der professionellen Patentrecherche der Einsatz moderner Textanalyseverfahren gerade Einzug hält, ist bei der wissenschaftlichen Recherche der Einsatz von Textanalyseverfahren, wie z.B. rapidminer oder megaputer, noch eher die Ausnahme. Ein Hinderungsgrund ist derzeit, dass die Handhabung der digitalen Textanalyse-Werkzeuge eines fundierten Expertenwissens bedarf. Durch die Weiterentwicklung der Technik und der Schnittstellen werden diese Werkzeuge künftig unter Einsatz intelligenter Algorithmen auch für einen geschulten Laien im wissenschaftlichen Kontext nutzbar sein. Das korrekte Zitieren wird durch den Einsatz schon heute am Markt verfügbarer, digitaler Werkzeuge, wie z. B. Citavi¹, derart unterstützt, dass Formfehler der Zitation ausgeschlossen werden.

Von der Datenbank zur wissenschaftlichen Publikation

Zukünftig notwendige Voraussetzungen zum effizienteren Recherchieren und Publizieren sind der freie Zugang und die Nutzung von Datenbanken wissenschaftlicher Publikationen. Doch nicht nur Literatur-Datenbanken, sondern vielmehr jede Form von Datenbank wird für die sich durch die Digitalisierung wandelnde Wissenschaft von Bedeutung sein.

Für die Wissenschaft lässt sich postulieren, dass Datenbanken für Wissenschaftler des 21. Jahrhunderts werden, was die Bücher bis zum Ende des 20. Jahrhundert waren: Quellen von Wissen und Erkenntnis, die es auszuwerten und zu interpretieren gilt.

Schon heute zeichnet sich ab, dass Grundlage für viele wissenschaftliche Ergebnisse die Analyse von Daten aus Datenbanken ist. So werden im Bereich der medizinischen und pharmazeutischen Forschung zunehmend prädiktive Modelle mittels Patientendatenbanken entwickelt und verifiziert (vgl. Kapitel 3.2.2).

Infolgedessen werden Datenbanken zunehmend zur Quelle wissenschaftlicher Erkenntnis. Wollen Wissenschaftler in der digitalen Zukunft ihren Vorsprung gegenüber ihrer internationalen Konkurrenz halten und exzellente Forschung leisten, so sind für einen Forschungsstandort mehrere Voraussetzungen notwendig.

- *Voraussetzung: Höhere Anforderungen an die Medienkompetenz der Wissenschaftler*

¹ CITAVI: www.citavi.de. Zugegriffen: 18.05.2016

Wie viele andere Berufsgruppen auch müssen Wissenschaftler sich neue Medienkompetenzen aneignen, um ihre Tätigkeit noch in Zukunft effizient und professionell auszuüben. Vor mehr als 20 Jahren hat die Nutzung der Textverarbeitung dazu geführt, dass sich die Publikationsprozesse beschleunigt und verändert haben. Textverarbeitungen sind heute hierfür nicht mehr wegzudenken. Bei der Datenbanknutzung wird in einigen Jahren ähnliches gelten. Für Wissenschaftler bedeutet das konkret den professionellen Umgang mit Datenbanken und Kontext-/Textanalyseverfahren zu erlernen.

- *Voraussetzung: Zugriff auf möglichst viele Datenquellen*

Um schneller bessere Ergebnisse zu produzieren, ist der Zugriff auf möglichst viele unterschiedliche Daten in unterschiedlichen Datenbanken notwendig. Ein Beispiel hierfür wird im Beitrag „Arbeitsmarkt und Digitalisierung – Wie man benötigte digitale Fähigkeiten am Arbeitsmarkt messen kann“ beschrieben, wo die Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit und die Erwerbstätigenbefragung des Bundesinstituts für Berufsbildung verschnitten und analysiert wurden. Es lassen sich aber z.B. auch Korrelationen zwischen Bodenkontaminationen und bestimmten Erkrankungsmustern validieren, indem Daten aus dem Bodenkataster mit anonymisierten Patientendaten der Krankenkassen verschränkt werden. Je mehr Datenbanken den Wissenschaftlern zugänglich sind, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit über Korrelationen neue Erkenntnisse zu finden. Die Forderung der Wissenschaft muss daher folgerichtig lauten: freier digitaler Zugriff auf alle öffentlichen Daten und Datenbanken sowie alle wissenschaftlichen Forschungs- und Messdaten.

- *Voraussetzung: Datenbanken wie Publikationen behandeln*

Wenn Datenbanken die Grundlage für publizierte Ergebnisse sind, so müssen sie analog zu anderen wissenschaftlichen Quellen gesehen und künftig behandelt werden. Sie müssen „zitierfähig“ werden, dies heißt, auch anderen Forschern in ihrer ursprünglich bzw. der Publikation relevanten Form zugänglich sein, um die publizierten Ergebnisse zu verifizieren bzw. auf diese aufzubauen oder diese zu ergänzen. Um dies sicherzustellen, bedarf es einer Katalogisierung und Indizierung der Datenbanken, sodass man gezielt nach ihnen suchen kann. Eine Herausforderung hierbei sind aktiv genutzte Datenbanken, deren Zustände und Werte sich dynamisch verändern. Es bedarf einer Instanz, die neben der Indizierung auch den Zugang und die Archivierung der Datenbanken für wissenschaftliche Zwecke organisiert.

Sobald Datenbanken analog zu Publikationen behandelt werden, besteht für die „Autoren“ der Datenbanken die Möglichkeit, entsprechend bei Veröffentlichungen, die auf ihre Datengrundlage zurückgehen, wissenschaftlich zitiert zu werden. Die wissenschaftliche Relevanz einer Datenbank lässt sich dann analog zur

klassischen Publikation durch die Häufigkeit der Nennung als Quelle belegen. Durch die Nennung der Autorenschaft der Datenbanken in Zitationen wird zwangsläufig auch die Reputation des Wissenschaftlers gefördert.

Die neuen Bestände und Aufgaben von wissenschaftlichen Bibliotheken im 21. Jahrhundert

Vor dem Hintergrund des Datenschutzes sowie der Archivierung und Indizierung der Datenbanken für die Wissenschaft bedarf es einer neuen Institution, welche die Verwaltung, Indizierung und Verfügbarkeit sowie Zugangsrechte regelt. Wissenschaftler, die als erste in ihrem Umfeld eine solche Institution nutzen können, werden gegenüber ihren Kollegen einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil haben. Irgendwann in naher Zukunft wird eine solche Institution – wo auch immer auf der Welt – aus dem Bedarf heraus gegründet werden, ob an einer Hochschule, durch den Zusammenschluss mehrerer Hochschulen oder unabhängig davon durch öffentliche oder private Förderung.

Traditionelle Dokumente, wie Handschriften oder Akten, werden in Archiven oder Bibliotheken verwaltet. Um die wissenschaftliche und neutrale Dokumentation und Archivierung wie auch den öffentlichen Zugang verschiedener Datenbanken zu regeln, sind universitäre und wissenschaftliche Bibliotheken prädestiniert. Mit ihrem Erfahrungshintergrund sind sie auch in der Lage abzuschätzen, welche Inhalte wie aufbereitet für die Nachwelt erhalten werden sollen. Die Definition und der Inhalt von Datenbanken werden unterschiedlich für verschiedene bibliothekarische und archivarische Aufgaben ausgeprägt sein. So sind die Anforderungen für die Archivierung digitaler Verwaltungsdaten im Rahmen der Komplettierung eines Stadtarchivs nach Umfang und Anforderungen bzgl. des Datenbestandes und Datenschutzes ganz andere als die Archivierung einer Ergebnisdatenbank, die im Rahmen eines öffentlich geförderten sozialwissenschaftlichen Forschungsvorhabens durch Umfragen gefüllt wurde. Wieder andere Anforderungen an die Archivierung und Dokumentation stellt die Sicherung von Messdaten aus öffentlichen Umweltsensoren oder naturwissenschaftlichen Forschungslaboren dar.

Die Schlüsselkompetenz von wissenschaftlichen Bibliotheken wird in Zukunft darin bestehen, Inhalte mittels möglichst vieler Datenbanken, die verschiedenster Art und verschiedenstem zeitlichen Ursprungs sind, analyse- und zitierfähig den Wissenschaftlern zugänglich zu machen und ihnen beim Umgang mit der Suche in den Datenbanken hilfreich und kompetent zur Seite zu stehen.

Bis diese Transformation vollzogen ist, sind noch viele Aufgaben zu lösen. Neben dem Thema Datenschutz gilt es noch weitere Herausforderungen für die Praxis zu lösen.

