



Open Access Repository

www.ssoar.info

Digitalisierung und ihr Einfluss auf Arbeit und Qualifizierung in kleinen metallbearbeitenden Unternehmen Nordrhein-Westfalens

Nett, Bernhard; Bönsch, Jennifer; Fuchs-Frohnhofen, Paul

Veröffentlichungsversion / Published Version

Forschungsbericht / research report

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Nett, B., Bönsch, J., & Fuchs-Frohnhofen, P. (2018). *Digitalisierung und ihr Einfluss auf Arbeit und Qualifizierung in kleinen metallbearbeitenden Unternehmen Nordrhein-Westfalens*. (FGW-Studie Digitalisierung von Arbeit, 8). Düsseldorf: Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung e.V. (FGW). <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-67297-4>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-NC-ND Lizenz (Namensnennung-Nicht-kommerziell-Keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY-NC-ND Licence (Attribution-Non Commercial-NoDerivatives). For more information see:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



FGW-Studie

Digitalisierung von Arbeit 08



Bernhard Nett, Jennifer Bönsch, Paul Fuchs-Frohnhofen

Digitalisierung und ihr Einfluss auf Arbeit und Qualifizierung in kleinen metallbearbeitenden Unternehmen Nordrhein-Westfalens

Herausgeber



FGW – Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung e.V.
Kronenstraße 62
40217 Düsseldorf

Telefon: 0211 99450080
E-Mail: info@fgw-nrw.de
www.fgw-nrw.de

Geschäftsführender Vorstand

Prof. Dr. Dirk Messner, Prof. Dr. Ute Klammer (stellv.)

Themenbereich

Digitalisierung von Arbeit - Industrie 4.0
Prof. Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen, Vorstandsmitglied
Anemari Karacic, Wissenschaftliche Referentin

Layout

Olivia Mackowiak, Referentin für Öffentlichkeitsarbeit

Förderung

Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen

ISSN

2510-4101

Erscheinungsdatum

Düsseldorf, Juli 2018

Digitalisierung und ihr Einfluss auf Arbeit und Qualifizierung in kleinen metallbearbeitenden Unternehmen Nordrhein-Westfalens

Auf einen Blick

- Die exemplarische Untersuchung der Digitalisierung in kleinen metallbearbeitenden Unternehmen in NRW ergab, dass deren Verwaltung digitalisiert und vernetzt ist.
- Die Digitalisierung der Verwaltung und einzelner Anlagen und Maschinen prägt den Fertigungsbereich jedoch nicht in durchgängiger Weise: sie dient hier eher der Qualitätssteigerung (z.B. mittels Sensorik) als der Automatisierung.
- Produktionsmitarbeiter_innen haben ‚on the job‘ Qualifikationen für Arbeit an mehreren Anlagen sowie in vor- und nachbereitenden Tätigkeiten erworben.
- Externe Weiterbildungen gab es selten, sind aber gewünscht (v.a. die praxisnahen Angebote der Anlagenhersteller).
- Digitale Technik wird von den Beschäftigten eher positiv gesehen.
- Die Digitalisierung erfordert in KMUs neben einer verbesserten Förderung des individuellen Lernens der Beschäftigten auch die Stärkung organisationalen Lernens.
- Nutzergerechte und unternehmensstrategisch sinnvolle Einführung, Nutzung und Weiterentwicklung von Digitaltechnik kann den Ausbau systematischer Beteiligung erfordern.

Abstracts

Digitalisierung in metallverarbeitenden KMUs

Ziel der Studie war die exemplarische Erforschung des Einflusses der Digitalisierung in kleinen metallbearbeitenden Betrieben in NRW auf Arbeit und Qualifizierung. Betriebsangehörige wurden befragt, einzelne im Rahmen einer Projektethnografie interviewt. Nach den Methoden werden die Fälle beschrieben und Handlungsempfehlungen abgeleitet. In den beforschten KMUs war Qualitätssteigerung Ziel der Digitalisierung, nicht Vollautomatisierung. Neben individueller Qualifizierung erforderte dies organisationales Lernen.

Digitization in metal-working SMEs

The aim of the study was to exemplarily investigate the influence of digitization in small metal-working companies in NRW on work and qualifications. Employees were questioned, some of them interviewed within the framework of project ethnography. First, the methods are described, then the cases and, finally, the derived recommendations for action. In the researched SMEs quality improvement (not full automation) is the goal. Digitization requires both individual qualifications and organizational learning.

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	iv
Tabellenverzeichnis	iv
Abkürzungsverzeichnis	iv
1 Einleitung	1
1.1 Auftrag und Ziele der Studie.....	1
1.2 Digitalisierung und Industrie 4.0	2
1.3 Digitalisierung im wissenschaftlichen Diskurs.....	6
1.4 Forschungsfragen	8
2 Zur Methode	9
2.1 Die Befragung	9
2.2 Projektethnografie	10
2.2.1 Die Interviews.....	11
2.2.2 Die Zukunftswshops	12
3 Die Fälle	13
3.1 Ein MES zur Eingabe von Produktionsdaten.....	13
3.2 Das Vorarbeiterteam als Schnittstelle Produktion-ERP-System.....	16
3.3 Spontanabsprachen als Ad-hoc-Integration.....	18
3.4 Unser Feedback in den Betrieben	23
3.5 Gegenfeedback auf unser Feedback	25
4 Ergebnisse	28
4.1 Fallvergleich.....	28
4.2 Ergebnisse der Befragung.....	30
4.3 Gesamtergebnisse	36
5 Handlungsempfehlungen	41
Literatur	44

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die vier Elemente der Industrie 4.0 nach Herman et al. 2016.....	5
Abbildung 2: Kennzahlen zu quantitativen und qualitativen Forschungsmaßnahmen in Qplus 4.0	9
Abbildung 3: MES – Verknüpfung der Unternehmensplanung mit Arbeitsstationen der Produktherstellung	14
Abbildung 4: Abteilungszugehörigkeit der Befragten	31
Abbildung 5: Erfahrungen mit Digitalisierung	32
Abbildung 6: Erwartungen an Industrie 4.0	33
Abbildung 7: Beteiligung stärkt Interesse, Nichtbeteiligung Gleichgültigkeit.....	33
Abbildung 8: Wunsch nach Mitbestimmung.....	34
Abbildung 9: Qualifizierung: Wunsch und Wirklichkeit	35
Abbildung 10: Weiterbildungen in den letzten 5 Jahren	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Untersuchte Unternehmen, juristische Eigenständigkeit, realisierte Forschungen.....	2
--	---

Abkürzungsverzeichnis

3D	dreidimensional
AV	Arbeitsvorbereitung
acatech	Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
ArWiSo	Arbeit, Wirtschaft, Soziales
BCG	Boston Consulting Group
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung

BITKOM	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und Neue Medien
CAD	<i>computer-aided design</i>
CAM	<i>computer-aided manufacturing</i>
CIM	<i>computer-integrated manufacturing</i>
CPS	<i>cyber-physical system</i>
DGB	Deutscher Gewerkschaftsbund
ERP-System	<i>enterprise resource planning system</i>
e.V.	eingetragener Verein
FGW	Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung
FIAP	Forschungsinstitut für innovative Arbeitsgestaltung & Prävention
ICT	<i>information and communications technology</i>
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IAB	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnologie
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen (plural: KMUs)
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
MES	<i>manufacturing execution system</i>
m.v.	<i>missing value</i> : Feld wurde nicht ausgefüllt
n.c.	<i>numerical control</i>
NRW	Nordrhein-Westfalen
OEE	<i>overall equipment efficiency</i>
o.J.	ohne Jahresangabe
PC	Personal Computer
PD	<i>participatory design</i>
RFID	radio-frequency identification

SPS	speicherprogrammierbare Steuerung
s.u.	siehe unten
et al.	und andere
v.a.	vor allem
vgl.	vergleiche
VDMA	Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau
z.T.	zum Teil
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie

1 Einleitung

1.1 Auftrag und Ziele der Studie

Das Nordrhein-Westfälische Ministerium für Kultur und Wissenschaft förderte von November 2016 bis Ende April 2018 das Projekt ‚Zukunftsorientierte Strategien von Qualifikationsentwicklung und Arbeitsgestaltung bei digitaler Arbeit in nordrhein-westfälischen Produktionsbetrieben‘ (*QPlus 4.0*). Durchgeführt wurde das Projekt im Rahmen des Themenbereichs *Digitalisierung von Arbeit – Industrie 4.0* des Forschungsinstituts für gesellschaftliche Weiterentwicklung e.V. (FGW) von ArWiSo e.V., einem unabhängigen, als e.V. organisierten, gemeinnützigen Forschungsinstitut im Raum Aachen/Würselen¹.

Ziel des Projekts QPlus 4.0 war es, exemplarisch in einigen kleinen bzw. mittleren Unternehmen der metallbearbeitenden Industrie zu erfassen und zu analysieren, welche Rolle die Digitalisierung und das Konzept *Industrie 4.0* für Arbeit und Qualifizierung in diesen Unternehmen spielt. Dies erforderte zunächst eine Bestandsaufnahme der Digitalisierung in den untersuchten Betrieben. Darüber hinaus sollte QPlus 4.0 gemeinsam mit den Industriepartnern Probleme und Gestaltungsspielräume der Digitalisierung in kleinen metallbearbeitenden Unternehmen identifizieren und analysieren.

Das Verständnis von Arbeit und Qualifizierung sollte also sowohl die unmittelbaren Erfahrungen einzelner Mitarbeiter_innen erfassen als auch deren organisationale Kontexte (Veränderungen in der Arbeitsorganisation, Institutionalisierung betrieblicher Lernprozesse, ...). Durch diesen Fokus sollte Erwartungen nachgegangen werden, denen zufolge die Digitalisierung Überforderung oder technologisch induzierter Arbeitslosigkeit hervorbringen könnte (vgl. dazu Kapitel 1.3). Auch sollte geprüft werden, ob es in den untersuchten Betrieben eher zu einer Polarisierung² der Qualifikationsmuster oder zu einer allgemeinen Aufwertung kommt (vgl. Ittermann et al. 2015, S. 49; Hirsch-Kreinsen et al. o.J., S. 11-12).

Untersucht wurden vier Kleinunternehmen. Dass sich die Darstellung in diesem Bericht auf drei dieser Unternehmen konzentriert (von denen eines seit Kurzem juristisch Teil einer Gruppe ist), liegt daran, dass in dem vierten Unternehmen wichtige Elemente des gewählten Forschungsdesigns (vgl. Kapitel 2) nicht umgesetzt werden konnten. Einen Überblick darüber zeigt Tabelle 1.

¹ Zu Beginn war auch das Forschungsinstitut für innovative Arbeitsgestaltung und Prävention (FIAP e.V.) am Projekt beteiligt. Das FIAP zog jedoch später seine Projektbeteiligung zurück

² Polarisierung hier verstanden als Erosion der mittleren Führungsebene und Auseinanderentwicklung der verbleibenden Gering- und Hochqualifizierten.

Tabelle 1: Untersuchte Unternehmen, juristische Eigenständigkeit, realisierte Forschungen

Betrieb	Juristisch eigenständig	Befragung	Interviews	Workshop	Im Bericht dargestellt
1		x	x	x	x
2	x	x	x	x	x
3	x	x	x	x	x
4		x	x		

1.2 Digitalisierung und Industrie 4.0

Füllten zu Ende des Zweiten Weltkriegs die damals extrem seltenen, langsamen und leistungsschwachen Computer riesige Hallen und verbrauchten teils soviel Energie wie eine mittlere Kleinstadt (vgl. Stanford Encyclopedia 2006), so sind leistungsfähige ‚persönliche Rechner‘ (PCs) heute serienmäßig in der Größe einer Zigarettenschachtel zu haben und können z.T. lange mit Akkumulatoren betrieben werden (Voraussetzungen für die aktuelle Mobiltechnologie). PCs und ihre Nachfolger (die bei ambient technologies auch in anderen Produkten versteckt sein können, als *wearables* z.B. in Kleidung) wurden zu Massenprodukten, deren Effizienz sich rasant und stetig steigerte. Seit einigen Jahrzehnten hat zudem das Internet verteilte Interaktion (Messengerdienste etc.) für breite Nutzerkreise möglich gemacht, indem vorher nur relativ wissensaufwendig umsetzbare Möglichkeiten der Vernetzung von Rechnern vereinfacht, standardisiert und in die Computer integriert wurden.

Gleichzeitig diversifizierte sich die Software der Computer enorm – zum guten Teil unabhängig von der Hardwareentwicklung (auf die sie jedoch wieder zurückwirken konnte)³. Computertechnik kann z.B. Daten erfassen, speichern und ausgeben, aber auch zwischenmenschliche Kommunikations- und Steuerungsfunktionen umfassen. Dennoch wird sie meist pauschal nur als ‚Informationstechnologie‘ (IT)⁴ angesprochen – auch in diesem Text. IT in diesem Sinne ist in die

³ Die ‚Erfindung der Software‘ (die neben einer Standardisierung nutzbarer Zeichen u.a. die Entwicklung entsprechender Ein- und Ausgabe- sowie Speichertechnologie erforderte) hat das Verhältnis von Technologieentwicklung und Nutzungswandel noch komplexer gemacht, als es schon vorher war: Im engeren Sinne könnte man *Technologie* mit *Hardware* verknüpfen, *Software* mit *Technik*; praktisch aber sind die Beziehungen komplizierter, auch weil Software und Hardware sich ja teilweise substituieren können. Von daher müsste eine Person, die von technologischen Brüchen spricht, zunächst erst einmal klären, worauf sie sich wie bezieht. Leider findet sich auch in der Literatur nicht immer begriffliche Präzision.

⁴ Es findet sich häufig auch die Bezeichnung *Informations- und Kommunikationstechnologie* (IKT), da man Informationen (als Datenbestände) von zwischenmenschlicher Kommunikation abgrenzen kann. Aber: Selbst in der Informatik ist weder ein solcher Informations- noch ein solcher Kommunikationsbegriff durchgängig verbindlich. Und obwohl Computer ja auch Steuerungsfunktionen übernehmen können, findet man auch so gut wie nie den Ausdruck *Informations-, Kommunikations- und Steuerungstechnologie*: Wenn man einen Oberbegriff für alle Verwendungszusammenhänge von digitaler Technik sucht, sind

meisten Bereiche des Lebens eingedrungen und hat sie beeinflusst – nicht zuletzt in die Arbeitswelt. Am auffälligsten sind hier ganz neue, erst durch die Technologie möglich gewordene Berufsfelder, etwa die der Datenanalytiker_innen, neue Arbeitsformen wie das Homeoffice oder neue Organisationsformen wie etwa virtuelle Unternehmen oder *co-working spaces*. Angesichts solcher ins Auge springenden Neuerungen wird häufig übersehen, welchem enormen Wandel Arbeit und Qualifikationen auch in scheinbar traditionellen Branchen unterliegen können. Unter diesen ist die Metallbearbeitung deshalb von besonderer Bedeutung, weil sie schon eine der Triebkräfte der frühen industriellen Revolution (vgl. Lilley 1973, S. 122-123) darstellte⁵.

Aktuelle Visionen von Informationstechnologie in der Industrie werden seit einiger Zeit unter dem Schlagwort der *Industrie 4.0* diskutiert. Möller beschreibt diese einfach als Kombination von IT und vernetzter Produktion (vgl. Möller 2015). Doch das Schlagwort *Industrie 4.0* wird auch noch ganz anders benutzt. So ist es zum einen ein ‚Zukunftsprojekt‘ der Forschungsunion Wirtschaft-Wissenschaft, das sich der Erhaltung Deutschlands als Industriestandort verschrieben hat (vgl. Schröder 2018). *Industrie 4.0* ist aber auch der Name einer deutschen Internetplattform mit Informationen zur Unterstützung von KMUs, die von drei einflussreichen Verbänden (BITKOM, VDMA, ZVEI) gegründet wurde und heute von einem Konsortium von Regierungs- und Nichtregierungsorganisationen betrieben wird.

Neben derartigen Institutionen wird *Industrie 4.0* auch genutzt, um Digitalisierung in der Industrie zu bezeichnen. Oft bezeichnet sie dabei pauschal alle Arten der Digitalisierung, in anderen Fällen fokussiert sie jedoch ganz spezifisch den Einsatz adaptiver⁶ Produktionstechnologien (wir werden das in der Folge daher ‚enges Verständnis von *Industrie 4.0*‘ nennen). Adaptivität darf dabei nicht mit Anpassbarkeit verwechselt werden: Anpassbarkeit bezeichnet die Konfigurierbarkeit eines Systems, Adaptivität nur die automatische **Selbst**-Anpassung eines Systems an (vor-) bestimmte Kontextbedingungen. Bei adaptiven Systemen passt sich die Technik also selbst an: Zum Beispiel schaltet sich ein Scheibenwischer automatisch bei Regen ein, bei Trockenheit aus, und passt sich zwischendurch automatisch der Regenstärke an. Bei Anpassbarkeit wird Technik dagegen (i.d.R.) vom Menschen angepasst. Vereinfachend kann man sagen, dass Anpassbarkeit einen zentralen Sinn der ‚Entdeckung von Software‘ darstellte: Diese wurde entwickelt, damit ein_e Nutzer_in mit einer Maschine (Hardware) verschiedene Anwendungen realisieren kann. Adaptivität ist hingegen eng mit Künstlicher Intelligenz (KI) verbunden und markiert das (weit speziellere) Ziel, dass Maschinen sich selbst steuern sollen.

Differenzierungen wenig hilfreich. Von daher soll in der Folge – wie umgangssprachlich meist auch – dann nur von *IT* gesprochen werden. (Wer den Begriff *IKT* präferiert, soll ihn im Folgenden als hier im Begriff *IT* eingeschlossen betrachten).