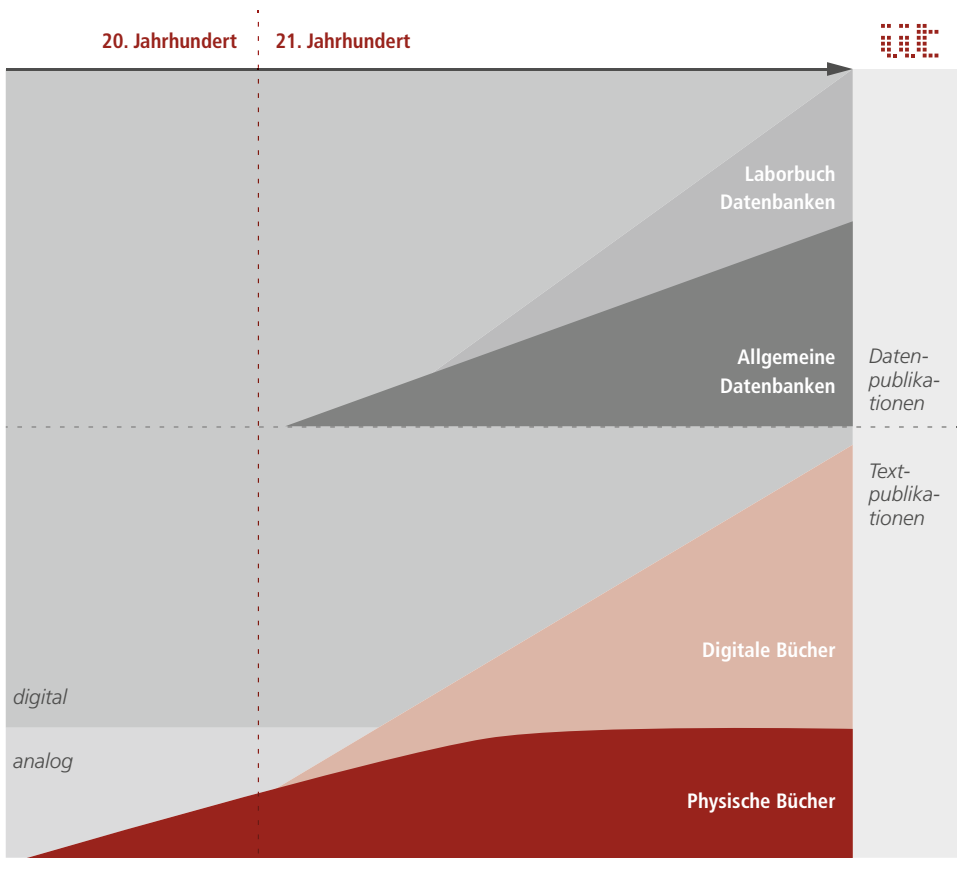


Abbildung 2.1.3.1: Die Entwicklung von wissenschaftlichen Bibliotheken

So ist zum Beispiel eine standardisierte Indizierung der Datenbanken notwendig, um sie in Katalogen der digitalen Bibliotheken eindeutig wiederzufinden. Eine weitere Herausforderung sind Datenbanken mit sich dynamisch ändernden Daten, z. B. Echtzeit-Verkehrsdaten. Weiterhin sind Datenbanken und Bestände von Verwaltungen für künftige Forschungen zu erhalten und archivieren, sodass auch Volkswirtschaftler und zukünftige Historiker auf Basis unserer heutigen Daten und Datenbanken ihre Forschungen betreiben können. Aber nicht nur die digitalen Datenbestände der Verwaltungen gehören wissenschaftlich archiviert und bibliothekarisch aufbereitet. Jegliche Datenbanken, ob von öffentlichen Kommunikationsplattformen oder von liquidierten Unternehmen, gehören bewahrt, um sie für künftige wissenschaftliche Betrachtungen zu konservieren.

Ein weiterer Aspekt für künftige wissenschaftliche Datenbestände ist der Zugriff und Umgang mit Daten in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen.

Forschungslabor 4.0: Chancen für Effizienz und Qualitätsmanagement

Nachdem sich abzeichnet, dass die Verfügbarkeit digitaler Datenbestände ein kritischer Erfolgsfaktor für künftige wissenschaftliche Exzellenz und Effizienz ist, stellt sich die Frage, in welcher Form die Digitalisierung mittels Automation und Vernetzung der Laborarbeit in Natur- und Ingenieurwissenschaften hierzu einen Beitrag liefern kann, und ob sich dieser Aufwand auszahlt. Überträgt man die Entwicklungen der Industrie 4.0-Aktivitäten auf den Forschungsbetrieb in Laboren, so lassen sich mehrere Ziele erreichen, welche eine massive Investition in die Digitalisierung der Forschungsinfrastruktur rechtfertigen.

1. Qualitäts- und Datensicherung

Die nächste Stufe der Digitalisierung im Labor wird neben der ohnehin meist vorhandenen Automation und dem Auslesen von Daten verschiedener Geräte eines Messstandes digitale Laborbücher ermöglichen, die nicht nur die Nutzung der Geräte ganzheitlich dokumentieren, sondern darüber hinaus auch ihre Auslastung optimieren und die Ergebnisse auf den lokalen Hochschulrechnern sowie auf speziellen zertifizierten Archivrechnern in der sogenannten Cloud als Read-only-Kopie sichern. Was bedeutet dies für den Laborbetrieb der Zukunft?

Digitale Laborbücher erfassen automatisch und in Echtzeit die genutzten Laborgeräte (inklusive Gerätenummern, Laufzeiten, Verschaltungen, Betriebstemperaturen, Nutzungsdauer mit Tageszeit und Datum, Messdaten usw.), das bedienende Laborpersonal (Präsenzpersonal und Tele-Laboranten), Datum und Zeit der Labor- und Messstand-Nutzung, Umgebungsdaten (geographischer Ort der Messung mit Länge/Breite/Höhe über N.N., Raumtemperatur, Wetter usw.) sowie mögliche Videoaufzeichnungen aus den Laboren, die zur Dokumentation zu Rate gezogen werden.

Digitalisierte Laborinventarlisten, in denen jedes Messgerät nicht nur eine eigene IP-Adresse sondern auch einen eigenen digitalen Kalender zugewiesen bekommt, helfen gerade bei sehr teurem Laborgerät eine optimale Auslastung zu erzielen. Verpflichtet der Gesetzgeber die Forscher dazu, das öffentlich geförderte Labor zukünftig digital einzubinden, ließe sich nicht nur ihre Nutzung belegen, sondern auch Forschern von anderen Einrichtungen die Möglichkeit bieten, die Geräte in den freien Laborzeiten zu nutzen. Die Spiegelung der digitalen Laborbücher zur *Archivierung als Read-only-Kopie auf zertifizierten Cloud-Rechnern* beugt zum einen einem möglichen Datenverlust auf dem lokalen System vor und dient zum anderen der Qualitätssicherung. Manipulationen der ursprünglichen Messdaten, wie sie in den vergangenen Jahren mehrfach publik wurden, sind nicht mehr möglich, da eine Abweichung zwischen dem Laborbuch auf dem lokalen Rechner und auf dem Cloud-Rechner sofort auffällt.

II. Verfügbarkeit und schnellere Mehrfachnutzung von Ergebnissen

Sind die Laborbücher aus öffentlichen Forschungseinrichtungen einmal auf den zertifizierten Cloud-Rechnern eingerichtet, können sie ähnlich wie andere Datenbanken in künftigen wissenschaftlichen Bibliotheken sofort indiziert werden und als bestätigte wissenschaftliche Quelle genutzt werden. Nach Ablauf von öffentlich geförderten Forschungsprojekten, inklusive einer „Schonzeit“ für die Forscher zur Veröffentlichung ihrer Ergebnisse, können diese Daten sofort anderen Forschern verfügbar gemacht werden. Dies ermöglicht zum einen eine wesentlich effizientere Verifizierung von Laborergebnissen, da im Zweifelsfall über die Umgebungsdaten geklärt werden kann, worin bei Zweitmessungen durch andere Labore die Unterschiede bestanden. Weiterhin erlaubt eine zentrale Laborbücher-Datenbank noch viel effizientere und schnellere Datenanalysen in Natur- und Ingenieurwissenschaften, als sie heute aufgrund der Schnittstellenproblematik und fehlenden Vernetzung der Laborinfrastrukturen möglich ist.

III. Schnellere und fundiertere Entscheidungsgrundlagen für Investitionen in Forschungsvorhaben und Laborausstattungen

Die Verknüpfung von digitalem Laborbuch und digitalisierter Laborinventarliste kann künftig dafür Sorge tragen, dass die Hochschulverwaltung und der öffentliche Fördermittelgeber eine höhere Transparenz bzgl. der Gerätenutzung erhalten. Ferner kann eine „strategische“ Laborbelegung zum Ausbremsen anderer Forschungsgruppen vermieden werden, da die Laborbücher eindeutig belegen, von wem welche Aktivitäten in der beanspruchten Zeit durchgeführt wurden. Die Mittelgeber erhalten auf diese Weise nicht nur ein Qualitäts- und Ressourcenmanagement, sondern demokratisieren und fördern den freien und mehrfachen Erkenntnisgewinn mittels Datenanalysen aus einem einmalig finanzierten Laborvorhaben.

Der übernächste Schritt der Digitalisierung

Was kommt, wenn die nächsten Schritte der Digitalisierung in der Wissenschaft vollzogen sind? Wissenschaftliche Fälschungen in Abschlussarbeiten und in allgemeinen wissenschaftlichen Publikationen könnten in Zukunft durch die hinterlegten Laborbücher auf den Archiv-Servern leichter nachgewiesen werden. Es ist durchaus möglich, dass sich Wissenschaft und Forschung demokratisieren und neue Spieler zulassen. Forschungsaktivitäten und Publikationen können künftig vielleicht auch aus der Gruppe der Laienwissenschaftler kommen und über Citizen Science eine größere Bedeutung gewinnen. Dies kann umso wahrscheinlicher geschehen, wenn die künftigen wissenschaftlichen Bibliotheken die Nutzung der Datenbanken – hier im oben beschriebenen Sinn einer Publikationsquelle gemeint – auch interessierten Laien erlauben. Ein durchaus erfahrener Datenanalyst kann dabei interessante Korre-