⁵ Industrielle Metallbearbeitung gäbe es damit also gewissermaßen schon in der *Industrie 1.0* – wenn man denn diese Periodisierung an industrielle Entwicklung anlegen wollte.

⁶ Adaptivität scheint die gegenüber Anpassbarkeit jüngere, ‚modernere‘ Perspektive zu sein, doch historisch gesehen entstanden die Grundlagen beider technologischer Paradigmen schon bei der mathematischen Modellierung des Computers als Turingmaschine, also fast gleichzeitig.

Das engere Ziel der Selbststeuerung soll bei der *Industrie 4.0* etwa durch automatenlesbare Markierung materieller Objekte realisiert werden (vgl. acatech 2013), die dadurch in *cyber-physical systems* (CPS) verwandelt werden sollen: Da realweltliche Gegenstände (z.B. Vorprodukte, Waren) relativ einfach beschriftet oder mit Barcodeetiketten oder RFID-Transpondern (*tags*) versehen werden können, soll ihre Erfassung mithilfe geeigneter Sensorik eine synchrone Simulation der realweltlichen Prozesse erlauben. Ist darin alles Relevante richtig repräsentiert, kann die simultane virtuelle Simulation zum Referenzpunkt einer automatisierten Produktionskontrolle gemacht werden. Die behauptete Optimalität dieses Vorgehens ist allerdings nur dann plausibel, wenn die komplexe 'Adaptivität' gewachsener, menschenbasierter Unternehmenskulturen eindeutig, einfach, vollständig, schadfrei und preiswert algorithmisch modelliert und substituiert werden kann – was fast zwei Jahrzehnte nach entsprechenden massiven Negativerfahrungen (vgl. z.B. Brown/Duguid 2000) nicht mehr als Selbstverständlichkeit durchgehen sollte.

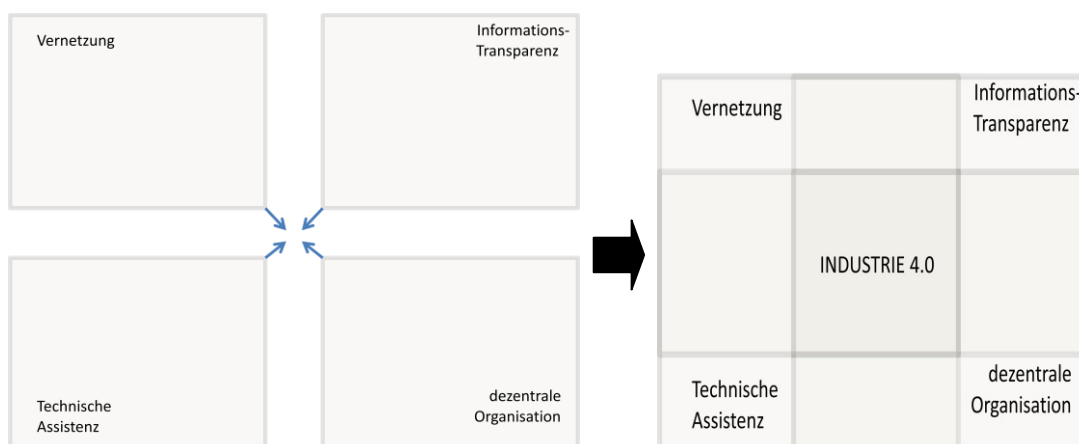
Bei der Kennzeichnung von *Industrie 4.0* wird oft einfach auf bestimmte Technologiefelder hingewiesen – etwa *embedded systems*, *smart factory* oder *cloud computing*, nicht selten, um ihnen dabei Arbeitsplatz- oder geldwerte Potentiale zuzuordnen zu können (vgl. Bauernhansl et al. 2014; Bauer et al. 2014, S. 6-7; BCG 2015). Andere Autor_innen nennen andere Felder, etwa das industrielle *Internet der Dinge*, Robotik, *Big Data*, *augmented reality*, *additive manufacturing* (vgl. Rüßmann et al. 2015). Weit seltener trifft man auf die (angesichts der verschiedenen Foki) plausible Aussage, dass es ‚die *Industrie 4.0* nicht gibt‘ – nicht einmal ein gleichartiges Verständnis der ‚Revolutionen 1.0-3.0‘ (vgl. Pfeiffer 2015).

Die angesprochenen Technologiefelder sind meist Bereiche gleichnamiger professioneller Communities, in denen sich Wissenschaftler_innen über Forschungs- und Entwicklungsprojekte austauschen, die (oft mit Industriebeteiligung) über Drittmittel (meist Steuergelder) finanziert werden. Unabhängig von empirischen Prüfungen der praktischen Nutzung die bloße Existenz einer derartigen Community als hinreichendes Kriterium für ein Technologiefeld zu betrachten, bedeutet, technischen Wandel von seiner Förderung her zu konzipieren – der Begriff der Industriellen Revolution war hingegen ursprünglich ja genau gegen derart voluntaristische Entwicklungsvorstellungen entwickelt worden.

Neben den benannten – z.T. ja recht widersprüchlichen – Verständnissen von *Industrie 4.0* wird diese auch noch als Organisationsanalysekonzept besetzt, das Unternehmen dabei helfen soll, konkrete Digitalisierungsszenarien zu identifizieren und umzusetzen. In diesem Sinne besteht *Industrie 4.0* aus vier Elementen (vgl. Herman et al. 2016; Abb. 1): ‚Vernetzung‘ steht darin für IT-medierte Verkopplung, ‚Informationstransparenz‘ dafür, dass die Performanz von Anlagen technisch (d.h. durch geeignete Sensoren) überwacht wird, was eine digitale Repräsentation der technischen Prozesse ermöglicht. Unter ‚technischen Assistenzsystemen‘ versteht man solche Systeme, die Tätigkeiten durch Bereitstellung von Informationen o.ä. erleichtern können (vgl. Falkenberg 2018, S. 44). ‚Dezentrale Organisation‘ schließlich bedeutet hier, dass Probleme möglichst automatisch und lokal bekämpft werden können sollen und daher nicht mehr nur

zentral gesteuert werden (vgl. acatech 2013). *Industrie 4.0* in diesem Sinne ist daher eine spezifische theoretische Konzeption für die Organisation der Digitalisierung, kein in der Praxis durchgängig vorgefundenes strategisches Konzept.

Abbildung 1: Die vier Elemente der Industrie 4.0 nach Herman et al. 2016



Die dargestellten Beispiele zeigen, dass *Industrie 4.0* im wissenschaftlichen Diskurs ganz unterschiedlich und zum Teil widersprüchlich bestimmt wird. Wie aber wird sie von Unternehmen gesehen? Arntz et al. haben dazu Unternehmen telefonisch befragt: 50% der befragten Unternehmen gaben an, sie hätten Erfahrungen mit *Industrie 4.0* – aber ihre Abschätzung dessen, was sie als Industrie-4.0-Anwendung in ihren Unternehmen werteten, betrug dem gegenüber nur 8% (Verwaltung) und 5% (Produktion) (vgl. Arntz et al. 2016). Das ist ein Indiz dafür, wie verbreitet der Ausdruck ist – aber wie wenig das in gleicher Weise über seine technologische Bedeutung gesagt werden kann. Unbeschadet der Vagheit des Begriffs der *Industrie 4.0* und der Kritik an einer in die Zukunft fortgeschriebenen Versionierung von ‚Industriellen Revolutionen‘ (vgl. Röben 2017, S. 23-24) wurde neben der *Industrie 4.0* auch *Arbeit 4.0* offenkundig zu einem weit verbreiteten Ausdruck, der auch in Publikationen der Bundesregierung (vgl. BMAS 2015) übernommen wurde.

Wir sprechen in dieser Studie hier dennoch lieber von ‚Digitalisierung‘, auch um die Erfahrungen der Mitarbeiter_innen in den kleinen metallbearbeitenden Unternehmen nicht durch Festlegungen zu präfigurieren⁷. Digitalisierung haben wir aus demselben Grund weder allein auf Prozesse der Datenkonvertierung (aus analogen werden Computerdaten)⁸ verkürzt noch auf

⁷ Im Projektverlauf haben wir die Begrifflichkeiten zunächst weitgehend kommentarlos kommuniziert; eine genauere eigene Bestimmung der Industrie 4.0 in ihrem engeren Sinne haben wir erst zu Projektende (im Rahmen der Zukunftswerkshops) vorgestellt (vgl. Kapitel 2).

⁸ Datenkonvertierung von analog nach digital wird im Englischen als *digitization* bezeichnet - im Gegensatz zur *digitalization*, die v.a. als bewusste zugrunde liegende Strategie gefasst wird. Die Auffassung der Digitalisierung als bewusste Strategie ist jedoch nur eine ihrer Dimensionen: U.E. sollte man auch solche Wirkungen der Digitalisierung in Betracht ziehen, die sich schleichend und ‚unter dem Radar‘ der Beteiligten vollziehen. – Nicht wahrgenommene Phänomene aus Sicht von Betroffenen erheben zu

geplante Entwicklungen: Wir interessieren uns hingegen für Phänomene der betrieblichen Aneignung von Computertechnik auch dann, wenn diese jenseits von Konvertierungsaktivitäten teils oder gänzlich ungeplant verlaufen⁹.

1.3 Digitalisierung im wissenschaftlichen Diskurs

Das ‚Wie?‘ ist bei der Digitalisierung in besonderer Art und Weise von Bedeutung, denn es ist ja der Sinn von Software, *soft* – sprich: veränderbar/anpassbar – zu sein. Es ist daher gar nicht einfach zu identifizieren, wo Innovationen stattfinden, denn diese sind nicht einfach auf neue Konzepte (‚Inventionen‘) zu verkürzen (vgl. Schumpeter 1912, S. 100-101). Einfach aus behaupteten neuen Technologiefeldern unmittelbar Innovation erschließen zu wollen, könnte man in Parallele zu dem (hypothetischen) Versuch sehen, zu Gutenbergs Zeiten anhand der Druckerpresse die Inhalte abschätzen zu wollen, die damit später in Büchern verbreitet werden würden. Die Studie der Europäischen Union zu *Social Impacts of ICT* (vgl. Nett et al. 2010, S. 135-136) kritisierte daher sowohl die utopischen als auch die dystopischen Visionen von computergestützter Arbeit, die nicht berücksichtigen, wie Digitalisierung eingeführt und gestaltend eingebettet wird¹⁰.

Die damalige Vorstandsvorsitzende von Hewlett Packard, die einflussreiche US-Politikerin der Republikaner Carly Fiorina, hatte Digitalisierung als von vorneherein disruptive ‚Transformation‘ interpretiert: „[E]-services are any process, any application, any asset that can be digitized and delivered over the Web. Believe me, if it can be digitized, it will be.“¹¹ (Fiorina, 2000).

Die Frage allein danach, was (technisch) digitalisiert werden kann, schließt jedoch weder ein, was eine Digitalisierungsmaßnahme einbringt noch was sie kostet, sondern fokussiert sich allein auf technische Möglichkeiten. Eine ähnliche Perspektive wurde von einer ganzen Reihe von Wirtschaftswissenschaftler_innen aufgegriffen, die durch Analyse von Aufgabestellungen (*tasks*) aktueller Berufe deren Zukunftsfähigkeit untersuchen wollten: Studien wie etwa die von Frey und Osborne (vgl. Frey/Osborne 2013) alarmierten die Öffentlichkeit, indem sie als Folge der Digitalisierung in den USA bis zum Jahr 2030 einen Stellenabbau von etwa 47% prophezeiten.

wollen, scheint ein paradoxes Unterfangen zu sein – es kann jedoch gelingen, wenn man eine Pluralität von Sichten zur Analyse heranziehen kann.

⁹ Eine eindeutige Bestimmung der Digitalisierung nur als bewusste, auf systematische Einführung von Digitaltechnik zielende Strategie widerspricht dem allgemeinen Wortgebrauch. Eine derartige Vorabbeschränkung auf geplante Prozesse erscheint wenig zielführend, wenn untersucht werden soll, wie sich Digitalisierung im Alltag artikuliert, wie sie wahrgenommen, erfahren und behandelt wird. Daher wird hier vereinfachend – aber ganz wie meist auch im Alltagssprachgebrauch – jede digitale Anwendung als ein Indiz für Digitalisierung gewertet.

¹⁰ Ein Beispiel dafür war seinerzeit der Teil des Diskurses über einen ‚Kapitalismus ohne Arbeit‘, der ältere Visionen des *computer-integrated manufacturing* (CIM) für bare Münze genommen hatte.

¹¹ Eigene Übersetzung: „[E]-services sind alle Prozesse, Anwendungen, Werte, die digitalisiert und über das Netz vertrieben werden können. Glauben Sie mir: was digitalisiert werden kann, wird digitalisiert.“

Allgemein wurden meist höher qualifizierte Berufe (z.B. IT-Entwickler_innen) mit ‚abstrakten‘ Aufgaben auf der Siegerseite, weniger qualifiziertes Produktionspersonal mit manueller Arbeit sowie Hilfsarbeiter_innen auf der Verliererseite gesehen (vgl. Weber/Zika 2015; Dauth et al. 2017; Arntz et al. 2018). Extrem negative Einschätzungen wurden in der Folge auch für einige europäische Länder reproduziert: Brzeski und Burk sahen sogar 59% (!) der deutschen Arbeitsplätze durch IT bedroht; abgesehen von Büroassistent_innen (86%), Ungelernten (85%) und Fahrer_innen (69%) ging es dabei vor allem um Anlagenführer_innen in der verarbeitenden Industrie (69%) (vgl. Brzeski/Burk 2015). Es wurde ergänzt, dass die Digitalisierung (im Ausland) auch dann weitergehe, wenn sie in Deutschland nicht vorankäme (vgl. BIBB 2015).

Die pessimistischen Studien wurden in den Wirtschaftswissenschaften jedoch auch kritisiert. So wurde darauf hingewiesen, dass sie ihre Kriterien methodisch oft als bekannt und eindeutig voraussetzen würden, auch wenn diese sehr fragwürdig seien (vgl. Autor 2013, S. 27). Dengler und Matthes argumentieren, dass auch höher qualifizierte Aktivitäten Ziel von Rationalisierung werden können (vgl. Dengler/Matthes 2018). Umgekehrt könne auch repetitive Arbeit durch nichttroutinemäßige Aktivitäten bereichert werden, Digitalisierung sogar neue Arbeitsplätze hervorbringen (vgl. Dengler/Matthes 2015). Es komme daher weniger auf Technik an als darauf, wie sie angeeignet¹² werde. Anstelle des Routineanteils ganzer Berufe sollte zudem besser der entsprechende Anteil bei einzelnen Aufgabenstellungen als Schätzgrundlage herangezogen werden¹³.

Die Abschätzung zukünftiger Beschäftigung durch die Berücksichtigung von Substitutionspotentialen ist also nicht nur in ihren Ergebnissen hoch umstritten, sondern auch in ihren Voraussetzungen (vgl. Stettes et al. 2017). In diesem Zusammenhang weisen Blien/Ludewig sowie Wolter et al. darauf hin, dass die indirekt angebotsstärkenden Auswirkungen niedrigerer Preise auf die Nachfrageentwicklung und die von regionalen Clustern positiv berücksichtigt werden müssen (vgl. Blien/Ludewig 2016; Wolter et al. 2016).

Zudem ist die Größe von Märkten und Losgrößen nicht unerheblich. Für die Herstellung von Individualprodukten können sich produktspezifische Investitionen in die Produktionstechnologie seltener lohnen als bei Massenprodukten; bei Investitionen, die Flexibilität stärken, sieht das anders aus – aber auch hier garantiert eine Maschine an sich noch nicht, dass man mit ihr die Flexibilität preiswerter als mit den Mitarbeiter_innen erreicht. Vollautomatisierung mag für eine extraterrestrische Rohstoffgewinnung, etwa auf dem Mars, die ökonomischste Form der Produktion sein; dass sie das aktuell auf der Erde immer sein müsste, ist hingegen eine

¹² Unter Aneignung verstehen wir hier Produktauswahl, Konfiguration und soziotechnische Einbettung sowie Rekonfiguration und Wartung.

¹³ Nachberechnungen des Substitutionspotentials durch IKT führten zu drastisch niedrigeren Werten: Bonin et al. sprechen etwa von 9% für die USA, 12% für Deutschland, Dengler/Matthes von etwa 15% für Deutschland (vgl. Bonin et al. 2015; Dengler/Matthes 2018). Sieglén et al. sehen Nordrhein-Westfalen bei 16% (vgl. Sieglén et al. 2017).

sonderbare Annahme: Automatisierung garantiert nicht immer per se Effizienzsteigerung – selbst wenn diese damit angestrebt wird.

Den negativen Studien wurden solche gegenübergestellt, die sich von der Einführung von Digitaltechnik positive Effekte versprochen (vgl. Bessen 2016), z.T. indem Arbeitsplatzverluste in der Produktion Zunahmen im IT-Bereich von *Industrie 4.0* gegengerechnet wurden (vgl. BCG 2015). Arnold et al. bestreiten jedoch überhaupt die Rationalität der Erwartung größerer Arbeitsplatzverluste als Folge der Digitalisierung: Sie sehen derzeit kaum Bemühungen, menschliche Arbeit zu automatisieren (vgl. Arnold et al. 2016). Meyer et al. schätzen, dass die Gesamtnachfrage nach Arbeit in den kommenden Jahren nicht sinken wird (vgl. Meyer et al. 2016). Solch positive Einschätzungen stehen in dramatischem Kontrast zu den zunächst benannten alarmierenden Studien zur Entwicklung in der verarbeitenden Industrie in Deutschland.

Insgesamt sehen Arnold et al. ein „Defizit an Studien, die die individuellen Sichtweisen und Wahrnehmungen von Mitarbeitern in den Vordergrund stellen“ (Arnold et al. 2016, S. 3). Hier kann QPlus 4.0 ansetzen.

1.4 Forschungsfragen

Es soll an dieser Stelle rekapituliert werden, wie die in Kapitel 1.1 beschriebenen Forschungsziele im Projekt angegangen und konkretisiert wurden. QPlus 4.0 soll die Bedeutung der Digitalisierung für Arbeit und Qualifizierung in kleinen metallbearbeitenden Unternehmen besser untersuchen. Nach dem zuvor Gesagten kann man unsere diesbezüglichen Forschungsfragen wie folgt formulieren:

- Welche Technik eignen sich die Betriebe derzeit an?
- Welche Art von Lernprozessen (Qualifizierungen) erfordert diese Aneignung?
- Wo liegen hinsichtlich der Qualifikationen die Probleme?
- Zielt die aktuelle Unternehmenspolitik auf Vollautomatisierung?
- Scheint die Entwicklung eher auf Polarisierung oder Aufwertung herauszulaufen?
- Wie wird die Veränderung der Arbeit wahrgenommen?

Bei all dem – das soll an dieser Stelle noch einmal erwähnt werden – können wir uns nur auf die untersuchten kleinen metallbearbeitenden Unternehmen stützen. Wenn man andere Unternehmensgrößen und Branchen oder andere Teile der Welt untersucht, könnten die Ergebnisse zu Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeit und Qualifikationen anders aussehen.

2 Zur Methode

2.1 Die Befragung

Forschungsdesigns sind Ensembles von Forschungsmethoden und die Art und Weise, wie sie angewandt und kombiniert werden. Bei QPlus 4.0 wurde qualitative Forschung gemäß der Projektethnografie (vgl. die nachfolgenden Erläuterungen) um eine quantitative Befragung von Mitarbeiter_innen in den beteiligten KMUs ergänzt. Die Industriepartner von QPlus 4.0 profitierten dabei von ihrer Beteiligung allein durch die Rückmeldung der Ergebnisse vonseiten des Projekts: Sie erhielten keinerlei Förderung und – aufgrund des Fokus auf Probleme und Konflikte und der auch dadurch weitreichenden Anonymisierung – nicht einmal indirekte Werbung. Schon von daher war eine Begrenzung des Zeitaufwands notwendig. Andererseits erfordern Fallstudien ein unverzichtbares Maß an Konkretion und Detaillierung, weil sie sonst nicht aussagekräftig sind.

Das Projekt QPlus 4.0 führte eine Befragung zur Wahrnehmung der Digitalisierung bei Mitarbeiter_innen in einigen kleinen metallverarbeitenden KMU in Nordrhein-Westfalen durch. Diese Befragung hatte einen betriebsunspezifischen Fokus auf eher allgemeine Erfahrungen mit bzw. Einstellungen zur Digitalisierung, wenngleich es einige Freifelder gab, die dazu beitragen sollten, interessante Ansatzpunkte für die Interviews zu ermitteln. Von diesen wenigen Feldern abgesehen hatte die Befragung einen eigenständigen Fokus (Bezugspunkt: Wahrnehmung von Digitaltechnik). Die quantitative Befragung der Mitarbeiter_innen sprach alle Beschäftigten der beteiligten Unternehmen an. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Anzahl der eingegangenen und ausgewerteten Fragebögen und der geführten Interviews.

Abbildung 2:
Kennzahlen zu quantitativen und qualitativen Forschungsmaßnahmen in Qplus 4.0

	Fragebogen		Interviews	
	<ul style="list-style-type: none"> Zufällige Auswahl der zu Befragenden Befragung fand anonym statt Rücklaufquote insg.: 40% 		<ul style="list-style-type: none"> Ausgewählte betriebliche Schlüsselpersonen Erkenntnisse wurden anschließend anonymisiert 	
	KMU 1	KMU 2	KMU 3	KMU 4
Fragebogen	24	22	18	5
Interviews	3	6	5	1

Bei der Erstellung des Fragebogens versuchten wir, wichtige Dimensionen der aktuellen Debatte über die Digitalisierung aufzunehmen: etwa die Diskussion über Arbeitsplatzeffekte und Qualifizierungsprobleme, aber auch die zum Verhältnis zu Arbeit und Familie (Entgrenzung der

Arbeit), zu Gesundheit und zum Alter (Arbeitserleichterung). Diese Dimensionen verbanden wir dann auf doppelte Weise mit dem Fragebogen: nämlich einmal hinsichtlich entsprechender Erfahrungen und zudem im Hinblick auf entsprechende Hoffnungen oder Befürchtungen. Selbstverständlich beinhaltete der Fragebogen zudem allgemeine demografische und personenbezogene Fragen.

2.2 Projektethnografie

Projektethnografie ist ein interdisziplinäres und partizipatives Forschungsdesign, das – angeregt durch partizipative Ansätze in der angewandten Informatik (vgl. Wulf et al. 1999) und in den Ingenieurwissenschaften (vgl. Brandt/Fuchs-Frohnhofen 2001) – unter dem Namen *Business Ethnography* in das methodologische Portfolio der Wirtschaftsinformatik eingebracht wurde (vgl. Nett/Stevens 2009), durch die Habilitation eines der Autoren auch in die Medienwissenschaft. In der Projektethnografie (der neuen Bezeichnung¹⁴ der *Business Ethnography*) geht es allgemein darum, gemeinsame Projekte zu ermöglichen und zu reflektieren.

Während sich Ethnografie üblicherweise auf eigene Beobachtungen stützt, spielen bei der Projektethnografie Beobachtungen meist nur indirekt (als Anlass für und Gegenstand von Überlegungen der interviewten Praxispartner_innen) eine Rolle. Der Fokus der Projektethnografie liegt auf sprachgestützten Methoden, weil diese partizipative Aktionsforschung besonders gut unterstützen. Praktisch ist Projektethnografie entsprechend durch einen Interviewzyklus charakterisiert, der von einem ‚Zukunftsworkshop‘ gefolgt wird. Die Projektethnografie ist eingreifende Aktionsforschung im Sinne Kurt Lewins (1946), denn sie gewinnt ihre Ergebnisse im Rahmen eines partizipativen Prozesses im Feld¹⁵, durch dessen Dokumentation sie ihre Ergebnisse ausweisen kann.

¹⁴ Die Umbenennung wurde notwendig, weil kommerzielle Anbieter von dem partizipativen, wissenschaftlichen Forschungsdesign der *Business Ethnography* (vgl. Nett/Stevens 2009) nur den Namen übernahmen. Nett und Stevens war es um neu zu entwickelnde Produkte gegangen und darum, was in darauf gerichteten Projekten durchdacht und geklärt werden muss.

Bei der Projektethnografie muss das zu reflektierende Projektziel nicht notwendigerweise auf ein technisches Artefakt gerichtet sein: Es kann sich um alle möglichen rationalen Ziele eines gemeinsamen ‚Projekts‘ handeln, etwa auch – wie in QPlus 4.0 – um das Ziel, die aktuelle Digitalisierung und ihre Chancen und Risiken für Betriebe gemeinsam verstehen zu lernen. Reflektionen darüber, was genau man diesbezüglich lernen will (was also das gemeinsame ‚Projekt‘ in diesem Sinne überhaupt ist), sind selbst Teil der Projektethnografie.

¹⁵ Der erste Schritt ist eine vorläufige Identifikation eines gemeinsamen ‚Projekts‘, eines gemeinsamen Ziels von Forscher_innen und Beforschten (etwa die gemeinsame Entwicklung eines Produkts, die Prüfung von Kooperationsmöglichkeiten o.ä.). Dabei wird als gemeinsames Vorgehen, das ansonsten auf den Einzelfall angepasst wird, ein Interviewzyklus und ein anschließender Zukunftsworkshop vereinbart. In den Interviews ‚enteignen‘ die Interviewten freiwillig persönliche Erfahrungen und Einschätzungen (indem sie diese in den Interviews äußern). So kann der Interviewer bzw. die Interviewerin anhand der verschiedenen Perspektiven ein Bild der Situation erarbeiten, das er den Beforschten auf dem Zukunftsworkshop zurückspiegeln kann. Dadurch, dass es als Gegenstand unterschiedlicher Ansichten erkennbar

2.2.1 Die Interviews

Um Industriepartner zu finden, zirkulierte das Projekt QPlus 4.0 Briefe an regionale Unternehmen der gewählten Branche, die unseren Forschungsfokus kurz erklärten. Kurz darauf wurde per Telefon auf das Anschreiben verwiesen und um Erlaubnis gebeten, Mitarbeiter_innen interviewen und eine Befragung durchführen zu dürfen. Im Gegenzug wurde die Gelegenheit angeboten, Ergebnisse interessierten Mitarbeiter_innen auf einem Zukunftsworkshop zurück zu spiegeln. Einige Partner waren nicht in der Lage oder willens, das gesamte Ensemble von Methoden zu durchlaufen. Im Ergebnis mussten erheblich mehr Firmen kontaktiert und besucht werden als die drei, die hier beschrieben werden. Diese waren von besonderem Interesse, da hier das gesamte Ensemble der Maßnahmen implementiert werden konnte¹⁶.

Typischerweise stand ein Interview mit Geschäftsführung oder Betriebsrat am Anfang. Die Auswahl der Interviewpartner_innen basierte danach auf Kaskadierung: Wenn ein Interview interessante Erfahrungen zur Digitalisierung lieferte, wurden diese weiterverfolgt, zum Beispiel durch Bitten nach Interviewmöglichkeiten mit einer entsprechenden Person. Zu Beginn gab es einen Interviewleitfaden, aber die Fragen in den Interviews wurden im Verlauf immer weiter entwickelt und spezifischer. Dabei war die Notwendigkeit der Anonymisierung und des Schutzes von Geschäftsgeheimnissen in unserer Forschung wichtig. Deshalb veröffentlichen wir z.B. die Namen unserer Partnerunternehmen nicht; wir behandeln auch die Interviewprotokolle diskret. Im Ergebnis konnten wir einzelne Unternehmen als Fallbeispiele verwenden und vergleichen, waren aber aufgrund der Verantwortung für die Anonymität und Unschädlichkeit unserer Aktivitäten für die Partner_innen mit einigen Schwierigkeiten und Einschränkungen konfrontiert.

Erfolgsgeschichten lassen sich viel leichter finden als Misserfolge, obwohl letztere für die Aktionsforschung (und auch für Praktiker_innen!) viel lehrreicher und interessanter sind als immer gleiche ‚Best-Practice‘-Geschichten. Problembereiche beweisen außergewöhnliche Souveränität und das Vertrauen der Praxispartner_innen. Um sie verständlich kommunizieren zu können, kann ein gewisses Mindestmaß an Konkretion nicht unterschritten werden, was der Anonymisierung teilweise entgegen steht. Vor diesem Hintergrund gilt abzuwägen, welche Informationen für das Verständnis der Fälle zentral ist und welche Erfordernisse der Anonymisierung zu beachten sind.

wird, wird das frühere Projektziel ‚verfremdet‘ und erscheint klärungsbedürftig. Die Workshopteilnehmer_innen diskutieren daher das Bild des Interviewers und können es korrigieren, validieren oder ergänzen. Der Zukunftsworkshop dient also nicht als ‚Feedback‘ der Ergebnisse, sondern auch als deren Validierung und als Forum für darauf aufbauende Entscheidungen, etwa zur möglichen Konkretisierung des ‚Projekts‘ (vgl. Stevens/Nett 2009).

Die Ähnlichkeiten und Unterschiede der Ansichten der Interviewten sind dadurch in den Transkripten dokumentiert, Verfremdung und Wiederaneignung in den ‚Workshop‘-Protokollen. Es geht in der Projektethnografie also um die Organisation eines gemeinsamen Lernprozesses und um dessen Dokumentation.

¹⁶ Unternehmen, die nach beträchtlicher Vorarbeit (Absprachen, ersten Interviews, Transkriptionen etc.) wieder absprangen, z.B. weil sie nicht bereit waren, an offenen Forschungsprozessen teilzunehmen, konnten bei der Auswertung nicht berücksichtigt werden.

Um keine unrealistischen Erwartungen zu provozieren, stellten wir QPlus 4.0 direkt bei der Partneransprache als Forschungsprojekt vor: Das Projekt sollte von seinen Partner_innen lernen, nicht etwa ‚lehren‘, worum es bei der Digitalisierung gehen sollte. Das Verständnis der Situation der Unternehmen in der Digitalisierung auf Basis der eigenen Erfahrungen der Betriebe damit zu erforschen und zu reflektieren, wurde als Gegenstand eines gemeinsamen Lernprozesses beschrieben und angegangen (nicht QPlus 4.0, sondern die konkrete Kooperation mit dem Industriepartner mit dem Ziel, Digitalisierung dort zu verstehen, ist im Sinne der Projektethnografie hier das ‚Projekt‘). Typischerweise führten wir in den Unternehmen zwischen fünf und acht Interviews von im Durchschnitt etwa 45 Minuten Dauer durch. Die Interviews wurden aufgezeichnet, anonymisiert und im Hinblick auf Übereinstimmungen und Widersprüche analysiert.

2.2.2 Die Zukunftsworkshops

Im Anschluss an die Interviewanalyse fanden Zukunftsworkshops in den beteiligten Unternehmen statt. Dort wurden die Befunde vorgestellt und in ihrer Bedeutung für mögliche Konsequenzen diskutiert. Bei einigen Partnerunternehmen gab es mehrere Zukunftsworkshops, weil Befragungs- und Interviewergebnisse separat vorgestellt und diskutiert wurden; das wird noch genauer beschrieben; das Vorgehen wurde den betrieblichen Gegebenheiten angepasst. Auf den Zukunftsworkshops wurde mit den betrieblichen Akteur_innen diskutiert, was das Unternehmen (möglicherweise mit weiterer Unterstützung durch QPlus 4.0) weiterhin als eigenes Projekt unternehmen könnte, um die bis dahin gemeinsam gewonnenen eigenen Erfahrungen mit Digitalisierung und die entsprechenden Erwartungen positiv zu verbinden. Die Zukunftsworkshops dienten uns also zum einen zur Validierung der eigenen Ergebnisse, andererseits auch zur Sondierung potentieller weiterer Zusammenarbeit. Hinsichtlich letzterer mussten wir den Industriepartnern jedoch klarlegen, dass das Ende von QPlus 4.0 größere eigene Aktivitäten danach zumindest sehr schwierig machen würde.

3 Die Fälle

3.1 Ein MES zur Eingabe von Produktionsdaten

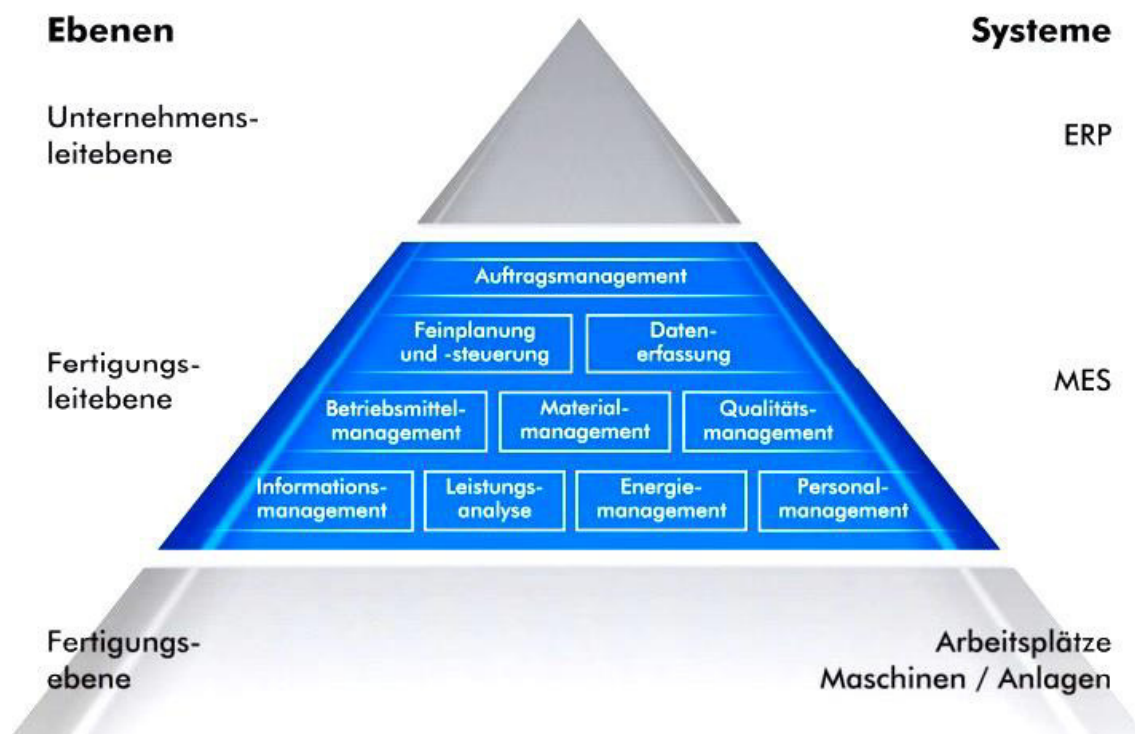
Der erste Fall eines metallverarbeitenden Unternehmens zeigt die Potenziale von Projektteams bei der Aneignung von Digitaltechnik. Es handelt sich um ein Unternehmen, das als zuvor unabhängiges Kleinunternehmen vor kurzem in das Portfolio eines mitteleuropäischen Branchenführers integriert worden war (eine Gruppe, die eine Reihe von Unternehmen mit insgesamt rund 1.500 Mitarbeiter_innen beschäftigt). Die Interviewten waren dort schon in der Zeit als echtes Kleinunternehmen beschäftigt. Unsere Forschung fand an verschiedenen Standorten statt (von denen einer hier beschrieben wird).