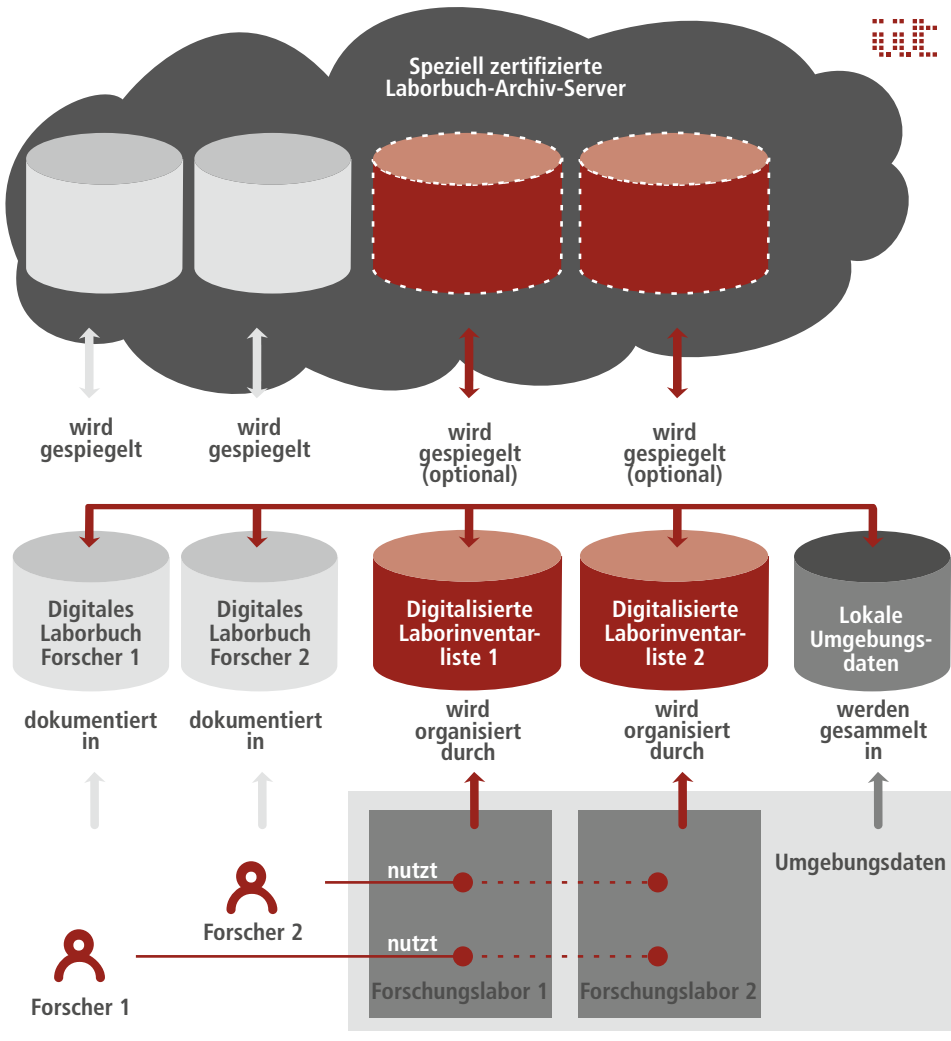


Abbildung 2.1.3.2: Ressourcen- und Qualitätsmanagement im Forschungslabor 4.0

lationen finden und verifizieren, selbst wenn ihm die fachliche Expertise zu den Feldern der Datenbestände fehlt.

Der Einfluss von intelligenten Algorithmen, ob jetzt Mustererkennung, Künstliche Intelligenz oder Deep Learning genannt, wurde in den Ausführungen bisher nur im Bereich der Rechercheunterstützung erwähnt. Betrachtet man vor dem Hintergrund nochmal das Publizieren, kann man davon ausgehen, dass ein intelligenter Algorith-

mus, der schon in der Textrecherche Kontexte erkennen kann, auch in der Lage sein wird, den Inhalt einer neuen Publikation zu beurteilen. Somit könnte der intelligente Algorithmus auch in bestimmten Bereichen der Wissenschaft als Reviewer eingesetzt werden, der möglicherweise nicht nur schneller, sondern auch objektiver und professioneller als ein menschlicher Reviewer ist.

Schaut man sich die Leistungen von intelligenten Algorithmen in anderen Bereichen an, so lassen sich für den übernächsten Schritt der Digitalisierung in der Wissenschaft weitere Entwicklungen ableiten. Die Verknüpfung von Kontextverständnis bei Textanalysen sowie Datenanalysen in Labordatenbanken innerhalb von intelligenten Algorithmen kann dazu führen, dass diese neue Gesetzmäßigkeiten finden, die den menschlichen Forschern gar nicht oder erst wesentlich später aufgefallen wären, und für ihren Beweis Messungen vorschlagen oder mit Zugriff auf automatisierte Labore diese direkt selbst durchführen.

Algorithmen sind heute schon fähig, einfache Nachrichtentexte eigenständig zu verfassen. Kann ein intelligenter Algorithmus einen Kontext erkennen, so wird er mittelfristig auch in der Lage sein, diese in einem strukturierten Text auszugeben. Spätestens wenn die Wissenschaft an diesem Punkt angekommen ist, wird sich die Frage stellen, ob der intelligente Algorithmus als gleichwertiger Autor neben menschlichen Wissenschaftlern veröffentlichen darf.

Ausblick

Die digitale Zukunft bleibt auch in der Wissenschaft spannend und offen. Fest steht aber schon heute, dass die künftige wissenschaftliche Exzellenz maßgeblich von den Wissenschaftlern und Einrichtungen kommen wird, die einen freien und einfachen Zugang zu unterschiedlichsten Datenbeständen haben und eine ausreichende Kompetenz im Umgang mit Datenbanken und intelligenten Algorithmen im wissenschaftlichen Kontext besitzen.

Literatur

Vicari J (2016) Liken oder forschen?. brand eins, Ausgabe 02/2016 – Schwerpunkt Karriere. www.brandeins.de/archiv/2016/karriere/wissenschaft-zeitaufteilung-forschung-vs-netzwerken-likens-oder-forschen. Zugegriffen: 19.04.2016

BESCHÄFTIGUNGS- EFFEKTE UND PERSPEKTIVEN DER ARBEITSGESTALTUNG

**Arbeitsmarkt und Digitalisierung –
Wie man benötigte digitale Fähigkeiten
am Arbeitsmarkt messen kann**

Stefan Krabel

**Neue Gestaltungsmöglichkeiten
für die Arbeitswelt**

Wenke Apt, Steffen Wischmann

2.2.1 Arbeitsmarkt und Digitalisierung – Wie man benötigte digitale Fähigkeiten am Arbeitsmarkt messen kann

Stefan Krabel

Digitalisierung verändert den Arbeitsmarkt bezüglich drei verschiedener Aspekte. Erstens: Sogenannte technologische Arbeitslosigkeit kann entstehen, weil menschliche Arbeit in Teilen überflüssig wird. Zweitens: Geschäftsmodelle ändern sich. Beispielsweise können technische Lösungen wie Apps das Herstellen des Kontakts zwischen Kunden und Dienstleister übernehmen. Somit können Dienstleister selbstständig agieren, ohne in Unternehmen organisiert zu sein. Drittens: Arbeitnehmer benötigen andere Kompetenzen. IT-Kenntnisse und kognitive Fähigkeiten werden bedeutsamer, Routinetätigkeiten können in vielen Bereichen automatisiert werden. In diesem Beitrag wird ein empirisches Verfahren vorgestellt, das diese Veränderungen messen und quantifizieren kann. Durch die Kombination von Befragungsdaten und Beschäftigungsstatistiken können Qualifikationsbedarfe und Veränderungen in Berufen nachgezeichnet werden. Erste Ergebnisse werden vorgestellt.

Einleitung

Wie verändert die Digitalisierung den Arbeitsmarkt? Welche Auswirkungen auf Beschäftigungsniveau und Tätigkeitsinhalte sind durch die Digitalisierung und die damit einhergehenden technischen Möglichkeiten zu erwarten? Für diese (und ähnliche) Fragestellungen ist es notwendig, zunächst herauszuarbeiten, welche Veränderungen die Digitalisierung bewirken kann – und teilweise bereits bewirkt hat. Daran anschließend wird in diesem Beitrag ein Verfahren vorgestellt, mit dem es möglich ist, die Veränderungen zu analysieren und Handlungsempfehlungen abzuleiten.

In diesem Beitrag werden drei zentrale Entwicklungen fokussiert, die den Arbeitsmarkt nachhaltig beeinflussen. Erstens ist die Technisierung von Arbeit in der politischen und medialen Debatte teilweise von der Sorge geprägt, dass in Zukunft ein Teil der Arbeitsplätze „vernichtet“ werden könnte. Denn die fortschreitende Technisierung ist durchaus auch von dem Ziel geprägt, menschliche Tätigkeiten zu formalisieren und auf Maschinen zu übertragen. Zweitens können sich Geschäftsmodelle durch die zunehmende Vernetzung verändern. Insbesondere koordinierende Aufgaben in Dienstleistungen, beispielsweise von Taxizentralen, können durch direkte Verbindung von Kunden und Dienstleistern – zumindest in Teilen – überflüssig werden. Drittens kann davon ausgegangen werden, dass sich Fähigkeiten am

Arbeitsmarkt durch den digitalen Wandel verändern. Wenn einfache Tätigkeiten von technischen Hilfsmitteln übernommen werden, so werden in Zukunft andere Tätigkeiten, wie digitale Kompetenzen oder auch kognitive Fähigkeiten, stärker gefordert sein.

Doch wie lassen sich die Auswirkungen solcher Entwicklungen empirisch messen? Wie verändert sich der Arbeitsmarkt durch die Digitalisierung? In diesem Beitrag wird ein empirisches Verfahren dargestellt, das durch die Verknüpfung verschiedener Daten die Digitalisierung und Komplexität der geforderten Tätigkeiten am Arbeitsmarkt empirisch messbar macht. Mit Hilfe dieses Vorgehens kann verifiziert werden, wie stark sich digitale Kompetenzen, Komplexität der Tätigkeiten und kognitive Fähigkeiten am Arbeitsmarkt verändern – und so einen Ausblick darüber geben, welche Fähigkeiten in Zukunft stärker, respektive weniger stark, benötigt werden.