Der hier beschriebene Betrieb umfasst insgesamt rund 45 Mitarbeiter_innen, darunter rund 20 Schichtarbeiter_innen in der Produktion. Die Arbeiter_innen produzieren Standardprodukte in verschiedenen Größen und Ausführungen, aber mit begrenzter Produktvielfalt. Die Produkte sind Metallbehälter, die von anderen Firmen (als Kunden) befüllt werden. Der von der Firma adressierte Markt ist durch Massenproduktion und relativ kleine Investitionen gekennzeichnet, gleichzeitig durch hohe Konkurrenz. „Qualität ist ein Killerkriterium: Ohne ist man raus – aber der Preis ist der erste, zweite und dritte Faktor“ (Betriebsleiter). Dies bedeutet, dass die Entwicklung komparativer Vorteile ohne große Investitionen für das Unternehmen von zentraler Bedeutung ist.

Bereits Ende der 90er Jahre wurde ein *enterprise resource planning system* (ERP) implementiert, das der Integration möglichst aller Verwaltungsdaten dienen sollte. Zu dieser Zeit trieben die Kunden die Einrichtung digitaler Zulieferketten (*supply chains*) voran, um eine *Just-in-time*-Belieferung sicher zu stellen. Umgekehrt kann es aber auch auf der Seite von KMUs „eine Überlebensstrategie sein, sehr frühzeitig Entwicklungen beim Kunden mitzubekommen“ (Betriebsleiter). Die digitalen Lieferketten wurden dann durch Projektteams aus Vertreter_innen der Kundenfirma und eigenen Mitarbeiter_innen aufgebaut, darunter solchen der eigenen IT-Abteilung (zwei Personen mit Programmierkenntnissen und einer langen Betriebszugehörigkeit). Die Projektteams mussten dabei lernen, sowohl mit organisatorischen Bedarfen als auch mit technischem Wandel umzugehen.

Vor Kurzem wurde ein *manufacturing execution system* (MES) eingeführt. (Zur technischen Konzeption eines MES vgl. Abb. 3).

Abbildung 3: MES - Verknüpfung von Unternehmenleitung und Fertigungsarbeitsplätzen



Quelle: VDI Richtlinie 5600, Blatt 1, nach Kletti (Vorsitzender VDI-AK MES), o.J.

Die Einführung eines MES bedeutete aber nicht zwangsläufig, dass die Produktionsanlagen dadurch auch tatsächlich (wie in Abb. 3 skizziert) gesteuert werden: Zwar wurden einige Produktionsanlagen vernetzt und mit Terminals ausgerüstet, doch die Steuerung der meisten Produktionsanlagen ist nicht elektronisch vernetzt: deren speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) kann nicht frei (automatisch) verändert werden. Während ein *manufacturing execution system* (MES) also „letztlich“ dazu bestimmt ist, Produktionsanlagen auf der Basis selbst ermittelter Produktionsdaten automatisch zu steuern und als Produktionssystem Daten (z.B. aus ERP-Systemen) für die Steuerung von Anlagen zu nutzen, war bei Unternehmen 1 das Ziel der Implementierung keineswegs, die Produktionsanlagen vollautomatisch zu steuern.

Stattdessen ging es dem Produktionsleiter (der die Idee entwickelt hatte) darum, Teilfunktionalitäten einer etablierten MES-Software dafür zu nutzen, die nach wie vor manuelle Produktionsplanung und Qualitätskontrolle in das System zu integrieren. Anstatt Daten manuell auf Papier zu notieren, sollten sie in das ERP eingegeben werden. „Und zusätzliche Daten von der Produktion, z.B.: wie viele Produkte?“ (Betriebsleiter). Zudem sollten Daten über die Anlagen gesammelt werden: „Ein zweiter Schritt: Welche Maschine funktioniert gut?“ (Betriebsleiter)

Die manuelle Verwaltung von Produktionsdaten wurde also durch Kauf und entsprechende Konfiguration der Software (MES) von Medienbrüchen¹⁷ bereinigt und erweitert, eine Erweiterung der Produktionskontrolle ermöglicht. Eine vollautomatische Steuerung der Produktion war hingegen nie das Ziel; sie hätte sich auch gar nicht realisieren lassen: Die Produktionslagen basieren nach wie auf alten SPS-Steuerungen (Insellösungen) und sind viel zu teuer, um sie zu ersetzen, solange sie noch gut und schnell arbeiten.

Für Unternehmen 1 kann die auf den ersten Blick vielleicht sonderbar anmutende Nutzung des MES zur händischen Dateneingabe Sinn machen, weil dadurch gewünschte Effekte (Vermeidung identifizierter Doppelarbeit) erreicht werden können, ohne größere Eigenentwicklungen betreiben zu müssen. Das Qualitätsmanagement war in Unternehmen 1 schon vor langer Zeit eingeführt und die Anlagenführer_innen darin integriert worden: „Die Anlagenführer führten immer schon Qualitätsprüfungen durch“ (Betriebsleiter) und dokumentierten zudem Schichtdaten (Produktion, Qualität, etc.) auf Papierbögen. Der Produktionsleiter übertrug diese Daten in selbstgenerierte ‚Excel-Sheets‘, um Rüstzeiten, Laufzeiten etc. zu ermitteln. Er übermittelte diese Excelergebnisse an die Arbeitsvorbereitung, wo sie dann manuell in das ERP-System eingegeben wurden.

Als der Produktionsleiter die Arbeitsvorbereitung während der Urlaubszeit vertrat, stellte er fest, dass die Arbeit viel einfacher organisiert werden könnte: „Wenn die Bediener ohnehin die Basisdaten dokumentieren – warum dann nicht direkt im ERP-System?“ (Produktionsleiter). Das ERP-System sollte entsprechend erweitert werden. Hier kam das MES ins Spiel, da es entsprechende Funktionen zur Verfügung stellte. Seine darüberhinausgehenden Möglichkeiten zur direkten Anlagensteuerung hingegen waren bei den bestehenden Produktionsanlagen gar nicht nutzbar. Selbst wenn später vernetzbare Anlagen gekauft würden, blieben auch dann noch die Verwaltungsfunktionen der Anlagenführer_innen. Viele ihrer Normaltätigkeiten mochten dann automatisierbar sein, aber ihre Rolle in Ausnahme- und Krisenfällen nicht.

Das Projekt startete im Jahr 2017 und sollte die Daten der eingehenden und ausgehenden Waren integrieren. Im Jahr 2018 soll in einer zweiten Phase das Qualitätsmanagement einbezogen und die Kommunikation zwischen Arbeitsvorbereitung und Anlagenführung über das ERP-System organisiert werden. Der Betriebsrat wurde von Anfang an in das Projektteam integriert, was der Produktionsleiter als zentrale Erfolgsbedingung wertete.

In letzter Zeit wurden zudem weitere Entwicklungsprojekte definiert, etwa im Bereich der Sensorik für die Qualitätssicherung. Die IT-Abteilung führte eine Anforderungsanalyse durch und

¹⁷ Unter „Medienbrüchen“ verstehen Informatiker_innen und Medienwissenschaftler_innen Übergänge zwischen genutzten Medien, die deren Durchgängigkeit entgegenstehen. Beispielsweise kann ein Anlagenführer eine Strichliste über Anlagenprobleme auf Papier führen, diese dann am Ende der Schicht händisch in ein digitales System eingeben. Die offensichtlichen Nachteile sind Doppelarbeit und Fehlermöglichkeiten. Ein Medienbruch kann aber auch – z.B. aus Sicherheitsgründen – von Vorteil sein (eine Papierliste ist auch bei Stromausfall nutzbar, leicht zu Hand und kann z.B. nur schwer durch Hacker bedroht werden.)

sollte zunächst auch die technische Entwicklung im eigenen Haus entwickeln. Als sich jedoch herausstellte, dass das Projekt umfangreicher war als erwartet, wurde beschlossen, dass die IT-Abteilung nur einen Teil des neuen Systems selbst entwickeln und stattdessen die Fremdvergabe der Konfigurierung einer kommerziellen Lösung organisieren sollte. Die bestehende, partizipativ erstellte Anforderungsanalyse konnte dabei für eine entsprechende Auftragsvergabe verwendet werden.

3.2 Das Vorarbeiterteam als Schnittstelle Produktion-ERP-System

Das zweite metallverarbeitende Unternehmen ist – nach einer wirtschaftlich schwierigen Phase – seit einiger Zeit wieder auf einen Wachstumspfad zurückgekehrt. Das Unternehmen verkauft Metall- und synthetische Produkte. Da beide Produktionen unabhängig voneinander organisiert sind, konzentrieren sich die nachfolgenden Ausführungen aufgrund unseres Gesamtfokus auf die (größere) metallverarbeitende Abteilung des Unternehmens.

Das Unternehmen hat wenig eigene Produkte, sondern arbeitet in der Regel als Lohnfertiger für andere. Das Kerngeschäft des zweiten Unternehmens bilden – wie auch beim Unternehmen 1 – Standard-Massenprodukte. Die Produktvielfalt von Unternehmen 2 ist jedoch im Vergleich zu Unternehmen 1 viel höher: Es erzeugt in Ausnahmefällen auch Einzelprodukte. Dies hat mit der Verarbeitung besonderer Rohstoffe zu tun, einer Spezifität des Unternehmens. Sein Markt kann nicht durch billige Allzweckproduktionsanlagen bedient werden. Das Unternehmen ist heute stabil, ja sogar wachsend: „In den letzten Jahren haben wir einige sehr kleine Unternehmen integriert“ (Geschäftsführer). Da es über eine recht teure Spezialausrüstung verfügt, betreibt das Unternehmen 2 Massenproduktion auf einem Nischenmarkt (anders als Unternehmen 1).

Unternehmen 2 liegt auf dem Land, aber nicht weit von einigen städtischen Zentren entfernt. Die rund 60 Arbeitsplätze (plus etwa 20 Heimarbeiter_innen) sind von einiger regionaler Bedeutung. Das Unternehmen orientiert sich am Konzept der *schlanken Produktion (lean production)*. Während einer Phase wirtschaftlicher Probleme wäre es aber untertrieben gewesen, die Verwaltung des Unternehmens 2 bloß als ‚sehr schlank‘ zu bezeichnen: Die Kapazität des Verkaufs beispielsweise war fast auf Null heruntergefahren worden; die Werkstatt versuchte die Produktion durch Improvisation und Ausschachten von Altgeräten zu sichern.

Was der Betriebsleiter zu leisten hatte, erinnerte an eine Art ‚One-Man-Show‘: „Wenn ein Kunde einen Auftrag erteilt, ist es in der Regel meine Aufgabe, eine Machbarkeitsanalyse durchzuführen, um aus technischer Sicht zu bestimmen, ob wir übernehmen können.“ Zu der Machbarkeitsstudie gehören auch Recherche und Erstellung von Zeichnungen und Berechnungen und, falls unvorhergesehene Dinge eintreten oder Veränderungen seitens des Kunden gewünscht werden, die Anpassung und Neukonstruktion der Pläne; dann müssen neue Zeichnungen erstellt werden – meist in fortwährender Absprache mit dem Kunden. Daneben musste der Betriebsleiter das Archiv und den Zeitplan verwalten. Täglich musste er durch die Fabrik gehen, um den Rohstoffbestand zu registrieren, sich über den Produktionsprozess und

unerwartete Ereignisse zu informieren und administrative Entscheidungen und Pläne zu kommunizieren.

Aufgrund relativ flacher Hierarchien konnte der Betriebsleiter wenigstens einen großen Teil der Arbeitsvorbereitung an die Vorarbeiter_innen übergeben. (In komplizierteren Fällen musste er jedoch auch diese noch selbst übernehmen.) Aufgrund des außerordentlichen Engagements des Betriebsleiters und der starken Unterstützung von Mitarbeiter_innen und Kunden konnte die Produktion auch während wirtschaftlich schwieriger Zeiten fortgesetzt werden – eine Chance für einen Neubeginn und eine Motivation für den neuen Geschäftsführer, das Unternehmen vor einigen Jahren zu übernehmen. Dieser reaktivierte die Kundenbeziehungen und versuchte, den Betriebsleiter zu entlasten.

Ein weiteres Problem war eine „Überalterung der Beschäftigten. Durch die Einstellung von Auszubildenden ... wurde das Durchschnittsalter in den letzten 5 Jahren um 7 Jahre reduziert" (Geschäftsführer). Der neue Geschäftsführer kooperierte dazu mit der regionalen Arbeitsverwaltung bei der Umsetzung eines neuen Qualifizierungssystems. Die regionale Arbeitsverwaltung finanzierte (eine verkürzte) Ausbildung auf 13-15 Monate (6 davon im Unternehmen) und senkte dadurch die Arbeitskosten für das Unternehmen. Dafür bietet es den Auszubildenden nun die Möglichkeit, anschließend eingestellt zu werden. Ein Mitarbeiter kommentierte: „Einige dieser Arbeiter, die zuvor ‚Probleme‘ hatten, sind nur hier, um die Zeit tot zu schlagen. Sie wollen verhindern, dass Zahlungen an sie ausgesetzt werden. Andere aber arbeiten gut und können dann übernommen werden“.

Auch Unternehmen 2 hat ein ERP-System implementiert. Auch „die Lohnverwaltung, Daten für Krankenkassen: das alles wird bereits elektronisch organisiert. In Deutschland ist das anders gar nicht mehr möglich. Die Umsatzsteuer, die wir monatlich zahlen, das ist ein Knopfdruck: ein automatisierter Prozess“ (Geschäftsführer). Unternehmen 2 hat kein MES: „da niemand aus der Leitung mehr als 20 Personen koordiniert, ist eine technische Unterstützung auch in dieser Hinsicht nicht erforderlich“. Die Geschäftsführung will weder eine Automatisierung der Erhebung von Betriebsdaten noch eine Vernetzung der Produktionsanlagen: „Die Maschinen sind nicht vernetzt. Wir leisten uns die 5 Minuten, in denen die Betreiber die Zählerstände einmal am Tag abschreiben.“ (Geschäftsführer)

Privat haben selbst ältere Mitarbeiter_innen heutzutage Smartphones. „In meiner Freizeit nutze ich mein Smartphone. Facebook!“ (älterer Anlagenführer) „Wenn hier nur eine Tasche umfällt: Die Hälfte der Region weiß das innerhalb einer halben Stunde.“ (Produktionsleiter) Die Nutzung von Smartphones ist nicht überraschend, da das ländliche Umfeld durch eine eher schlechte regionale Infrastruktur gekennzeichnet ist. Vor allem die Transportsituation ist problematisch (1 Bus/Stunde tagsüber – für die Lehrlinge kann das zum Problem werden) und vor Ort gibt es kein Essensangebot. Smartphones können in solchen Umgebungen oft sehr hilfreich sein.

Die Anlagenführer_innen haben während ihres Arbeitslebens nie eine formelle Weiterbildung erhalten. Die generelle Tendenz zur Steigerung des bisher unterdurchschnittlichen Weiterbildungsanteils von Älteren (vgl. Bellmann 2017; BMBF 2014) scheint in Unternehmen 2 noch nicht vollständig angekommen zu sein. Zwar werden die Betriebsräte ermutigt, an Weiterbildungen der Gewerkschaft teilzunehmen, aber sonstige Qualifizierungsmöglichkeiten sind den Anlagenführer_innen nicht bekannt. Die Mitarbeiter_innen haben sich jedoch mit Hilfe von Familie und Freund_innen Digitaltechnik für den täglichen Gebrauch selbst angeeignet. Betriebsrat und Anlagenführer_innen sind ziemlich enthusiastisch gegenüber der Digitalisierung: Nachdem sie die Ergebnisse mangelnder Investitionen gesehen haben, repräsentiert der Computer für sie offenbar eher ‚Modernisierung und Investition‘ als ‚Bedrohung von Arbeitsplätzen‘ (vgl. Oerder et al. 2018). Das Management von Unternehmen 2 scheint hingegen eher auf ‚analoge‘ Lösungen zu setzen: z.B. auf eine betrieblich organisierte (und getragene) Transportunterstützung für die Lehrlinge.

Man kann leicht den Umfang, in dem das Unternehmen 2 bereits digitalisiert wurde, unterschätzen: Nicht nur wurde die gesamte Verwaltung durch das ERP digital integriert, sondern es wurde auch den Vorarbeiter_innen zugänglich gemacht: „In der Zwischenzeit haben die Vorarbeiter PCs und Internetzugang bekommen. Sie können nun im Intranet die elektronischen Zeichnungen, Stücklisten und Spezifikationen selbst einsehen – das macht die Sache sehr viel einfacher!“ (Betriebsleiter) Wenn der Geschäftsführer davon spricht, dass für die Fertigung keine Vernetzung gewünscht sei, muss man beachten, dass er sich auf automatisierte Datenerhebung und Anlagensteuerung bezieht: die Vorarbeiter_innen können gemeinsam mit dem Betriebsleiter zentral archivierte Daten aufrufen, diskutieren und für ihre („mensch-basierte“) Produktionsplanung verwenden. Die Fertigung hat Zugang zum ERP-System, wird davon aber nicht automatisch gesteuert. Das ist auch nicht geplant.

3.3 Spontanabsprachen als Ad-hoc-Integration

Ähnlich wie das Unternehmen 2 liegt auch Unternehmen 3 ein wenig entfernt von einem urbanen Zentrum in einer eher ländlichen Umgebung und ist ebenfalls Lohnfertiger. In allen drei Unternehmen ist auch die Größe ihrer Fertigungsabteilung im Metallbereich ziemlich ähnlich. Dennoch unterscheidet sich Unternehmen 3 in einigen wichtigen Hinsichten: Es hat keinen Betriebsrat und erstellt statt Massen- hauptsächlich Einzelprodukte. Dies setzt in der Metallbranche eine technische Entwicklung voraus, nämlich räumlich verteilten Austausch von Konstruktionsdaten. Zwar hat jedes CAD-Programm dabei seine Eigenheiten, aber Daten können i.d.R. konvertiert werden. Das ist auch nötig, weil z.B. schon die Aufträge als Emailhang kommen.

Die technische Entwicklung hat das Geschäftsmodell vieler metallbearbeitender Firmen beeinflusst. „Teile drehen, tausende bei den Stückzahlen ... das gibt's auch noch. Aber da, wo noch Geld verdient wird ... ohne CAD-CAM, ohne 5-Achs-Fräsen geht nichts mehr“ (ERP-Experte).

Unternehmen 3 profitiert zudem von der Orientierung vieler Kund_innen an schlanker Produktion, die mitunter zu einem Abbau von Werkstattkapazitäten geführt hat; so fertigt Unternehmen 3 für andere Unternehmen. Dabei muss es mit einer zunehmenden Digitalisierung und steigenden Flexibilitätserfordernissen zurecht kommen.

Angesprochen darauf, wie sich die Spannung zwischen neuen Standards und Normen auf der einen Seite und neuen Möglichkeiten auf der anderen Seite auswirkt, urteilt der Geschäftsführer: „Es gibt heute mehr Freiheitsgrade für Ingenieure als früher“. Bei den Produktionsanlagen muss Unternehmen 3 auf Kundenanforderungen reagieren – aber diese im Vorfeld abzuschätzen, ist aufgrund der Einzelfertigung für ganz verschiedene Kund_innen problematisch. Vor allem die Großkund_innen mit ihren technologischen Vorlieben müssen bedient werden. Aber die Anlagen sind, insbesondere für kleine Firmen, sehr teuer, und eine hohe Auslastung für die schnelle Amortisation notwendig. Für ein kleines Unternehmen ist es daher nicht einfach – aber zentral – zu unterscheiden, was sich wirklich auszahlt und was nur angenehm (*nice to have*) ist.

„Zum Beispiel kann man mit [einer spezifischen Digitaltechnologie] Dinge machen, die Sie sonst nicht produzieren können. Ich hatte Werkstücke in der Hand in fantastischer Qualität! ‚Ups: das wird Konkurrenz!‘- Aber: Sie brauchen Platz, Sicherheit, Wartung: Es sind die Großen, die das vorantreiben.“ (Geschäftsführer)

Die Erwartungen an Lohnfertiger sind hoch. So erwarten Kund_innen z.B. im Falle besserer konstruktiver Alternativen, darüber informiert zu werden.

„Beispiel: ... ein Fenster, das malen die immer mal wieder einfach eckig. Aber so was kann ich natürlich nicht fräsen ... Dann ruf ich den Kunden an und frage: muss das so eckig sein, oder können wir es nicht so machen, wie es für uns zu fräsen ist.“ (Arbeitsvorbereiter)

Was formal also eine einfache Umsetzung der Konstruktion des Kunden bzw. der Kundin ist, erfordert in der Praxis oft komplexe und weitreichende Überlegungen. Unternehmen 3 muss sich oft um neue oder zu erstellende Zeichnungen oder NC-Programme kümmern: Was lapidar ‚Machbarkeitsstudien‘ genannt wird, ist daher faktisch oft mehr als eine Studie zur Machbarkeit: Ko-Konstruktion. Die Kunden scheinen das zu wissen: „Das spart denen Zeit und Geld!“

Die ko-konstruktive Rolle der Lohnfertiger ist mit hohen Ansprüchen an Arbeit und Qualifikation verbunden.

„Die Leute, die werden schon massiv ... BESSER! ... Also, nicht nur ein guter Vorarbeiter zu sein, sondern darüber hinaus auch noch über Computerkenntnisse zu verfügen, speziell im CAD- und dann auch im CAM-Bereich ... Dazu gehört auch – ganz wichtig, wenn Du auf hohem Niveau fräsen und arbeiten willst – dass Du Werkzeugkenntnisse hast.“ (Geschäftsführer)

Der Geschäftsführer verweist auf „die Qualifikation der Mitarbeiter, ...die wir übers Jahr ... auf sehr viele Schulungen schicken: Weiterbildung, Drehen, Fräsen, CAD-CAM, Hochleistungsfräsen, Maschinensteuerung ...“. Dennoch klagen einige Mitarbeiter_innen über zu wenig Weiterbildung – die Geschäftsführung über die hohen Kosten von Qualifizierungsmaßnahmen.

Qualifizierungen werden angeboten durch die Hersteller von Produktionsanlagen. Diese Angebote sind auch Teil ihres Marketings, liefern ihnen aber – im Gegenzug – neue Einsichten in neue Praktiken und aufkommende Nutzeranforderungen an die Anlagen.

„Es gibt ständig neue Methoden, Frässtrategien oder Drehstrategien, die auf einmal ganz neue Werkzeuge hervorrufen. Und auf einmal hat man wieder ganz neue Möglichkeiten ... Ich bin Zerspanungsmechaniker: und was sich da in den Jahren tat und immer noch tut, ist schon enorm. Also z.B. ... neue Strategien, die nur noch mit dem Computer gehen.“ (Geschäftsführer)

Die Interaktion zwischen Anlagenhersteller und Nutzer_innen erlaubt evolutionäre nutzerorientierte Technikentwicklung, in deren Rahmen die Qualität der Qualifizierungsangebote der Anlagenhersteller zu deren Eigeninteresse wird. Diese scheinen klug genug zu sein, sich nicht allein auf Werbung für die eigenen Produkte zu fokussieren, sondern auch solides allgemeineres Wissen anzubieten, z.B. über CAD und CAM. Im Ergebnis scheinen ihre Zertifikate zu Qualitätsstandards der Branche geworden zu sein, sodass nicht fehlende Qualität der Qualifizierungsangebote, sondern – insbesondere für KMUs – der hohe Preis problematisch ist.

Der Geschäftsführer von Unternehmen 3 besucht regelmäßig Messen und Ausstellungen von Anlagenherstellern, um die neueste technologische Entwicklung zu verfolgen. Rahmenverträge für Kund_innen, die eine Gesamtmenge von Produkten für einen guten Preis suchen, aber keine zeitnahen Liefertermine brauchen, bieten die Möglichkeit, entsprechende Arbeiten in weniger ausgelastete Zeiten zu verschieben – ein beidseitig vorteilhaftes Arrangement.

Ein Konsignationslager für Schneidewerkzeuge mit automatischer Nachfüllung inspirierte den Geschäftsführer, für sein eher kleines Unternehmen ein solches mit einem Werkzeughändler zu vereinbaren und so nicht zuletzt von Preisvorteilen zu profitieren, die eigentlich für Großkund_innen gerechnet waren. Konnte nicht auch die Suche nach Werkzeugen im Betrieb durch ein eigenes Lager dieser Art reduziert werden? Der Versuch der Umsetzung dieser Idee scheiterte nach Angaben des Geschäftsführers, weil die Nutzer_innen nicht dem folgten, was sie tun sollten. Ein Mitarbeiter merkte jedoch auch eine gewisse Inkonsistenz in der Planung an: „Wenn was geplant ist, und es kommt ein Wochenende, dann ist danach wieder alles anders“.

Schon vor der Implementierung des ERP-Systems waren Auftragsdaten auch in eine Datenbank eingepflegt worden, wurden von der Fertigung aber einer Umlaufkarte entnommen. Das ERP-System sollte nun die Vorkalkulation von Aufträgen direkt in Vorgaben überführen, die mithilfe von Barcodes auf den Werkstücken bestätigt werden sollten. „Die Mitarbeiter ... stempeln' einfach nicht“, sagt ein Mitarbeiter und führte dies auf die Abneigung der in der Produktion Beschäftigten gegenüber Kontrolle zurück. Die Gründe scheinen jedoch keineswegs allein auf eine pauschale Abwehrhaltung der Beschäftigten reduzierbar zu sein, denn ein Kollege ergänzt:

„Das ERP ist irgendwann einfach eingeführt worden. Aber es ist in der Fertigung sehr schwierig umzusetzen. Es gibt Leute, die wollen das nicht, weil die sich vielleicht kontrolliert fühlen ... Aber auf der anderen Seite gibt es bei uns aber auch viele Leute, die überall rumlaufen und was tun. Wie sollen die das ‚stempeln'? Wie sollen die den Scanner bedienen? Die machen – sag ich mal – sechs Maschinen am Tag: hier 10min, da 'ne halbe Stunde, dann mal Aufladen helfen. Dann auf den Stapler, dann mal wieder hier! – Wie soll das gehen?“

Der Geschäftsführer resümiert:

„Es war gedacht gewesen, dass wir zu den Werkstücken Barcodes ausgeben, was gemacht werden muss. Das haben wir alles gut vorbereitet. Diese ERP-Leute waren auch noch lange hier im Haus, haben uns geschult ... Aber ... wenn ein Mann drei Maschinen bediente, funktionierte das Ganze schon nicht ...Und das, wo wir täglich Dinge umwerfen – Maschine kaputt, Mann krank, was machen wir jetzt? Wir sind auf die Zulieferer angewiesen! Dann gibt es Urlaub! ... Ich habe das nach 3 Monaten schreiend abgebrochen.“

Offenbar war es nicht einfach, die Komplexität der eigenen Fertigungspraktiken digital abzubilden. Am Ende stand das gute Betriebsklima des Unternehmens auf dem Spiel: „Den Leuten was aufzudrücken, weil man das hier im Büro gut findet ... also, da bin ich noch ganz nah an der Basis. Ich bin ja noch täglich in der Werkstatt. Und KOMME aus der Werkstatt: Den Leuten was von oben aufzudrücken ... Das muss schon sehr gut überlegt sein!“ (Geschäftsführer)

Die ursprüngliche Motivation zur Einführung des ERP-Systems wurde aufgegeben. „Die ganze Personalführung ... läuft alles über unser ERP System. Aber die ... Schnittstelle Produktion – Rückmeldedaten ... das machen wir halt nicht.“ (Geschäftsführer) Derartige Probleme und Reaktionen scheinen auch bei anderen Unternehmen zu finden zu sein. Man versuchte, die Situation vor dem Automatisierungsversuch wiederherzustellen. Dafür werden die Produktionsdaten händisch eingegeben, wenn man dann die Interdependenzen der kooperativen Arbeiten überblicken kann. Dies realisiert nicht die ursprünglich geplante automatisierte Produktionskontrolle, funktioniert aber gut.

Das Resultat des Entscheidungsfindungsprozesses wird deshalb im Betrieb geschätzt – die Art dieser Entscheidungsfindung jedoch offenbar weniger. Es lohnt daher ein zweiter Blick. „Es nutzt mir nichts, wenn da lange vorher etwas festgelegt wird, weil: das ist meist ein ganz kurzes Gespräch, ne Minute oder so. Dann weiß man, was nötig ist!“ Diese Aussage eines Mitarbeiters kommuniziert, dass man Dinge ‚innerhalb einer Minute‘ lösen könnte, wenn man sich nur mehr anstrengen würde. In ganz ähnlichem Sinne beschreibt der Geschäftsführer, warum regelmäßige Treffen aufgegeben wurden: „Wir kommunizieren sehr viel! Viel zwischen Tür und Angel, oder man kommt ins Büro. Oder ich geh wohin und man beredet dann die Dinge, die gerade aktuell sind ... oder wenn einer will, dass man sich trifft, machen wir das. - Das andere¹⁸ war zu viel Gerede“ (Geschäftsführer).

Sowohl beim Mitarbeiter wie auch beim Geschäftsführer zeigte sich ein Arbeitsstolz, der sich auf die Kompetenz stützt, Probleme auf persönliche, informelle Art und Weise schnell miteinander lösen zu können. Diese sollte aber auch mit einem kritischen Bewusstsein für den dabei vorausgesetzten Rahmen und dessen Grenzen begleitet sein: Spontanabsprachen sind nicht nur nicht immer machbar, sondern auch nicht immer sinnvoll. Komplexe, nicht auf den ersten Blick

¹⁸ Der Geschäftsführer hatte vorher erläutert, dass es früher häufige, regelmäßige Treffen zur gemeinsamen Produktionsplanung gegeben hatte.

überschaubare Aufgaben (wie sie insbesondere bei der Einführung digitaler Mehrzweck-Mehrbenutzer-Anwendungen auftreten können) können den Rahmen von Spontanabsprachen übersteigen. Die Identifikation und Umsetzung praktikabler Lösungen kann systematische, institutionalisierte Entscheidungsfindung erfordern, die Raum lässt für die Erprobung von Möglichkeiten. Evolutionäre Organisationsentwicklung kann zur Voraussetzung werden für die Entwicklung kooperativer Infrastrukturen und umgekehrt.

Während der Geschäftsführer und seine Kolleg_innen innerhalb der bestehenden Organisation also einen hervorragenden Job machen, bezieht sich Organisationsentwicklung darauf, wie Veränderungen der Organisation wahrgenommen und wie sie gemeinsam erarbeitet und umgesetzt werden können. Systematische Organisationsentwicklung kann bei der Digitalisierung durch die Notwendigkeit zur Aneignung neuer digitaler Technologien nötig werden (vgl. Möller 2015), die offenbar im Produktionsbereich komplexer verlaufen kann als gedacht. Unternehmen 3 ist dabei voller Innovationen: Die Mitarbeiter_innen beteiligen sich mit offenen Augen an der Suche nach entsprechenden Möglichkeiten, gute Ideen werden aufgegriffen und umgesetzt, die Ergebnisse in Arbeitsvorbereitungsdokumenten archiviert. Im gegebenen Kontext sichert die Organisation den Kund_innen hervorragende Performanz. Evolutionäre Organisationsentwicklung kann aber dennoch im eigenen Interesse nötig werden, wenn sich die Organisation systematisch einer sich immer weiter wandelnden Umwelt anpassen muss.

Unternehmen 3 bietet neben den Rahmenverträgen auch weitere Dienstleistungen an. Neben der Fertigung von Metallprodukten können sich die Kund_innen für zusätzliche Dienstleistungen entscheiden, zum Beispiel das Besorgen anderer Teile aus der ganzen Welt oder die Montage von Baugruppen – was neue Möglichkeiten für Personen mit geringen Fräs- oder Derherfertigkeiten bieten könnte. „Es sind keine klassischen ‚Monteure‘, die wir hier haben. Mechaniker, die haben ihre Arbeit. Wenn Dinge anstehen, die verschraubt werden müssen – einfache kleine Montagen – dann machen die das mit.“ (Geschäftsführer). Der Geschäftsführer verweist darauf, dass die Montagemechaniker die Stücklisten und 3D-Zeichnungen des CAD-Systems nutzen könnten. Ein Mechaniker reagierte jedoch auf die Frage, warum er das CAD-System dazu nicht benutzt: „Ja ... da müsste ich erst mal auf einen Lehrgang!“ Er weiß sich zwar zu helfen, aber das Beispiel zeigt, dass eine Ausdehnung der Montage Organisationsentwicklung und Qualifizierungsmaßnahmen erfordern könnte.

Kooperationen mit anderen Firmen geht Unternehmen 3 nur in Ausnahmefällen ein. Eine solche Ausnahme im Bereich der in QPlus 4.0 sehr wichtigen Qualifizierung zeigt folgendes Beispiel:

„Eine vernünftige Ausbildung zu gewährleisten, hier, alleine, fällt uns sehr schwer. Wir hatten ... vorher ausgebildet. Aber wir haben keine Zeit für gewisse Ausbildungsschritte. Wir sind ein produzierendes Unternehmen. Ich habe keine Ausbildungswerkstatt. Ich kann mir auch nicht leisten einen Meister einzustellen, der sich nur um die Ausbildung kümmert.“ (Geschäftsführer)

Das Unternehmen stellte daher die Lehrlingsausbildung ein. „Da stand einmal dieser Herr hier und ich dachte bei mir: Auf Sie habe ich praktisch gewartet“ (Geschäftsführer). Dieser schlug ein Netzwerk für die Berufsbildung vor – das in der Folge tatsächlich eingerichtet wurde: Heute

teilen sich 8 Unternehmen eine Lehrwerkstatt und Bildungseinrichtungen. „Ich habe jetzt 4 Lehrlinge“ (Geschäftsführer).

3.4 Unser Feedback in den Betrieben

Nach den Interviews spiegeln wurden Praxispartner_innen unsere Ergebnisse zurück. Auf den Workshops stellten wir die gefundenen Punkte vor und baten die Teilnehmer_innen dann um Anmerkungen. Die Zukunftsworkshops waren dabei in Bezug auf die Teilnehmer_innen unterschiedlich besucht. In dem ersten und zweiten Unternehmen bestand der Zukunftsworkshop nur aus den Interviewten, während eine Einladung auch der Befragten (die den Workshop ja fast zu so etwas wie einer Betriebsversammlung machen konnte) von den beiden Unternehmen als für sie zeitlich zu anspruchsvoll abgelehnt wurde.

In Unternehmen 1 schätzte der Betriebsleiter die Digitalisierung eher positiv ein. Diesbezüglich sah man sich durch die etablierten Projektteams auf einem guten Weg. Man war auch bereit, weiter mit dem Projekt in Verbindung zu bleiben und über eigene Erfahrungen zu berichten (und löste das auch ein). Unternehmen 2 hingegen beendete nach dem Zukunftsworkshop die weitere Zusammenarbeit (und damit im Sinne der Projektethnografie das gemeinsame ‚Projekt‘), was damit begründet wurde, dass eine weitere Digitalisierung der Produktion nicht im Fokus des Unternehmens stünde. Unabhängig vom Interesse an weiterer Zusammenarbeit wurden unsere Analysen auch von den Mitarbeiter_innen der Unternehmen 1 und 2, die sich auf einen Zukunftsworkshop nur mit den Interviewten beschränkten, als zutreffendes Bild dessen beschrieben, was in ihrem Betrieb vor sich ging.