Digitalisierung und Arbeitsmarkt: (erste) Befunde aus der Fachliteratur

I. Verlust von Arbeit durch technologische Arbeitslosigkeit

Industrie 4.0 und Digitalisierung sind wichtige Schlagworte, mit denen eine Revolution der Arbeit prophezeit und prognostiziert wird. Damit verbunden ist einerseits die Prognose zu künftigen technischen Möglichkeiten, andererseits aber auch die Vorhersage, dass in Zukunft weniger Menschen benötigt werden, da technische Lösungen einen großen Teil der Arbeit übernehmen.

Es besteht die Sorge, Technik mache menschliche Arbeit zu großen Teilen überflüssig. Ein Beispiel hierfür ist die Entwicklung von Robotern, die in Zukunft etwa im Bereich der Pflege und der Gastronomie menschliche Arbeit ersetzen könnten. Ökonomen sprechen dabei von der Gefahr der „technologischen Arbeitslosigkeit“. Diese entsteht, wenn durch technische Lösungen menschliche Arbeitsplätze verloren gehen, und die betroffenen Arbeitskräfte nicht anderweitig beschäftigt werden können.

Die Ökonomen Frey und Osborne der Oxford University prognostizieren (Frey und Osborne 2013) für den amerikanischen Arbeitsmarkt, *dass rund die Hälfte der heutigen Jobs in Zukunft nicht mehr durch menschliche Tätigkeit und Arbeit verrichtet wird.* Im Rahmen dieser Studie haben Experten eingeschätzt, welche menschlichen Tätigkeiten verschiedener Berufe in Zukunft durch technische Lösungen, wie vernetzte Produktionen, Roboter, Apps oder weitere technische Lösungen, voll automatisiert werden können. Als Ausgangspunkt dafür diente eine Beschreibung von Tätigkeiten in verschiedenen Berufen, die das US Department of Labor seit 2010 unter dem Namen „O-NET“ veröffentlicht.

Diese Methodik wurde mittlerweile auch auf Deutschland angewandt. In einem Papier von Bonin et al. (2015) wurde die Klassifizierung von Frey und Osborne übernommen. Dabei wurden den Berufsgruppen der deutschen Beschäftigungsstatistik möglichst ähnliche – passfähige – Beschäftigungen der US-amerikanischen Statistik zugeordnet. Bonin et al. finden in ihrer Analyse einen deutlich moderateren Effekt von – aber immerhin – zwölf Prozent aller Jobs, die in Deutschland gefährdet sind.

Zwei Studien im renommierten internationalen „Journal of Economic Perspectives“ argumentieren, dass die Angst um Arbeitsplatzverluste induziert durch technologischen Wandel historisch immer wieder aufgetreten ist (Autor 2015; Mokyr et al. 2015). Doch trotz immer wiederkehrender Warnungen, dass massive Arbeitsplatzverluste entstehen, sind diese Befürchtungen nie eingetreten. Aufgrund dieser verschiedenen Prognosen muss der Arbeitsmarkt kontinuierlich beobachtet und analysiert werden, um Entwicklungen am Arbeitsmarkt frühzeitig zu identifizieren und deren Ausmaß quantifizieren zu können.

II. Veränderung von Geschäftsmodellen und Unternehmensstruktur

Die Digitalisierung verändert vor allem auf zwei Arten Geschäftsmodelle. Erstens: In den vergangenen zehn Jahren sind digitale Marktplätze entstanden, die Dienstleistungen anbieten, welche früher von Unternehmen übernommen worden sind, so zum Beispiel Airbnb, Lieferheld oder MyTaxi. Diese neuen Geschäftsmodelle revolutionieren gerade die Hotellerie, die Gastronomie und das Taxigewerbe. Kunden und Dienstleister kommunizieren über Apps, nicht mehr über Unternehmen. Beispielsweise sind Taxifahrer nicht mehr über Zentralen, sondern teilweise über Apps koordiniert.

Zweitens ändern sich durch diese Entwicklung auch Unternehmensstrukturen und Beschäftigungsarten. Vereinfacht ausgedrückt: Unternehmen, die primär als Vermittler von Kunden und Dienstleistungen bzw. Kunden und Waren dienen, werden nahezu überflüssig. Dadurch können in einzelnen Branchen Dienstleister zu selbstständigen Anbietern werden, die nicht mehr über Unternehmen organisiert sind. Insofern ändern sich offenbar nicht nur Geschäftsmodelle, sondern auch Unternehmensstrukturen – möglicherweise mit häufigerer sogenannter Solo-Selbstständigkeit von Dienstleistern, die nicht mehr über Zentralen und Firmen organisiert sind. *Fazit: Geschäftsmodelle werden sich durch digitale Möglichkeiten verändern.*

III. Neue Herausforderungen für die Arbeitswelt und den Arbeitsmarkt

Bislang hat jeder strukturelle oder technologische Wandel statt zu einer anfänglich befürchteten Vernichtung lediglich zu einer Verschiebung von Arbeitsinhalten und Arbeitsverhältnissen geführt. So haben beispielsweise technische Neuerungen in der Mikroelektronik und der Internettechnologie in den 1990er Jahren nicht zu einer

Veränderung der Beschäftigung geführt; weltweit liegt die Beschäftigungsquote zwischen 1993 und 2003 nahezu unverändert bei ca. 63 Prozent (Hübner 2010).

Es ergeben sich veränderte *Aufgaben- und Anforderungsprofile und dementsprechend Qualifizierungsbedarfe*, die mit der Digitalisierung einhergehen. Unstrittig unter Experten ist, dass hier deutliche Veränderungen in der Arbeitswelt zu erwarten sind. Strittig und derzeit nicht klar bestimmbar ist jedoch die eindeutige Identifikation der Veränderungen. *Fazit: Es gilt, Herausforderungen und benötigte Kompetenzen frühzeitig zu identifizieren.*

Zudem zeigen bisherige Studien zu Veränderungen der Arbeitswelt auch, dass technologischer Fortschritt zu einem Rückgang von Beschäftigungsverhältnissen mit überwiegend routinierten, leicht zu automatisierenden Tätigkeiten führt, dafür aber andere Fähigkeiten in Zukunft wichtiger werden (Autor et al. 2003; Spitz-Öner 2006). Technische Lösungen können routinierte Tätigkeiten in der Produktion oder – wie oben dargestellt – auch in der Allokation von Dienstleistungen übernehmen. Die dadurch frei werdende Kapazität menschlicher Arbeit muss aber nicht zwingend wegfallen – wie oben beschrieben, sondern kann anderweitig genutzt werden (Eichhorst et al. 2015). Insbesondere Tätigkeiten, bei denen der Mensch der Maschine überlegen ist, können vermehrt nachgefragt werden (ifaa 2015), etwa bei kognitiven Prozessen oder auch der interdisziplinären Arbeit an neuen Dienstleistungen oder Prozessen, die nun ermöglicht werden. Hervorzuheben sind dabei folgende Kompetenzen, die in Zukunft stärker gefordert werden:

- kognitive Fähigkeiten und
- interdisziplinäre Teamfähigkeit.

Zwei Beispiele hierzu: Wenn erstens Ingenieure weniger Arbeit auf die Koordinierung räumlich getrennter Produktionen aufwenden müssen, kann mehr Arbeit in die Entwicklung neuer Produkte fließen. Dadurch kann die Forschungs- und Entwicklungsarbeit ausgeweitet werden. Wenn zweitens technische Lösungen in der Medizin einfache Tätigkeiten wie die Blutabnahme übernehmen oder durch Telemedizin den Umfang persönlicher Arztbesuche bei Patienten reduzieren, so kann die durchschnittliche Zeit für die Untersuchung von Patienten erhöht werden.

Wie kann man den Einfluss von Digitalisierung messen?

1. Bestehende Ansätze

In Abschnitt 2 sind die möglichen bevorstehenden Veränderungen des Arbeitsmarktes durch die Digitalisierung diskutiert worden. Doch wie kann man solche Verände-

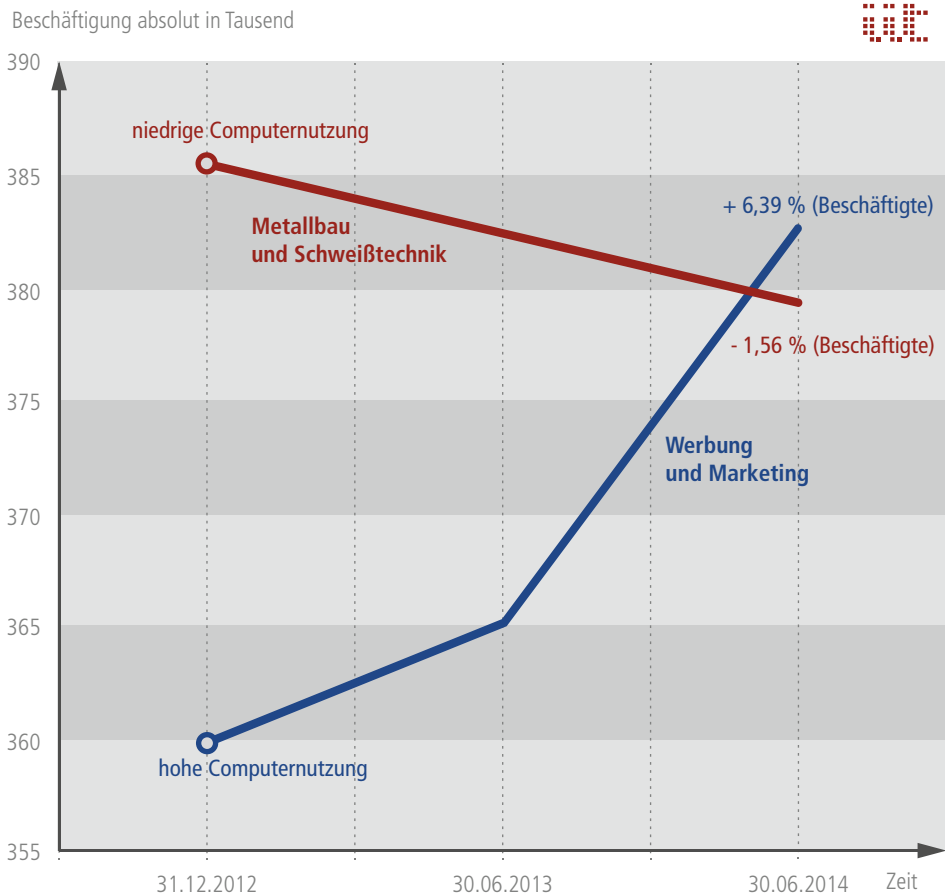


Abbildung 2.2.1.1: Beschäftigung in Abhängigkeit von digitalen Fähigkeiten am Beispiel zweier ausgewählter Berufsgruppen

rungen erfassen? Wie kann man den Einfluss der Digitalisierung auf Arbeitswelt und Arbeitsmarkt quantifizieren?