Im Unternehmen 3 stellten wir die Ergebnisse der Interviews (aufgrund seiner entsprechenden Bitte) erst dem Geschäftsführer in einer Art ‚vorbereitendem Zukunftsworkshop‘ vor, bevor wir sie zusammen mit der Auswertung der betrieblichen Befragung auf dem eigentlichen Zukunftsworkshop darstellten. Da ‚Open Innovation‘ als zentrales neue Erfordernis der Wissensökonomie beschrieben wird (vgl. Gassmann/Enkel 2006)¹⁹, präsentierten wir dem Geschäftsführer unser Verständnis des Geschäftsmodells der Hersteller von Produktionsanlagen unter dieser Perspektive. Wir argumentierten weiter, dass die Lohnfertigung von Einzelprodukten Risiken der Entwicklung auf der Seite der Kunden beließe, aber dennoch eine Art ‚Outside-In-Process‘ stattfände, weil die Entwicklungen der Kundenprodukte Lernprozesse aufseiten der Hersteller provozierten. Da Anforderungen von Kund_innen nach Verbesserungsratschlägen und faktischer

¹⁹ Die Produkte der Anlagenhersteller basierten unserer Analyse zufolge auf Kenntnissen von Produktionsmethoden, die in die Entwicklung ihrer Produkte (die Produktionsanlagen) eingeflossen waren und durch deren Vertrieb weiter diffundiert wurden (*inside out*). Die ‚Weiterbildungsworkshops‘ waren demzufolge ein Mittel der Anlagenhersteller, zusätzliche Kenntnisse von den Kund_innen für die Weiterentwicklung zu gewinnen (*outside in*). Die Hersteller der Produktionsanlagen konnten so durch die Verkopplung (*coupling*) dieser Strategien Möglichkeiten einer evolutionären Verbesserung ihrer Produkte (den Produktionsanlagen und ihrer praxisnahen Qualifikationsangebote) nutzen, die – wie auch das Branding der letzteren – auch den Kund_innen zugute kam.

Ko-Konstruktion auch *Inside-out*-Elemente einschließen, ergäben sich – in einer dem Verhältnis Anlagenhersteller – Lohnfertiger ganz vergleichbaren Weise – Möglichkeiten für ‚coupled processes‘. Der Geschäftsführer fand es interessant und anregend, dass man die Situation seines metallbearbeitenden Unternehmens plausibel mit Begriffen aus der Wissensökonomie reflektieren konnte.

Auf dem eigentlichen Zukunftsworkshop im Unternehmen 3, zu dem alle Interessierten auf einem Plakat im Eingangsbereich des Unternehmens eingeladen worden waren, und auf dem ca. ein Drittel der Belegschaft anwesend war, präsentierten wir neben unseren Ergebnissen auch Jan van Dijks Differenzierung von Computerkenntnissen und seine Idee, dass sich diesbezüglich eine Transformation der ‚digitalen Kluft‘ einstellt: von einem Defizit im Zugang²⁰ über den Mangel operativer Fähigkeiten (allgemeine und programmspezifische („Knöpfchenwissen“) Nutzerkompetenzen) hin zu strategischen Nutzungsfähigkeiten (vgl. van Dijk 2012). Wir beschrieben die Situation, die wir vorgefunden hatten, als charakterisiert durch eine steigende Menge von Anwendungen mit verbesserter Gebrauchsfähigkeit, die auch von immer mehr Benutzer_innen genutzt werden, für die sie eher ein Statussymbol als eine Bedrohung seien, und dies auch für ältere Mitarbeiter_innen. Diese Darstellung stieß auf weitgehende Zustimmung der Teilnehmer_innen.

Wir stellten in allen Zukunftswshops das hohe Niveau an ‚Innovation von unten‘ in den untersuchten Unternehmen heraus sowie die Rolle externer Akteur_innen, die in Prozessen der Digitalisierung eine wichtige Rolle spielen können: z.B. Kund_innen, Kooperationspartner_innen und Anlagenhersteller. Als Beispiele dafür nannten wir die Zulieferketten, zwischenbetriebliche Zusammenarbeit und selbstnachfüllende Konsignationslager. Wir beschrieben die Konfigurierung und Einbettung von Mehrbenutzer-Mehrzwecksoftware als großes Problem für KMUs, weil sie die Organisation sehr stark beeinflussen kann. Das wurde dahingehend kommentiert, dass dies stimme, aber vielfach einfach nicht klar genug gesehen werde.

Argyris et al. hatten praxisbasiertes Lernen hinsichtlich seiner Reflektionstiefe als Lernen in ‚Einzelschleifen‘ (‚Wurden unsere Zielparameter erreicht?‘) von solchem in ‚Doppelschleifen‘ (‚Haben wir die richtigen Zielparameter?‘) differenziert (vgl. Argyris et al. 1985). Davon ausgehend argumentierten wir, dass eine gewisse Institutionalisierung des ‚Doppelschleifen‘-Lernens eine Voraussetzung für erfolgreiche Digitalisierung sein könnte, weil die Implementierung komplexer Arbeitsumgebungen selbst bei bester Planung Anteile nichtintendierter Handlungsfolgen enthalte. Im Umkehrschluss begründete dies, dass ein Fehlen partizipativer Institutionen zu ungewünschten Folgen im Prozess der Digitalisierung führen kann, besonders wenn IT-Kenntnisse nicht zu den Kernkompetenzen gehören. Als möglicherweise hilfreich stellten wir

²⁰ Das Unternehmen hatte aufgrund seiner etwas ländlichen Lage mit Problemen schlechter Konnektivität zu kämpfen gehabt und sich daher zu diesbezüglich beträchtlichen Investitionen gezwungen gesehen.

teilautonome Teams mit betrieblichen IT-Expert_innen und Repräsentant_innen von Betroffenen der betrieblichen Digitalisierungsmaßnahmen vor, wie sie etwa in Unternehmen 1 als hilfreich benannt worden waren.

3.5 Gegenfeedback auf unser Feedback

Einige Antworten der Teilnehmer der Zukunftsworkshops wurden bereits dargestellt. Darüber hinaus fragten wir die Workshop-Teilnehmer_innen, was sie als wichtigste Botschaft unseres Feedbacks betrachteten und ob etwas darunter gewesen sei, was sie als inspirierend und wichtig einschätzten. Der Geschäftsführer des Unternehmens 2 antwortete, dass wir die Fortschritte von Digitaltechnik in seinem Unternehmen gut herausgearbeitet hätten, aber diesbezüglich nicht übertreiben sollten: Jetzt auch noch die Produktion in eine digitalisierte Vernetzung zu integrieren sei weder rational noch geplant (wie oben dargestellt, war die Fertigung im Unternehmen an das ERP angeschlossen, allerdings nicht in automatisierter Form, sondern über das Team aus Vorarbeiter_innen und Betriebsleiter). Er hatte nach eigenen Angaben nach dem Zukunftsworkshop den Eindruck, im Projekt QPlus 4.0 umfassend Informationen über Digitalisierung und *Industrie 4.0* bekommen und sie genügend diskutiert zu haben.

Während seiner Reaktion offensichtlich der Eindruck einergewissen Pro-Digitalisierungstendenz unsererseits zugrunde lag, sah der Geschäftsführer von Unternehmen 3 umgekehrt eher eine zu kritische Haltung²¹ gegenüber den Versprechen der *Industrie 4.0* bei uns. Im Unternehmen 3 gab es keinen Betriebsrat. Unser Hinweis auf dem Zukunftsworkshop auf die Probleme mangelnder Institutionalisierung bei der Gestaltung langfristiger Strukturentwicklungen stieß auf freundliche Aufnahme sowohl von den Mitarbeiter_innen als auch vom Geschäftsführer. Es entwickelte sich eine so lebhafteste Diskussion über Möglichkeiten, dass wir am Ende des Workshops aus Zeitgründen abrechnen mussten. Wir boten deshalb an, bei Fragen auch danach noch zur Verfügung zu stehen – das aber wurde nicht genutzt; das gemeinsame Projekt ‚erodierte‘ so gewissermaßen von innen.

Bei dem zweiten Zukunftsworkshop in Unternehmen 3 hatte sich jedoch eine Gruppe von Mitarbeiter_innen zusammengefunden, die überlegen wollten, ob man nicht Videos nutzen könnte, um neuen Mitarbeiter_innen den Einstieg zu erleichtern. Das unterstreicht das große Potential an ‚Innovation von unten‘ in dem Unternehmen – überwand aber nicht per se die Kultur der Spontanabsprachen, die wir als langfristig problematisch für Strukturentwicklung dargestellt hatten. Wir gehen aber davon aus, dass sich systematische Organisationsentwicklung auch ‚von unten‘ her bilden kann, wenn erst einmal ein institutioneller Kern – etwa ein Projektteam –

²¹ Wir hatten in unserer Präsentation auf dem Zukunftsworkshop (mit den Befragten) die Frage nach Langzeitfolgen der Industrie 4.0 insbesondere im Hinblick auf Arbeitskontrolle und Arbeitsplatzabbau als ‚noch nicht klar‘ qualifiziert: Der Geschäftsführer in Unternehmen 3 sah hingegen auch langfristig keine Gefahren in beiden Gebieten.

angestoßen wurde und damit Erfolge erzielt werden. Dafür hat Unternehmen 3 alle Voraussetzungen.

Wir haben bereits erläutert, dass Unternehmen 1 lange Jahre ein kleines Unternehmen gewesen war, bevor es zum Teil einer internationalen Gruppe wurde. Die positive, kundenmotivierte Erfahrung mit Projektgruppen hatte hier eine Geschichte, die weit in die Zeit als unabhängiges Kleinunternehmen zurückreichte. Dennoch könnte deren zunehmende Systematisierung heute auch mit dem Aufgehen in der Gruppe zusammenhängen. Jedenfalls war hier das Gegenfeedback auf unser Feedback besonders interessant: Es reflektierte genau diese strukturelle Veränderung.

In einer Antwort auf unsere Frage nach der wichtigsten Botschaft für das Unternehmen sagte der Betriebsleiter, dass ihm klargeworden sei, dass die Begründung der Digitalisierungsinvestitionen etwas für ihn Neues gewesen sei: Er habe dabei schließlich mit einer Verbesserung der *overall equipment efficiency* (OEE) argumentiert, die er anhand der möglich werdenden längeren Laufzeit der Produktionsanlagen (die Eingabe der Produktionsdaten konnte nun parallel zur Fertigung und ohne Doppelarbeit erfolgen) mit rund 5% abgeschätzt hatte. Diese entsprechend erwartete längere Anlagenlaufzeit/Mehrproduktion konnte die Kosten der Einführung decken und die Investition begründen.

Diese Einschätzung hilft, die Reichweite ähnlicher Investitionen genauer zu verstehen. In einem Betrieb mit 20 Produktionsarbeiter_innen entsprechen 5% genau einem Arbeitsplatz. Wenn Wert auf Redundanz beim Arbeitsangebot gelegt wird und Facharbeiter_innen knapp sind, wäre es absurd, solche Produktionsgewinne durch Kündigungen umzusetzen: Stattdessen konnten die Einsparungen anderen Funktionen, insbesondere im Bereich der Qualitätsverbesserung, zugutekommen. Das aber ist sicher nicht das, was man ‚Vollautomatisierungsstrategie‘ nennen würde, und auch nichts, was dem engeren Verständnis von *Industrie 4.0* entspräche: Die Produktion verbleibt weitgehend in den Händen der Beschäftigten, die aber neben der Anlagenführung zusätzliche Funktionen übernehmen. Dabei wird ihre Integration ins Qualitätsmanagement auf Computerterminals umgestellt, Medienbrüche werden verringert, Doppelarbeit möglichst beseitigt.

Zwei weitere Punkte sind hier interessant. Der erste ist, dass sich für den Betriebsleiter trotz der langen Erfahrungen von Unternehmen 1 mit digitalen Projekten derartige Investitionen in Digitaltechnik immer noch ‚seltsam anfühlten‘: Das begründete er damit, dass man sich unter ‚richtigen‘ Investitionen doch noch ‚irgendwie‘ eine materielle Produktionsanlage vorstelle. Die digitalisierten Zulieferketten waren eingeführt geworden, weil man andernfalls einen Großkunden verloren hätte – bei der Einführung des MES musste man demgegenüber eine Investition im Vorhinein berechnen, was als sehr schwierig und riskant erfahren wurde.

Der zweite Punkt ist, dass es offenbar als normal betrachtet wird, Produktionsanlagen zu kaufen und dabei auch die dafür nötigen Einweisungen in die Bedienung zu erwerben. Die Tatsache,

dass insbesondere Mehrbenutzer-Mehrzweckprodukte vor der Nutzung (und vor der Qualifizierung) an die Situation vor Ort angepasst werden müssen, erweitert dem gegenüber jedoch die Herausforderungen an die Betriebe gegenüber dem ‚normalen‘ Ablauf. Zwar kann eine solche Software je nach Konfiguration unterschiedlich genutzt werden; das aber setzt voraus, dass man Vorstellungen davon entwickelt, wie man zusammenarbeiten will, und Fähigkeiten, entsprechende Ziele bei der Konfiguration der Plattformen technisch umzusetzen.

Gerade in KMU bestehen große Potentiale, Softwareprodukte nutzerorientiert anzupassen; doch es gibt auch Qualifizierungsbedarfe, die über die einzelner betrieblicher Rollen hinausgehen (weil gerade deren Neustrukturierung mit zur Disposition steht). Ein bloßes Aufoktroieren extern konfigurierter (oder gar nicht konfigurierbarer) Software führt aufgrund der Komplexität hier nicht zum Erfolg. In Unternehmen 1 können die Erfolge daher einerseits durch seinen strukturellen Zwang zur Systematisierung, andererseits durch seine aktive Mitbestimmungskultur erklärt werden (oder, nicht unplausibel: durch deren Kombination).

Bei allen untersuchten KMUs wurden Softwareprodukte noch nicht immer durchgängig als produktiv wahrgenommen und eine proaktive eigenständige Gestaltung war keine Selbstverständlichkeit. Selbst in Unternehmen 1, das ja sogar erfolgreich eigene Produktionssensoren selbst entwickelt und die Konfigurierung des MES in Auftrag gegeben hatte, sagte der IT-Experte auf dem Zukunftworkshop, dass auch angesichts der Vielzahl kleiner Softwareanbieter_innen in der näheren Umgebung Digitalisierung normalerweise nur in der Form des Kaufs von Fertigprodukten in Betracht gezogen würde²². Entwicklungen von – für das Unternehmen sinnvollen – Anwendungen oder entsprechende Umnutzung geeigneter Software werden offenbar selten in Betracht gezogen (möglicherweise auch, weil in den Geschäftsführungen vielfach keine Informatikexperten vertreten sind).

²² Die Beauftragung einer IT-Firma zur Konfiguration des MES wäre dann eine Ausnahme gewesen.

4 Ergebnisse

4.1 Fallvergleich

Es fällt auf, dass zwei von den drei eher zufällig ausgewählten kleinen Unternehmen in den vergangenen Jahren eine Phase großer wirtschaftlicher Schwierigkeiten erlebt haben. Und auch der Geschäftsführer von Unternehmen 3 gab an, dass er schon längere Perioden mit Umsatzeinbrüchen von über 50% (!) erlebt hat (wohl durch die Verstärkung von Konjunkturschwankungen im Investitionsgüterbereich), sodass auch hier die wirtschaftliche Existenz zeitweise gefährdet war. Offensichtlich sehen sich gerade die kleinen Unternehmen einem enormen Wettbewerbsdruck aufgrund ihrer begrenzten Ressourcen, insbesondere der finanziellen, ausgesetzt: Vor allem in Krisenzeiten ist es für sie sehr schwer, an ausreichende und finanzierbare Kredite zu kommen.

Trotz des intensiven Wettbewerbs gab es wenig Kooperation mit anderen Unternehmen – mit wenigen Ausnahmen. Zwischenbetriebliche Zusammenarbeit wird akzeptiert, sofern ein Auftrag eine solche Kooperation attraktiv macht und der eigene Kundenstamm unbedingt gesichert bleibt. Eine weitere Ausnahme von der üblichen Kooperationsunwilligkeit ist die Kooperation mit den Kundenunternehmen, mit denen man bis hin zur gemeinsamen Produktentwicklung zusammenarbeitet. Wie bei den Zulieferketten ist solche Zusammenarbeit mit den Kunden jedoch ambivalent: Einerseits fühlen sich die kleinen Unternehmen dazu gedrängt, andererseits hoffen sie, davon selbst auch zu profitieren: Wenn man sich schon mit Großkunden über digitale Zulieferketten verbinden muss, soll diese technologische Verbundenheit wenigstens auch Marktvorteile bieten.

Die Digitalisierung hat die Verwaltungen der Unternehmen und ihre Interaktion untereinander vernetzbar gemacht. Aufträge werden heute in der Industrie elektronisch empfangen, angenommen und verarbeitet. Diese externe Vernetzung wirkt sich zunehmend auch auf die Produktion aus. KMUs beobachten solche Entwicklungen intensiv, den Markt überhaupt und besonders, was Kund_innen und Wettbewerber_innen tun. Auf die spezifischen – in den KMUs genutzten – technologischen Pfade nehmen machtvolle Akteur_innen (Kunden, Monopolisten, Anlagenhersteller, ...) Einfluss. KMUs können sich dabei von größeren Unternehmen unterscheiden (vgl. acatech 2016, S. 5): Für sie ist offenbar die Folgenabschätzung von Investitionen in Digitaltechnik (deren Implikationen ja wesentlich von der Konfiguration des Produkts abhängen und daher sehr komplex sind) ein größeres Problem, da man stärker von Kundenvorgaben abhängig ist und weniger Ressourcen zur Verfügung hat.