Im Monitoringbericht „Digitale Wirtschaft“ – herausgegeben vom ZEW Mannheim in Kooperation mit Infratest-Dimap – wurde der Branchenindex DIGITAL erarbeitet. In diesem Ansatz werden etwa die Häufigkeit der Computernutzung, der Ausbau der digitalen Infrastruktur und der Anteil der Computernutzung im Arbeitskontext durch eine repräsentative Umfrage gemessen. Dieser Ansatz hat den Vorteil, dass zwar das Ausmaß der Nutzung von Computern gemessen werden kann, aber auch den Nachteil, dass die benötigten IT-Fähigkeiten in der Beschäftigung nicht gemessen werden.

Eine detaillierte Analyse von benötigten Fähigkeiten im Beruf liefert eine Studie der Bertelsmann-Stiftung. In dieser Studie wurde mithilfe der integrierten Erwerbsbiografien (SIAB) u. a. nachgewiesen, dass kognitive und analytische Fähigkeiten an Bedeutung gewinnen. Diese Analyse deutet darauf hin, dass am Arbeitsmarkt in der Tat bereits Veränderungen von Anforderungsprofilen in Tätigkeiten erkennbar sind.

II. Neuer Ansatz

Um die „versteckten“ Effekte der Digitalisierung zu analysieren, wird hier ein neuer Ansatz zur Analyse von Digitalisierung und dem Arbeitsmarkt vorgeschlagen, der die bestehenden Ansätze sinnvoll ergänzen kann. Indem zwei Datenquellen, und zwar die Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit und die Erwerbstätigenbefragung (BIBB/BAuA) des Bundesinstituts für Berufsbildung, miteinander verknüpft werden, können Beschäftigungsniveaus von Berufsgruppen in Abhängigkeit von Tätigkeits- und Anforderungsprofilen untersucht werden. Durch die Verknüpfung dieser Datenquellen wird eine Analyse ermöglicht, wie sich die Beschäftigung nach Berufsgruppen in den vergangenen Jahren in Abhängigkeit der Komplexität der Beschäftigung entwickelt hat.

Die erste Datenquelle besteht aus der Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit. Die Angabe des Berufs oder der beruflichen Tätigkeit ist in allen Statistiken und Erhebungen zum Arbeitsmarkt oder zur sozioökonomischen Lage in Deutschland unverzichtbar und wird in der offiziellen Statistik der Bundesagentur für Arbeit über Berufsgruppen verwendet.

Die zweite Datenquelle ist eine repräsentative Befragung von Erwerbstätigen des BIBB, die ebendiese Klassifizierung der Berufsgruppen verwendet. Hierdurch können die erhobenen Daten zu Kompetenzprofilen nach Berufsgruppen gruppiert und Mittelwerte nach Berufsgruppen errechnet werden.

Diese beiden Datenquellen können über die Angabe von Berufsgruppen verknüpft werden. Dazu ist eine Aufbereitung der Erwerbstätigenbefragung notwendig, die Individualdaten zu Angaben nach Berufsgruppen aggregiert. Derartig aggregierte Daten können mit den Beschäftigungsdaten verknüpft werden.

Fazit und Ausblick

Insgesamt ist in der Diskussion festzuhalten, dass die fortschreitende Digitalisierung sowohl Chancen als auch Herausforderungen mit sich bringt. Möglich ist die Reduzierung der Arbeitskräfte durch zunehmenden Ersatz menschlicher Arbeitskraft durch Roboter, digitale Technologien und vernetzte Objekte. Möglich ist aber auch, dass durch intelligente Kombinationen von technischen und menschlichen Fähigkei-

ten neue Geschäftsmodelle und neue Produkte entstehen und die Arbeitsproduktivität – gemessen am Status quo – sogar steigt.

Mit dem hier vorgestellten Verfahren zur Messung der Digitalisierung am Arbeitsmarkt wird ermöglicht, den Bedarf an digitalen, kognitiven und analytischen Fähigkeiten am Arbeitsmarkt messbar zu machen. Auch die Veränderung der Beschäftigung kann in Abhängigkeit dieser Fähigkeiten mittels Zeitreihenanalysen untersucht werden. Damit schafft dieses neue Verfahren einen erheblichen Mehrwert gegenüber bisherigen Ansätzen.

Dabei ist es mit diesem Ansatz möglich, das Ausmaß entstehender technologischer Arbeitslosigkeit zu approximieren, indem der Beschäftigungsrückgang leicht zu automatisierender Tätigkeiten empirisch ermittelt wird. Ferner können benötigte Anforderungsprofile am gesamten Arbeitsmarkt sowie in einzelnen Berufsgruppen erstellt werden.

Erste Ergebnisse der Analyse mit Hilfe der Verknüpfung von Beschäftigungsstatistiken und den Befragungen von Beschäftigten zeigen zwei Ergebnisse:

- Verschiebungen am Arbeitsmarkt in Abhängigkeit von digitalen Kompetenzen sind im Zeitraum von 2001 bis 2014 (noch) nicht erkennbar.
- Entwicklungen im Beschäftigungsniveau in einzelnen Berufsgruppen sind eher marginal und in allen Branchen zu finden.

Ein Vergleich der Beschäftigung ist auch zwischen bestimmten Berufsgruppen möglich. In Abbildung 2.2.1.1 ist exemplarisch für die Berufsgruppen „Werbung und Marketing“ sowie „Metallbau und Schweißtechnik“ die Beschäftigung in Abhängigkeit von digitalen Fähigkeiten angegeben. Die Häufigkeit der Computernutzung und der Bedarf an digitalen Fähigkeiten sind in „Werbung und Marketing“ deutlich stärker ausgeprägt als in „Metallbau und Schweißtechnik“. Die Abbildung verdeutlicht anhand von drei Zeitpunkten die Zunahme der Beschäftigung in der Berufsgruppe „Werbung und Marketing“ respektive die Abnahme der Beschäftigung in Abhängigkeit von digitalen Fähigkeiten in der Berufsgruppe „Metallbau und Schweißtechnik“.

Dieses Beispiel ist allerdings nur exemplarisch für zwei Berufsgruppen und deutet an, wie (einfache) Auswertungen mit dem hier vorgestellten Ansatz durchgeführt werden können. Über den gesamten Arbeitsmarkt hinweg deuten die ersten Ergebnisse darauf hin, dass es bislang keine substanziellen Verwerfungen am Arbeitsmarkt gegeben hat. Die Entwicklung digitaler Möglichkeiten ist in vielen Anwendungsgebieten noch nicht vollends ausgeschöpft, sodass sich sowohl das Beschäftigungsniveau, insbesondere in technischen Berufen und Dienstleistungen, als auch die Bedeutung digitaler Kompetenzen in den kommenden Jahren noch deutlich ändern können.

Weitere Analysen der Entwicklung des Arbeitsmarktes und eine Ausweitung der Analyse auf die Komplexität von Tätigkeiten sind mit dem hier vorgestellten Ansatz möglich. Insofern kann dieser Ansatz zur Arbeitsmarktpolitik *und* zur Gestaltung der Aus- und Weiterbildung beitragen. Auch regionale Analysen nach Bundesländern sind möglich. Weitere Analysen sollten dabei insbesondere folgende Punkte berücksichtigen:

- Nachzeichnen der Veränderungen von Tätigkeits- und Anforderungsprofilen am Arbeitsmarkt
- Prognose der Beschäftigungsentwicklung in Berufsgruppen
- Separate Analyse der Beschäftigungsentwicklung nach Profil geforderter Kompetenzen
- Identifikation des Zeitpunkts, der den Beginn von Dynamiken am Arbeitsmarkt (bedingt durch Digitalisierung) darstellt

Literatur

Autor DH, Levy F, Murnane RJ (2003) The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Explanation. In: The Quarterly Journal of Economics 118(4), S 1279–1333

Autor DH (2015) Why Are There Still So Many Jobs?. The History and Future of Workplace Automation. In: Journal of Economic Perspectives 29(3), S 3–30

Bonin H, Gregory T, Zierahn U (2015) Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. Forschungsbericht 455. ZEW-Kurzexpertise Nr. 57, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW). Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Kurzexpertise_BMAS_ZEW2015.pdf. Zugegriffen: 21.12.2015

Eichhorst W, Ami P, Buhlmann F, Ipschording I, Tosch V (2015) Wandel der Beschäftigung. Institut zur Zukunft der Arbeit/Bertelmann Stiftung, S 1–84. www.iza.org/en/webcontent/publications/reports/report_pdfs/iza_report_68.pdf. Zugegriffen: 22.03.2016

Frey CB, Osborne MA (2013) The future of employment: How susceptible are jobs to computerization?. www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf. Zugegriffen: 22.12.2015

Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (ifaa) (2015) ifaa-Studie: Industrie 4.0 in der Metall- und Elektroindustrie. Institut für angewandte Arbeitswissenschaft, Düsseldorf

Hübner P (2010) Arbeitsgesellschaft in der Krise? Eine Anmerkung zur Sozialgeschichte der Industriearbeit im ausgehenden 20. Jahrhundert. Zeitgeschichte online, Januar 2010. www.zeitgeschichte-online.de/thema/arbeitsgesellschaft-der-krise. Zugegriffen: 20.02.2016

Mokyr J, Vickers C, Ziebarth NL (2015) The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different?. In: *Journal of Economic Perspectives* 29(3), S 31–50

Spitz-Öner A (2006) Technical Change, Job Tasks, and Rising Educational Demands: Looking outside the Wage Structure. In: *Journal of Labor Economics* 24(2), S 235–270

2.2.2 Neue Gestaltungsmöglichkeiten für die Arbeitswelt

Wenke Apt, Steffen Wischmann

Im Zuge der Digitalisierung lassen sich aktuell zwei technologische Trends erkennen. Algorithmen, Maschinen, Roboter, IT-Systeme werden einerseits immer intelligenter, autonomer und universeller einsetzbar. Andererseits lassen sich viele hochkomplexe technische Systeme immer leichter bedienen. Aus diesen beiden Entwicklungen ergibt sich das bisher nie dagewesene Potenzial, Arbeit völlig neu zu gestalten. Im Fokus des Beitrags stehen deshalb die digital vermittelte Gestaltbarkeit von Arbeitssystemen im demografischen Wandel und die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Innovationsfähigkeit von Unternehmen. Es wird deutlich, dass sowohl die Wirtschaftsstruktur Deutschlands als auch der demografische Wandel eine bewusste Entscheidung zugunsten des Menschen und seiner individuellen Fähigkeiten bei der Gestaltung der digitalen Arbeitswelt erfordern.

Bereits seit Einführung des Computer-Integrated-Manufacturing in den 1980er Jahren und verstärkt unter dem Eindruck einer sich herausbildenden Industrie 4.0 werden die potenziellen Auswirkungen der fortschreitenden Digitalisierung für die Wirtschafts- und Arbeitswelt diskutiert. Die damit verbundene (Anti-)Vision der „menschleeren Fabrik“, wie etwa die im Jahr 1983 in Betrieb genommene Halle 54 von Volkswagen, stammt ebenso aus der Aufbruchphase in die vernetzte, integrierte, zunehmend digitalisierte Produktion wie die Diskussion um das „Ende der Arbeitsteilung“. Die Wertschöpfungsprozesse werden demnach zunehmend von Maschinen und digitalen Algorithmen dominiert sein, die miteinander kommunizieren und Arbeitsabläufe weitestgehend eigenständig organisieren. Dabei werden Maschinen, Roboter und Fahrzeuge intelligenter, autonomer und universeller einsetzbar. Intuitive Bedienkonzepte aus dem Alltag, wie die Gestensteuerung von Smartphones, halten Einzug in die Arbeitswelt. Hochkomplexe technische Systeme lassen sich leichter bedienen. Daraus ergeben sich – auch mit Blick auf den demografischen Wandel – neue Gestaltungspotenziale für die Arbeit von morgen.

Prinzipiell lässt sich das Gestaltungsspektrum digitaler Arbeit anhand von zwei Extremszenarien umreißen (Abbildung 2.2.2.1): Im sogenannten Werkzeugszenario initiieren und liefern digitale Technologien oder vernetzte Objekte Informationen für Entscheidungen, die von den Beschäftigten oder in Gruppen getroffen werden. Damit werden digitale Technologien entscheidungsfördernd, also als Werkzeuge genutzt. Elementare Grundlage für koordinative Entscheidungen ist die Erfahrung

	Werkzeugszenario	Automatisierungsszenario
Rolle der Technik	Befähigend und entscheidungsunterstützend	Technik trifft Entscheidungen und lenkt den Menschen
Produktivität	Tendenziell geringer, aber wettbewerbsfähig, insbesondere bei anspruchsvollen und komplexen Produkten und wenn eine variantenreiche bzw. individualisierte Produktion benötigt wird	Kann maximiert werden
Personalbedarf	Qualifiziertes Personal aller Qualifikationsstufen: Ingenieure, Facharbeiter mit Zusatzqualifikationen, Facharbeiter	Dispositive (Entscheidungs-)Ebene: qualifizierte Experten und Ingenieure; Facharbeiter mit Zusatzqualifikationen für die mittlere Ebene; Angelernte für einfache Tätigkeiten
Handlungsspielraum	Funktionsübergreifend eher hoch; Mikromanagement der Aufgabenausführung verbleibt beim Werker	Stark abhängig von der Funktionsebene; auf der dispositiven Ebene hoch, auf operativer Ebene eher niedrig, insbesondere bei Segmentierung der Arbeit in abgegrenzte, vorgegebene Teilaufgaben
Aufgabenkomplexität	Hoch, da aufgrund der Produktionserfordernisse (vgl. „Produktivität“) der Grad der Taylorisierung begrenzt ist	Durch Aufgabenteilung eher gering; allerdings: Möglichkeit der Qualifikationsaufwertung und Tätigkeitsanreicherung durch eigenständige Planung und Koordination von Abläufen
Partizipation und Kooperation	Hoch	Stark abhängig von der Funktionsebene, jedoch eher gering und unsystematisch
Teamarbeit	Flexibel, bewusst	Flexibel, unbewusst
Erfahrungswissen der Mitarbeiter	Hohe Bedeutung	In Wissensmanagementsystemen abgelegt
Lernförderlichkeit	Hoch	Gering, da weitgehend irrelevant
Arbeitsorganisation	Verschmelzen von dispositiver und operativer Ebene	Trennung von dispositiver Ebene und operativer Ebene

Abbildung 2.2.2.1: Gestaltungsraum von Arbeit mithilfe digitaler Technologien und Auswirkungen auf verschiedene Dimensionen von Arbeit

der Beschäftigten. Hingegen ist das Automatisierungsszenario dadurch gekennzeichnet, dass Kontroll- und Steuerungsaufgaben von der Technik übernommen werden. Die Beschäftigten werden dabei durch die Technik „gelenkt“ und sind vorrangig für ausführende Tätigkeiten und die Fehlerbehebung zuständig. Die Technik entscheidet also weitestgehend selbstständig. Das vorhandene Erfahrungswissen der Beschäftigten wird in Wissensmanagementsysteme überführt, damit zwar systematisiert und zentral abrufbar, auf operativer Ebene jedoch zunehmend unwichtiger (Hirsch-Kreinsen 2015).

Die tatsächliche Arbeitsgestaltung bewegt sich zumeist zwischen diesen beiden Polen des Kontinuums. So lassen sich viele Mischformen der beiden Szenarien finden, und es gibt auch keinen zwangsläufigen Technikdeterminismus: Eine Technologie, beispielsweise die Datenbrille, kann sowohl dazu dienen, den Menschen in seinen Entscheidungen durch das Aufbereiten notwendiger Informationen zu unterstützen (Werkzeugszenario), als auch den Menschen mit detaillierten Ausführungsbefehlen zu lenken (Automatisierungsszenario).

Innerhalb dieses Spektrums wirkt sich der Technikeinsatz auf die notwendigen Qualifikationsanforderungen, die Arbeitsorganisationsmodelle und die Anzahl der Beschäftigten aus. Im Folgenden werden zwei Dimensionen näher beleuchtet, die bisher wenig diskutiert werden: die Auswirkungen des Technikeinsatzes auf die Innovationsfähigkeit von Unternehmen und der Zusammenhang mit dem demografischen Wandel.

Arbeitsgestaltung und Innovationsfähigkeit

Unternehmen können ihre Wettbewerbsfähigkeit prinzipiell auf zwei Wegen erhöhen: durch eine Reduzierung der Arbeitskosten im Vergleich zur Wertschöpfung oder durch innovative Lösungen und Produkte, die sich durch ein hohes Alleinstellungsmerkmal auszeichnen. Ersteres kann entweder durch geringere Lohnkosten oder durch eine stärkere Automatisierung erreicht werden. Der Erfolg der deutschen Wirtschaft beruht allerdings insbesondere auf der Innovationsfähigkeit der Unternehmen. Für die Innovationsfähigkeit sind insbesondere Humankapital, Beziehungskapital und Strukturkapital von Bedeutung (Hartmann et al. 2014; Hartmann 2015). Humankapital bezieht sich dabei auf das Wissen und die Erfahrung der Beschäftigten (vgl. Kapitel 2.1.1 und 2.2.1), das Beziehungskapital auf Wissensaustausch und -erzeugung in Kooperationsnetzwerken zwischen Unternehmen, Bildungs- und Forschungseinrichtungen, Intermediären und weiteren Partnern (vgl. Kapitel 3.3.2). Das Strukturkapital bezieht sich auf lern- und innovationsförderliche Unternehmensstrukturen.