In dieser Hinsicht scheint die Anpassung und Konfiguration von Mehrzweck-Mehrbenutzer-Anwendungen²³ für KMUs schwierig zu sein²⁴, offenbar eben gerade auch, weil deren Funktionalität nicht – wie bei materiellen Technologien – mit dem Produkt selbst bereits vollständig mitgegeben ist. Die Probleme der Konfiguration und Einbettung digitaler Anwendungen müssen dabei keineswegs ausschließlich auf mangelnden Kompetenzen der KMUs gründen: die in ERP-Systemen „verwendeten kaufmännischen Modelle und planerischen Prozesse basieren nahezu ausnahmslos auf dem Gedanken der zentralen Planung, Erfassung und Kontrolle aller materiellen und immateriellen Abläufe“ und sind damit zu „deterministisch“ (Spath et al. 2015, S. 104).

In einem der untersuchten Unternehmen wurde das Automatisierungswerkzeug MES eingeführt – aber nicht zur Automatisierung, sondern zur Eingabe von Produktionsdaten ohne Doppelarbeit. In einem anderen Unternehmen wurde ein *De-facto*-Anschluss der Produktion an das ERP-System so gestaltet, dass es einem teilautonomen Team von Vorarbeiter_innen und nicht der Automatisierung diene. Wieder ein anderes Unternehmen wollte durch Implementierung eines ERP-Systems eine Art automatisierter Produktionsüberwachung einführen, ist davon aber wieder abgekommen. Die Beispiele zeigen die Komplexität der Veränderungen und die Schwierigkeit der Unternehmen, sie zu kommunizieren und zu bewältigen.

Eindeutig scheint, dass es bei der jüngsten Digitalisierung in den von uns untersuchten KMUs nicht um Vollautomatisierung ging, sondern um evolutionäre Verbesserungen der Arbeitsorganisation. Das schließt langfristige Änderungen nicht aus, aber auch die Mitarbeiter_innen der von uns untersuchten Unternehmen schienen die Digitalisierung eher als Modernisierung von Arbeitsplätzen denn als deren Ersetzung zu sehen. Anlagenführer_innen waren typischerweise zur Bedienung verschiedener Anlagen qualifiziert und konnten schon dadurch den Unternehmen in Problemsituationen Flexibilität sichern; Maschinen (etwa Roboter) könnten – wenn überhaupt – solche Multifunktionalität nur dann übernehmen, wenn man extrem einsetzflexible (und damit teure) wählen würde.

²³ Ein Hammer ist zum Hämmern da - bei Mehrzweck-Anwendungen ist ein entsprechender Zweck nicht so einfach zu bestimmen: Das gleiche Produkt kann unterschiedlich konfiguriert werden, unterschiedliche Produkte ähnlich. Mehrbenutzer-Anwendungen werden nicht nur von einer Person bedient, sondern mehrere Nutzer_innen können sie – unterschiedlich und ggf. komplementär – nutzen. (*Groupware* beispielsweise erlaubt so die Interaktion von Nutzergemeinschaften.) ERP-Systeme organisieren die Planung betrieblicher Ressourcen, die dafür (möglichst dynamisch) in Datenform erfasst und allen in irgendeiner Weise mit Planung Befassten in einer für sie geeigneten Form repräsentiert werden müssen; diese müssen die Daten rollenspezifisch ggf. auch verändern können. Doch da zwar jedes Unternehmen Ressourcen verarbeitet, das jedoch in jedem Unternehmen anders geschieht, muss ein solches System (bei sich verändernden Geschäftspraktiken: fortwährend) angepasst und organisational eingebettet werden. Dass die Komplexität der Konfiguration bei der Verbindung einer Pluralität möglicher Nutzer_innen mit einer möglicher Funktionen (also bei Mehrzweck-/Mehrbenutzeranwendungen) gewaltig anwächst, versteht sich von selbst.

²⁴ Das könnte entsprechende Wirkungen auch bei KMUs des Dienstleistungsbereichs erklären (vgl. Arntz et al. 2018).

All das kann in großen Unternehmen ganz anders aussehen, in denen aufgrund der hohen Stückzahlen selbst kleinste Einsparmöglichkeiten lohnend erscheinen können (vgl. Ford 2015). In den von uns untersuchten kleinen Betrieben haben die Anlagenführer_innen hingegen teilweise Aufgaben des Qualitätsmanagements, der Arbeitsvorbereitung oder zusätzlicher Dienstleistungen übernommen; ihre Arbeitsplätze wurden nicht tayloristisch immer weiter spezialisiert. Die Belegschaft wurde zu halten versucht und es fanden sich hier auch viele einfach qualifizierte Beschäftigte – was uns als ein wichtiges Argument erscheint, kleine Unternehmen nicht zu übersehen oder als zweitklassig misszuverstehen: Hinsichtlich ihrer Beschäftigungs- und Integrationseffekte sind sie eher vorbildlich.

Die Einschätzung der Implikationen von Digitaltechnik kann schon dadurch schwierig sein, dass man sie als schrittweise erfolgende Verbesserung der bestehenden Verwaltung oder als generisches neues System beschreiben (und angehen) kann. Dass am Ende eher die Konfiguration des Systems und weniger das System selbst zählt, macht das Verständnis der Problematik für die Unternehmen offenbar nicht leichter. Mit anderen Worten: Wenn die Anpassbarkeit von Software – die einen zentralen Vorteil von Softwareprodukten für KMUs ausmacht, da sie gerade volatile und kleinskalige Produktionen flexibel unterstützen könnte – nicht groß genug ist oder nicht auf die nötige organisationale Innovationsfähigkeit trifft, sie zugunsten der eigenen Erfordernisse auszugestalten, wird aus einer Chance ein Problem. (Bei adaptiven Systemen „agiert“ ja ein Algorithmus statt eines Menschen: daher ist ihre Einführung noch voraussetzungsreicher und damit riskanter als bei sonstigen Systemen).

Auffallend war bei unseren Interviews, dass alle Gesprächspartner_innen Smartphones nutzten. Es gab immer noch Selbstabgrenzungen gegenüber ‚Nerds‘ oder ‚Digital Natives‘ (die jungen Leute können das ja viel besser‘ o.ä.), aber dies bei Geschäftsleitungen und Mitarbeiter_innen gleichermaßen: In den meisten Fällen neigten alle Gesprächspartner_innen dazu, eigene Probleme mit Computernutzung eher klein zu reden. Offensichtlich gehören etwa Erfahrungen im Umgang mit grafischen Benutzeroberflächen oder der Maus inzwischen zur alltäglichen Lebenswelt der meisten Menschen in Deutschland. Es scheint zudem, dass insbesondere einige Mitarbeiter_innen, die wirtschaftliche Probleme ihrer Unternehmen erlebt haben, Investitionen in digitale Technologien eher als Sicherung denn als Bedrohung ihrer Arbeitsplätze wahrnahmen.

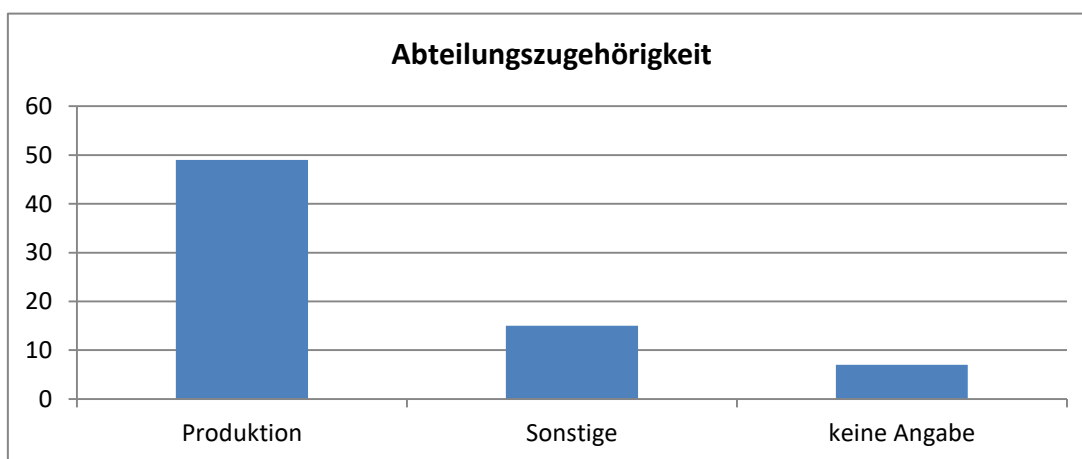
4.2 Ergebnisse der Befragung

Die Befragten berichteten über diverse digitale Anwendungen in ihren Betrieben und sahen das Thema *Digitalisierung* generell als sehr wichtig an. Die Bereitschaft, eine fragebogengestützte Befragung aller Mitarbeiter_innen zu diesem Thema durchzuführen, war in vielen der von uns kontaktierten Unternehmen jedoch eher gering. Das hatte möglicherweise auch damit zu tun, dass zum Zeitpunkt unserer Empirie eine Vielzahl von Befragungen in Betrieben durchgeführt wurde (das berichteten uns jedenfalls viele der kontaktierten Betriebe). Wir mussten unsere

Zielgruppe über die (kleinen) Unternehmen ansprechen um sicher zu stellen, dass sie in unserem Fokus lagen.

So erforderte es einige Mühen des Projektteams, 4 KMUs zur Beteiligung an der Befragung zu motivieren und den Rücklauf von 71 Fragebögen zu erreichen. Die Zahl der Befragten mag gering erscheinen und schränkt die Repräsentativität der Ergebnisse stark ein. Unter den Befragten fanden sich Mitarbeiter_innen aus allen Bereichen; der Schwerpunkt lag – entsprechend ihres Anteils an der Gesamtbelegschaft – bei Mitarbeiter_innen der Produktion (vgl. Abb. 4). Unabhängig von der begrenzten Repräsentativität der absoluten Ergebnisse, zeigen diese jedoch relationale Tendenzen auf.

Abbildung 4: Abteilungszugehörigkeit der Befragten



So ergaben unsere Fragen nach Erfahrungen und Erwartungen hinsichtlich der Digitalisierung ganz unterschiedliche Ergebnisse, je nach den möglichen Wirkungen, die erfragt wurden – was darauf hindeutet, dass die Antworten durchaus überlegt und nicht etwa schematisch eingetragen wurden. Eine rein willkürliche Beantwortung hätte nur „Rauschen“ erbracht, eine Gleichverteilung der Ergebnisse. Vor einem Frage-relationalen Hintergrund aus ist weniger die absolute Höhe der Zustimmung zu einer Frage, als die unterschiedlichen Abweichungen vom ‚Rauschen‘ interessant: Fragen, deren Beantwortung am stärksten vom Mittelwert abweichen.

In solch relationalem Sinne ist besonders auffällig, dass die Arbeit nach Digitalisierung nicht als ‚ruhiger‘ empfunden wird. Dem entspricht, dass die Arbeit nachher offenbar eher als ‚anspruchsvoller‘ erfahren wurde (die zweitgrößte positive Abweichung vom Rauschen). Offenbar wird Digitalisierung als Beitrag zu einer eher ‚interessanteren‘ Arbeit gesehen (während sowohl die negative Einschätzung als ‚belastender‘ als auch die positive als ‚unterhaltsamer‘ weniger häufig benannt werden). Bei aller Vorsicht angesichts der kleinen Stichprobe scheint Digitalisierung tendenziell eher als zwar nicht gerade gefeierte, aber doch geschätzte Herausforderung gesehen zu werden.

Interessant erscheint auch, dass Digitalisierung kaum mit ‚kommunikativ‘ in Verbindung gebracht wird (das würde bei Mitarbeitern aus einer Verwaltung, in der die Digitalisierung oft neue Kommunikationsmedien und -Anlässe mit sich bringt, möglicherweise anders beantwortet): in der Produktion finden sich jedoch meist Einzelwerkzeuge und Informationssysteme, die den Nutzer_innen Vorgaben oder Assistenz bieten, aber oft nur wenig Möglichkeit zum Feedback einräumen. (Die Antwortmöglichkeit ‚zerteilter‘ bezieht sich auf die Frage, ob die Digitalisierung die Arbeitsabläufe tendenziell mehr fragmentiert hat oder nicht; die Frage nach der Sicherheit der Arbeit war nicht weiter spezifiziert, konnte daher sowohl im Hinblick auf Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit als auch auf Arbeitsplatzsicherheit verstanden werden).

Abbildung 5: Erfahrungen mit Digitalisierung

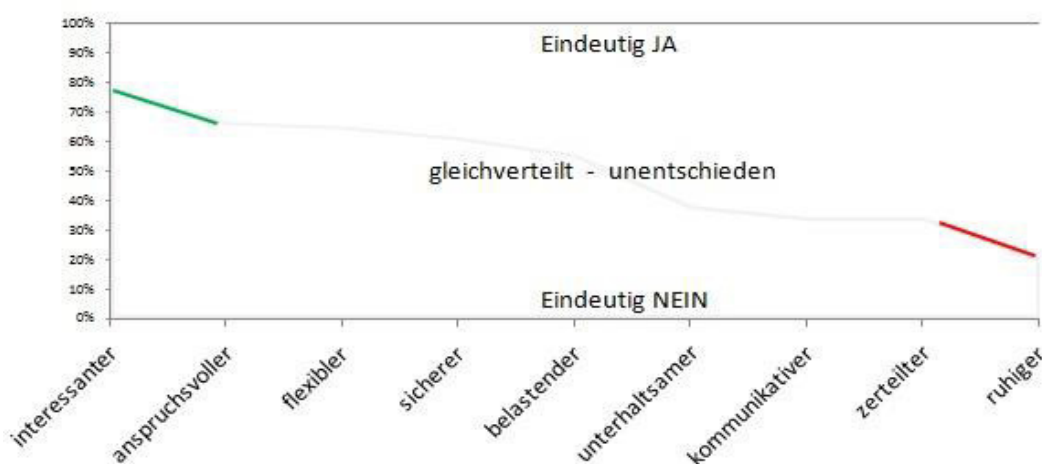


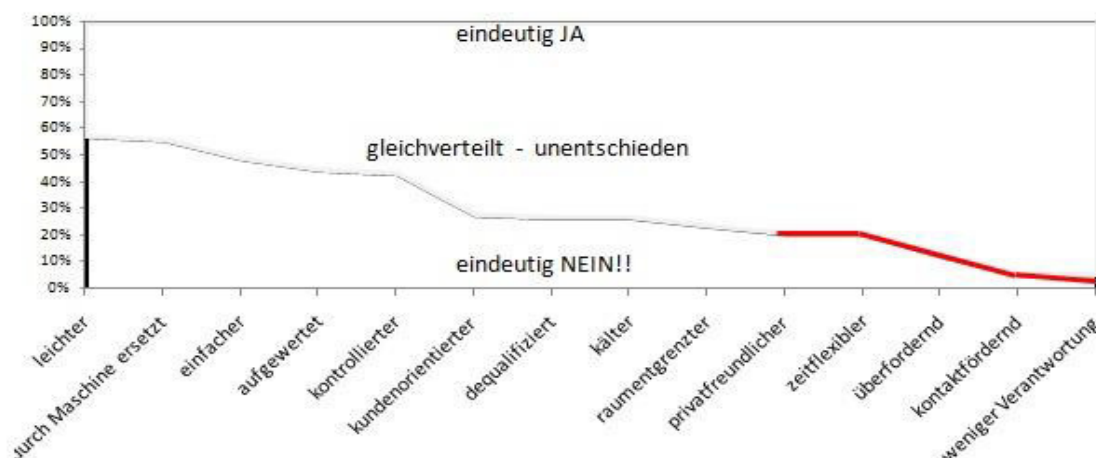
Abbildung 6 bezieht sich nicht auf Erfahrungen, sondern adressiert die Erwartungen hinsichtlich der Wirkung von *Industrie 4.0*. ‚Zeitflexibler‘ bezeichnet dabei die Erwartung, dass *Industrie 4.0* eine Flexibilisierung der Arbeitszeit hervorbringt.

Es ist besonders auffällig, was nicht erwartet wird: So sehen die Beschäftigten weder verstärkten Kundenbezug noch eine ‚kältere‘ Arbeitsumgebung aufkommen, auch kaum Veränderungen der Rolle des Betriebs für die Arbeit im Hinblick auf Arbeitsort, -zeit und Freizeit.²⁵ Eine Dequalifizierung wird kaum befürchtet, auch weil offenkundig im Gegenteil am stärksten eine zunehmende Verantwortlichkeit der Arbeit erwartet wird (die auch hier nicht mit verstärkter Kommunikation verbunden wird).

Es zeigt sich eine eher positive Einschätzung und eine eher geringe Tendenz, sich durch Technik überfordert zu sehen (vgl. Pfeiffer et al. 2016). Es scheint, als werde Digitalisierung als zu bewältigende, aber anspruchsvolle Zusatzherausforderung eingeschätzt.