Beim Strukturkapital, und speziell für die Lernförderlichkeit von Arbeitsplätzen, sind zwei wichtige Aspekte zu unterscheiden: In der Aufgabenkomplexität spiegelt sich

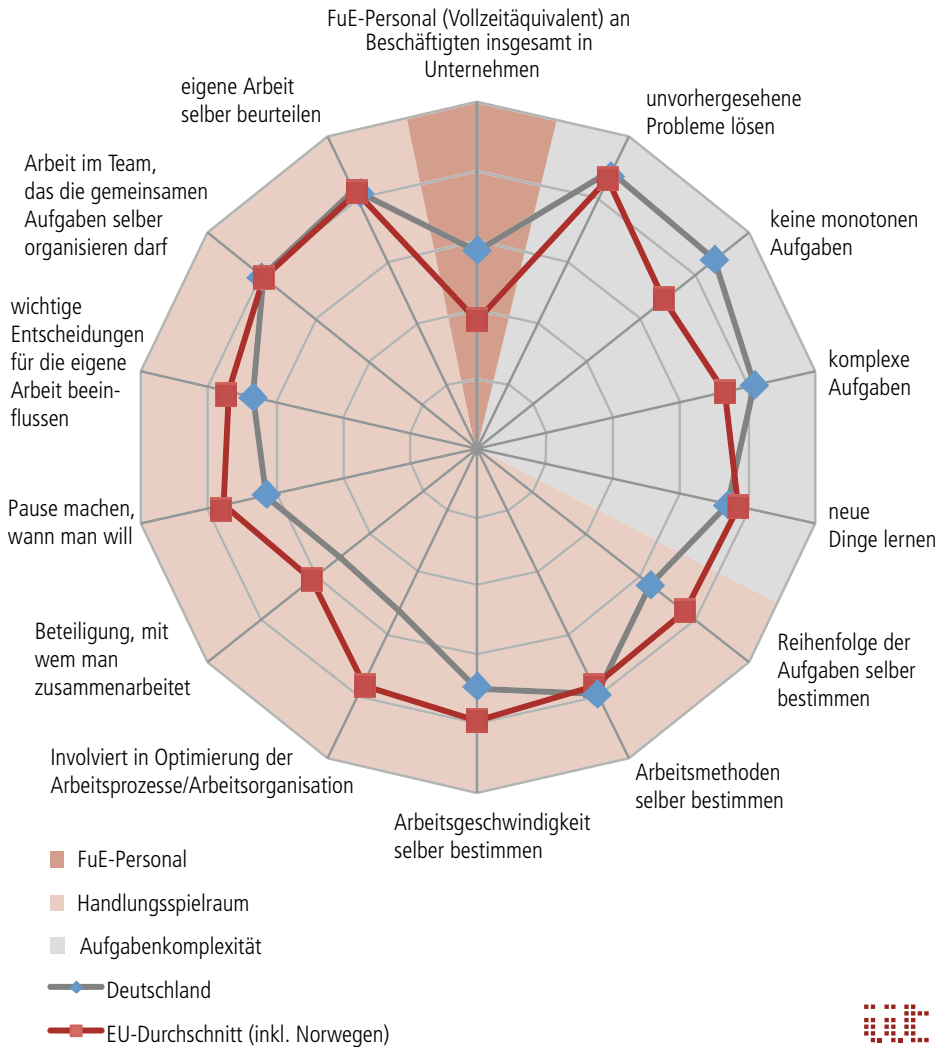


Abbildung 2.2.2.2: Aufgabenkomplexität und Handlungsspielräume als Merkmale des Strukturkapitals anhand des iit-Innovationsfähigkeitsindikator. Bei einer umfassenden Ausprägung der Einzelmerkmale sind sowohl die Bedingungen für „Gute Arbeit“ wie auch für Lernförderlichkeit und Innovationsfähigkeit erfüllt.

wider, inwieweit unterschiedliche und anspruchsvolle Kompetenzen in der Arbeit einerseits erforderlich sind und andererseits dadurch immer wieder Notwendigkeiten und Chancen des Lernens entstehen. Ein weiterer Aspekt der Lernförderlichkeit neben der Aufgabenkomplexität ist die Möglichkeit der Partizipation, also der Mit-

wirkung an der Gestaltung der eigenen Arbeit, und damit zusammenhängend die Handlungsspielräume in der Arbeit. Abbildung 2.2.2.2 stellt die Einzelkomponenten dar, mit denen sowohl die Aufgabenkomplexität als auch die Mitwirkung an der Gestaltung der Arbeit ermittelt werden können.

Partizipationsmöglichkeiten und Handlungsspielräume sind in Deutschland vergleichsweise unterdurchschnittlich ausgebildet. Die Aufgabenkomplexität ist dagegen stark ausgeprägt. Dafür lassen sich mehrere Ursachen finden. Zunächst erfordern Entwicklung, Herstellung, Vertrieb und Wartung hochspezialisierter und komplexer Industrieprodukte (z. B. Maschinen und Anlagen) auch entsprechend komplexe Aufgabenstrukturen. Weiterhin trägt auch das im internationalen Vergleich hohe Qualifikationsniveau der beruflich Gebildeten dazu bei, dass solche anspruchsvollen Aufgabenstrukturen möglich sind und entsprechend realisiert werden. Demzufolge ist auch die Polarisierung der Aufgabenstrukturen, etwa zwischen beruflich und hochschulisch Gebildeten, im internationalen Vergleich eher gering ausgeprägt. Dies ist eine Stärke der deutschen Wirtschafts- und Bildungsstrukturen, insbesondere in der Industrie.

Die hohe Aufgabenkomplexität trägt damit direkt zur Innovationsfähigkeit der deutschen Wirtschaft bei. Werden digitale Technologien künftig verstärkt im Sinne des Automatisierungsszenarios eingesetzt, droht eine Verringerung der Aufgabenkomplexität, da dies vom Strukturkapital, also den Menschen, in die Technik abwandert. Dem kann durch den Einsatz neuer digitaler Assistenzsysteme mit tutoriellen Funktionen im Sinne des Werkzeugszenarios entgegengewirkt werden, die dazu beitragen, Arbeits- und Lernprozesse miteinander zu verschmelzen. Damit kann die Aufgabenkomplexität auf einem hohen Niveau gehalten werden. Zugleich könnte sich dadurch ein gleichmäßigerer, egalitärerer Zugang zu Wissen etablieren – eine „Demokratisierung des Wissens“ (vgl. Kapitel 2.1.3). Damit können also auch größere Entscheidungs- und Handlungsspielräume als bisher eröffnet werden.

Der Einsatz digitaler Technologien im Sinne des Automatisierungsszenarios birgt zwar ein hohes Potenzial für eine Produktivitätserhöhung, wird dabei jedoch nicht der für Deutschland prägenden hohen ökonomischen Komplexität (Hausmann et al. 2013) und den damit verbundenen Produkten gerecht. Die Erzeugung komplexer und systemischer Produkte erfordert eine andere Produktionsgestaltung als die Herstellung einfacher Produkte oder Halbzeuge. Neue digitalisierte Arbeits- und Aufgabenstrukturen haben das Potenzial, den Erhalt der Aufgabenkomplexität zu sichern und den Ausbau partizipativer Arbeitselemente zu fördern und somit die Innovationsfähigkeit der Unternehmen auszubauen (vgl. Apt et al 2016). Auch mit Blick auf die Bevölkerungsentwicklung in Deutschland, die weiterhin von Alterung und Schrumpfung geprägt sein wird, ergeben sich dadurch neue Möglichkeiten der Inklusion und Wertschöpfung.

Arbeitsgestaltung im demografischen Wandel

Nach der aktuellen Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes wird die Gesamtbevölkerung von 81,3 Millionen im Jahr 2015 auf 73,1 Millionen im Jahr 2060 zurückgehen (Destatis 2015). Insbesondere die Alterung der stark besetzten mittleren Jahrgänge führt dabei zu tief greifenden Veränderungen in der Altersstruktur. Vor allem die Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter entwickelt sich rückläufig, während der Anteil älterer Menschen überproportional steigt. Die Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter zwischen 20 und 64 Jahren ist bereits seit dem Jahr 2005 in Deutschland rückläufig (ebd. 2015). Innerhalb der erwerbsfähigen Bevölkerung verschiebt sich die Altersstruktur; insbesondere die mittlere erwerbsfähige Altersgruppe der 30- bis 49-Jährigen geht zurück und die erwerbsfähige Bevölkerung wird zu einem erheblichen Teil aus Menschen bestehen, die älter als 50 Jahre sind (Destatis 2009).¹ Ungeachtet der zuletzt hohen Zuwanderung von Asylsuchenden bleiben die Weiterbeschäftigung älterer Personen in Unternehmen und die Steigerung der Erwerbsquoten im höheren Erwerbsalter weiterhin wichtig. Seit dem Jahr 2004 ist die Erwerbsbeteiligung älterer Personen bereits signifikant gestiegen (OECD 2015). Insbesondere der Anteil Erwerbstätiger in der Altersgruppe von 60 bis 64 Jahren hat in Deutschland – auch im internationalen Vergleich – stark zugenommen und lag laut OECD im Jahr 2014 bei etwa 53 Prozent. Wenn der Anteil älterer Beschäftigter in der Erwerbsbevölkerung zunimmt, dürfte auch die Bedeutung einer aktiven Unterstützung zunehmen, um nachlassende Fähigkeiten ausgleichen oder ihrem vorzeitigen Verlust vorbeugen zu können (zusammenfassend: Apt und Bovenschulte 2016).

Ältere Arbeitnehmer verfügen oft über ein breites Erfahrungswissen und eine ausgeprägte Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken, die auf der Verknüpfung von Wissen und Erfahrung basiert und sich im höheren Erwerbsalter eher noch verbessert (vgl. Kapitel 2.1.1). Auch verfügen Ältere oft über ein hohes Maß an sozialer Kompetenz. Untersuchungen haben demnach ergeben, dass die Leistungsfähigkeit Älterer erheblich höher ist, wenn ihre Arbeitsplätze altersgerecht ausgestattet sind, die Arbeitsanforderungen und Arbeitsinhalte ihre Stärken berücksichtigen und sie gemeinsam mit jüngeren Beschäftigten in altersgemischten Teams arbeiten (Göbel und Zwick 2010). Die Gestaltung von Arbeit und Tätigkeiten für ältere Beschäftigte sollte daher eher größere Handlungs- und Entscheidungsspielräume zulassen, damit die Qualifikationen und Erfahrungen zur Geltung kommen und vor allem unerwartete Störfälle oder Sondersituationen durch kompetentes und erfahrenes Arbeitshand-

¹ *Aufgrund unsicherer Annahmen über eine anhaltend hohe Nettozuwanderung und mögliche Auswirkungen auf die künftige Erwerbsbevölkerung wird hier bewusst auf die 12. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung verwiesen.*

deln bewältigt werden können. Gleichzeitig erfordert der zahlenmäßige Rückgang der erwerbsfähigen Bevölkerung einen „sozial erwünschten“ Grad der Automatisierung, insbesondere physische Unterstützung für anspruchsvolle, wiederkehrende körperliche Tätigkeiten zum Ausgleich körperlich nachlassender Fähigkeiten oder zur Vorbeugung ihres vorzeitigen Verlustes. Aufgrund der daraus resultierenden Zunahme indirekter Arbeitsanteile steigt der Bedarf an tutoriellen, kognitionsunterstützenden Lösungen – etwa zur Erfassung, Aufbereitung und Verfügbarmachung von allen Formen von Wissen, das für den jeweiligen Arbeitsprozess relevant ist.

Digital unterstützende, individualisierte Tutorensysteme ermöglichen in Zukunft nicht nur eine schnellere Einarbeitung in neue Arbeitsabläufe, sie können auch zu einer stärkeren Inklusion und Partizipation an der Arbeitswelt beitragen. Ältere und leistungsgeminderte Beschäftigte können mit derartigen Systemen abgestimmt auf ihr jeweiliges Leistungsvermögen im Arbeitsprozess unterstützt und in die Lage versetzt werden, Arbeiten zu verrichten, die sie vorher gar nicht oder nur mit Schwierigkeiten übernehmen konnten. Gleichzeitig können die Systeme als informelle Weiterbildungswerkzeuge genutzt werden, was das Lernen im Arbeitsprozess zu einem festen Bestandteil der alltäglichen Tätigkeit einer breiten Mitarbeiterschicht werden lässt. Damit lässt sich die künftig notwendige Flexibilität und Fluidität hinsichtlich der individuellen Kompetenzprofile sehr viel effizienter erfüllen als mit den heute geläufigen formellen Weiterbildungsmaßnahmen.

Digitalisierung und demografischer Wandel im Gleichgewicht

Ohne Zweifel wird die Digitalisierung die Arbeitswelt tiefgreifend verändern. Die Gestaltung von Arbeit – und damit die Umsetzung des Werkzeug- bzw. Automatisierungsszenarios – wird dabei die Rolle des Menschen bestimmen. Es besteht die Möglichkeit, menschliche Fähigkeiten immer stärker durch Maschinen und Automaten zu ersetzen und damit eine höhere Wertschöpfung mit immer weniger Menschen zu erzielen (Automatisierungsszenario). Dieser „arbeitssparende“ technologische Fortschritt würde den sich abzeichnenden Mangel an Fachkräften zumindest vordergründig lindern. Noch ist jedoch die Frage, welche Qualifikationen in welcher Qualität und Quantität tatsächlich gebraucht werden, weitgehend unbeantwortet. Und auch die Konsequenzen von wissenspeichernden Systemen für die Innovationsfähigkeit im Prozess der Arbeit wurden bislang nur wenig betrachtet: Werden derartige Systeme jemals kreative Leistungen erbringen können?

Eine wichtige Komponente sowohl für die Arbeitszufriedenheit als auch für die Innovationsfähigkeit ist die Aufgabenkomplexität. Diese Aufgabenkomplexität ist in Deutschland im europäischen Vergleich überdurchschnittlich ausgeprägt und damit ein wesentlicher „Erfolgsfaktor“ der industriellen Wettbewerbsfähigkeit. Angesichts des gegenwärtigen Entwicklungsstandes technischer Assistenz- und Tutorensysteme

in der Arbeitswelt ist zu erwarten, dass erst in zehn bis 15 Jahren ausgereifte Systeme weitgehend flächendeckend verfügbar sind und eingesetzt werden. Somit kann der Zeitraum bis etwa zum Jahr 2030 dazu genutzt werden, um – parallel zum Rückgang der Erwerbsbevölkerung und der wahrscheinlichen Integration von Zuwanderern in den Arbeitsmarkt – Systeme zur technischen Unterstützung zu entwickeln, die das Ziel einer befähigenden Digitalisierung im Sinne des Werkzeugszenarios anstelle einer substituierenden Automatisierung haben.

Es bedarf allerdings dennoch einer langfristigen wirtschaftlichen Abschätzung jedes einzelnen Unternehmens, welche betrieblichen Bereiche durch welche Mischformen der beiden Szenarien durchdrungen werden, um sowohl die Produktivität als auch die Innovationsfähigkeit zu steigern. Egal jedoch, wo neue digitale Technologien eingesetzt werden, steht die Beantwortung wichtiger Fragen an, die in der aktuellen Diskussion noch zu kurz kommen: So ist bislang sehr wenig über die ergonomischen und arbeitspsychologischen Konsequenzen bekannt, die die stetige Nutzung digitaler Technologien und Anwendungen virtueller Realitäten im Arbeitsalltag nach sich zieht. Ebenso wenig ist abschätzbar, wie die Mitarbeiter mit dem Zuwachs an Verantwortung umgehen, wenn sich der Technikeinsatz in Richtung Werkzeugszenario verschiebt. Insbesondere eine durchaus mögliche erhöhte psychische Stressbelastung bedarf genauerer Betrachtung.

Unabhängig von den noch offenen Fragen wird es mit dem hier aufgezeigten Entwicklungsparadigma prinzipiell möglich sein, die Aufgabenkomplexität zu erhalten, sodass im demografischen Wandel auch die Innovationsfähigkeit gesichert werden kann. Kommt es dann zu einem deutlichen Abflachen der demografischen Entwicklung, hat sich das „befähigende Paradigma“ bereits fest als Teil der Arbeitsorganisation etabliert. Sowohl die Wirtschaftsstruktur Deutschlands als auch der demografische Wandel machen es also erforderlich, bei der Gestaltung der digitalen Arbeitswelt eine bewusste Entscheidung zugunsten des Menschen und seiner individuellen Fähigkeiten zu treffen.

Literatur

- Apt W, Bovenschulte M (2016) Die Zukunft der Arbeit im demografischen Wandel. In: Wischmann S, Hartmann EA (Hrsg) Zukunft der Arbeit – Eine praxisnahe Betrachtung. Springer Berlin Heidelberg, Berlin/Heidelberg (Zur Veröffentlichung angenommen)
- Apt W, Bovenschulte M, Hartmann EA, Wischmann S (2016) Foresight-Studie „Digitale Arbeitswelt“. Forschungsbericht 463. Studie des Instituts für Innovation und Technik (iit). Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). www.iit-berlin.de/de/publikationen/foresight-studie-digitale-arbeitswelt. Zugegriffen: 09.05.2016

- Göbel C, Zwick T (2010) Which Personnel Measures are Effective in Increasing Productivity of Old Workers?. ZEW Discussion Paper, No. 10–069. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW). www.zew.de/de/publikationen/5936. Zugegriffen: 16.01.2016
- Hausmann R, Hidalgo CA, Bustos S, Coscia M, Simoes A, Yildirim MA (2013) *The Atlas of Economic Complexity – Mapping Paths to Prosperity*. Harvard University Press, Boston
- Hartmann EA (2015) Arbeitsgestaltung für Industrie 4.0: Alte Wahrheiten, neue Herausforderungen. In: Botthof A, Hartmann EA (Hrsg) *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin/Heidelberg, S 9–20
- Hartmann EA, von Engelhardt S, Hering M, Wangler L, Birner N (2014) Der iit-Innovationsfähigkeitsindikator. Ein neuer Blick auf die Voraussetzungen von Innovationen. iit perspektive, Workingpaper Nr. 16. Institut für Innovation und Technik (iit). www.iit-berlin.de/de/publikationen/der-iit-innovationsfaehigkeitsindikator/at_download/download. Zugegriffen: 09.05.2016
- Hirsch-Kreinsen H (2015) Entwicklungsperspektiven von Produktionsarbeit. In: Botthof A, Hartmann EA (Hrsg) *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin/Heidelberg, S 89–98
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2015) Online OECD Employment database. Older workers scoreboard, 2004, 2007 and 2014, Australia, EU and OECD. www.oecd.org/els/emp/OW2014.xlsx. Zugegriffen: 14.01.2016
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2009) Bevölkerung Deutschlands bis 2060 – 12. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Begleitheft zur Pressekonferenz des Statistischen Bundesamtes am 18. November 2009. www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/VorausberechnungBevoelkerung/BevoelkerungDeutschland-2060Presse5124204099004.pdf?__blob=publicationFile. Zugegriffen: 09.05.2016
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2015) Bevölkerung Deutschlands bis 2060 – 13. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Begleitheft zur Pressekonferenz des Statistischen Bundesamtes am 28. April 2015. www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/VorausberechnungBevoelkerung/BevoelkerungDeutschland-2060Presse5124204159004.pdf?__blob=publicationFile. Zugegriffen: 09.05.2016

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.