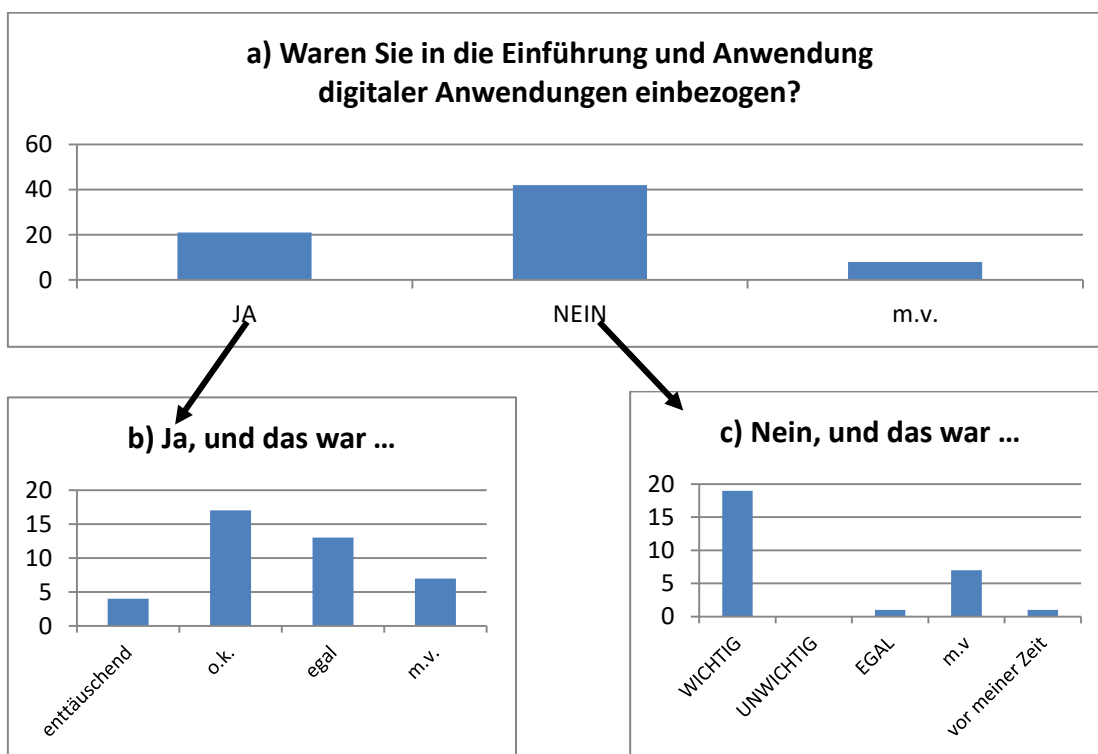
²⁵ ‚Privatfreundlicher‘ steht dabei für die Erwartung, dass sich durch Industrie 4.0 die Verbindbarkeit von Beruf und Familie verbessern könnte, ‚raumentgrenzter‘ dafür, dass die Arbeit ‚den Ort des Betriebs verlassen‘ könnte.

Abbildung 6: Erwartungen an *Industrie 4.0*



Gefragt wurde auch danach, ob die Beschäftigten in der Vergangenheit in die Planung und Einführung von digitalen Anwendungen einbezogen wurden. Abbildung 7 zeigt hier diesbezüglich einen niedrigen Wert (der auch erklärt, warum die Mehrheit der Befragten bei einer anderen Frage angab, nicht zu wissen, was hinsichtlich der Digitalisierung in ihrem Betrieb künftig geplant ist). Wir haben die Geschäftsführungen in den Zukunftswerkshops darauf hingewiesen, denn es zeigte sich ja, dass Nichtbeteiligung eher mit verstärkter Gleichgültigkeit korreliert, Beteiligung hingegen zur Förderung des Engagements der Beteiligten: Eine Politik der Geheimniskrämerei gegenüber Mitarbeiter_innen ist nicht nur unnötig, sondern auch kontraproduktiv.

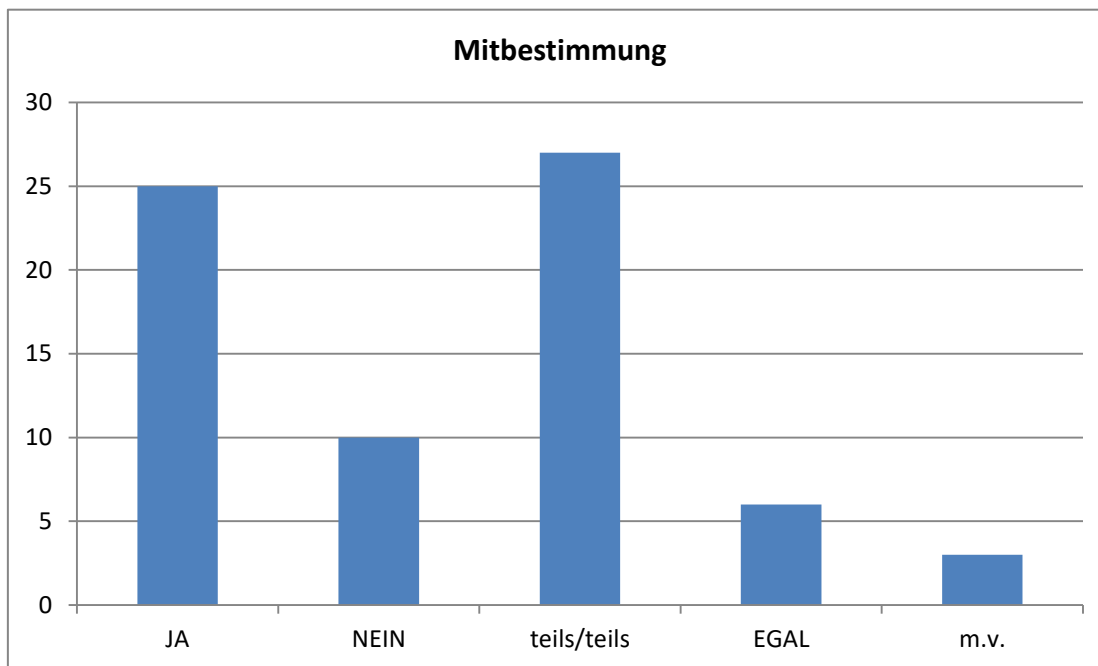
Abbildung 7: Beteiligung stärkt Interesse, Nichtbeteiligung Gleichgültigkeit



„m.v.“ steht für „missing value“ (freigelassenes Feld).

Ein ambivalentes Bild ergab die Frage nach einem Wunsch nach mehr Beteiligung an der Gestaltung der eigenen Arbeit (vgl. Abb. 8).

Abbildung 8: Wunsch nach Mitbestimmung

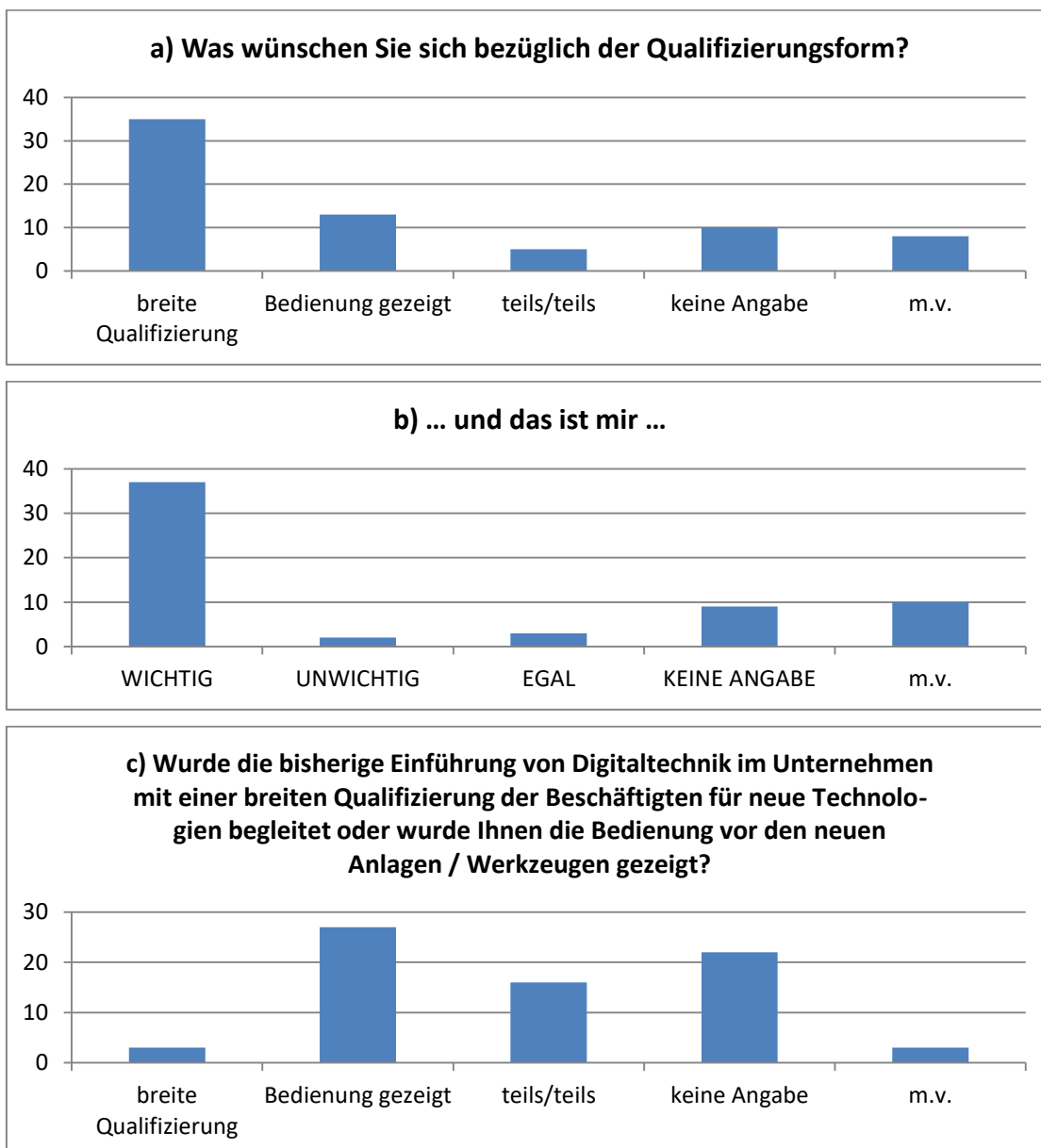


Es fällt auf, dass weit mehr Befragte mit ‚nein‘, ‚egal‘ oder ‚teils/teils‘ antworteten als mit ‚ja‘. Das legt den Gedanken nahe, dass die meist als sehr gut beschriebene Unternehmenskultur nicht immer in gleichem Maße als faktisch partizipativ erlebt werden könnte. Entsprechende Nachfragen in den Interviews zeigten diesbezüglich tatsächlich zwei Typen von Negativerfahrungen, die hierbei wohl eine Rolle gespielt haben könnten: Der erste markiert Enttäuschung angesichts der Erwartung, dass mitgestaltete Entscheidungen am Ende auch so umgesetzt werden wie abgesprochen, der zweite das Gefühl, dass auch Beteiligung die Arbeit weiter intensivieren kann, z.B. wenn nicht die notwendigen Zeitressourcen dafür zugestanden werden. Derartige Erfahrungen könnten hinter dem hohen Anteil von ‚teils/teils‘ stehen.

Trotz des sehr guten Betriebsklimas in den von uns untersuchten Unternehmen und ihrer Bemühungen um Organisationsentwicklung und Beteiligungsorientierung ist hinsichtlich der letzteren Punkte offenkundig teilweise noch deutlich Luft nach oben. Als wir dies auf den Zukunftswerkshops den Betrieben zurückspegelten, war das den dort anwesenden Manager_innen z.T. so nicht immer so klar gewesen; man zeigte sich aber bereit, die Beteiligung längerfristig weiter zu stärken.

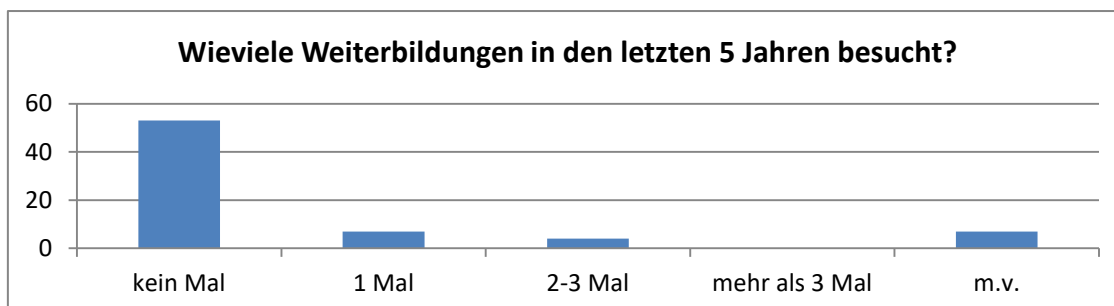
Abbildung 9 thematisiert die Thematik der Qualifizierung. Es zeigt sich dabei, dass die Beschäftigten ein sehr großes Interesse an einer breiten Qualifizierung haben, aber oft nur die Bedienung der Software im Regelproduktionsbetrieb gezeigt bekommen.

Abbildung 9: Qualifizierung



Dieser ernüchternde Befund wird noch verstärkt, wenn man sich die Antworten auf die Frage ansieht, welche Weiterbildungen in den letzten 5 Jahren besucht wurden. Das Ergebnis zeigt Abbildung 10.

Abbildung 10: Weiterbildungen in den letzten 5 Jahren



Zusammenfassend kann man zum Thema Weiterbildung also sagen, dass das Thema zwar inzwischen sowohl bei den Beschäftigten wie auch bei den Geschäftsführungen angekommen ist, die Umsetzung jedoch noch vielfach alles andere als zufriedenstellend ist.

4.3 Gesamtergebnisse

Wenn wir die Ergebnisse hinsichtlich der in Kapitel 1.4 aufgelisteten Forschungsfragen betrachten, so richtet sich die erste Frage auf die **Technik**, die in den untersuchten, eher kleinen metallbearbeitenden NRW-Unternehmen aktuell eingeführt wird. Die Unternehmen zeigten sich diesbezüglich schon stark durch Digitaltechnik geprägt, vor allem im Verwaltungsbereich. In allen untersuchten Unternehmen waren in der Verwaltung ERP-Systeme eingeführt worden, die eine betriebliche Datenintegration organisieren sollten (Papiernutzung und Medienbrüche aber nicht immer vollständig überwinden). Ein MES-System, das mit den ERP-Daten – gemäß des engen Industrie-4.0-Verständnisses – die Adaptivität der Produktion stärken sollte, fand sich nur in einem KMU: Aber auch hier wurde es nicht zu diesem Zweck (auch nicht zur Automatisierung), sondern zur Vermeidung von Doppelarbeit bei der Dateneingabe eingeführt. Die Vernetzung der Produktionsanlagen wäre aktuell in den meisten Anlagen der von uns untersuchten Unternehmen gar nicht möglich, da diese nicht über geeignete Steuerungen verfügen. Aus diesem Grund wird allerdings auf Vernetzbarkeit bei entsprechenden Neuanschaffungen geachtet.

Digitaltechnik kann eingesetzt werden, um menschliche Arbeit zu automatisieren (ersetzen), aber auch, um ihr zu assistieren. Dies hängt von den einzelnen Anwendungen ab – aber nicht bloß von der Technik: Selbst Roboter – bei denen ja schon ihre Bezeichnung auf die literarische Dystopie einer Ersetzung von Menschen durch Maschinen zurückgeht – müssen keineswegs primär arbeitsplatzersetzend wirken (vgl. BMWI 2014; Freeman 2015). Auch in einem der untersuchten KMUs wurde ein Roboter gekauft, der zur Beschickung der Produktionsanlage eingesetzt wird, um diese auch an Wochenenden laufen lassen zu können. Dafür Personal einzu-

stellen, wäre angesichts möglicher Auftragsrückgänge riskant und angesichts des aktuellen Fachkräftemangels schwierig gewesen. Der Roboter wurde angeschafft, um auf außergewöhnliche Belastungsspitzen reagieren zu können, und nicht, um bestehendes Personal zu substituieren²⁶.

Roboter, 3D-Drucker, selbstnachfüllende Konsignationslager, Barcodelesegeräte, Datenbrillen und ähnliche High-Tech-Ausrüstung sind heute auch für KMUs nicht mehr unerreichbar. Das Problem besteht darin, dass die Bedienung der Anlagen in die Unternehmenskultur eingebettet werden muss und die Investitionen eine schnelle Amortisation erfordern (KMUs haben typischerweise keine großen finanziellen Ressourcen). Damit ist eine gute Kapazitätsauslastung unbedingt erforderlich: Was sich bei 100%iger Auslastung lohnen würde, rechnet sich unterhalb der Vollausslastung schnell nicht mehr. Naheliegen würde daher eine Art genossenschaftlich nutzbarer Maschinenparks bei technischen Anlagen, die von einer KMU allein nicht ausgelastet werden könnte (3D-Drucker o.ä.). Das aber widerspricht der Kooperationsaversion der Unternehmen.

Adaptive Systeme gemäß des engen *Industrie 4.0*-Verständnisses fanden sich nur in Form eines Konsignationsschranks eines Werkzeugherstellers, die entnommenes Werkzeug selbst automatisch nachbestellten. Versuche des Einsatzes von *cyber-physical systems* (Barcodes) hat es einige gegeben. Deren Einführung und Nutzung zeigte sich jedoch als oft weit komplexer als von den Akteur_innen ursprünglich erwartet, weil die dafür zu realisierende simultane Simulation die allgemeine Modellierung einer situierten soziotechnischen Realität erfordert, in der erst die kontingente Artikulationsarbeit (Strauss 1993, vgl. Schmitt & Simone 1996) – sprich: fortwährendes Eingreifen - der Akteur_innen relativ stabile Prozesse ermöglicht; ein Unternehmen war aufgrund entsprechender Schwierigkeiten bei der Einführung von Barcode-gestützten Systemen von seinen Plänen wieder abgegangen. In allen Unternehmen wurde jedoch massiv an verbesserter Sensorik gearbeitet. Diese wurde nicht zur synchronen Simulation der Produktion oder deren Vollautomatisierung genutzt, sondern zur Verbesserung der Qualitätssicherung.

Hinsichtlich notwendiger **Qualifikationen** differenziert die Literatur (van Dijk 2012) zwischen allgemeinen, spezifischen und strategischen Kompetenzen, wir zudem noch zwischen individuellen und organisationalen. Weitere Differenzierungen der Literatur (vgl. BMBF 2014, S. 23) sind ‚in der Arbeitszeit?‘ vs. ‚vom Betrieb bezahlt?‘ sowie ‚betriebliche‘ vs. ‚individuell-berufsbezogene Weiterbildung‘ und ‚nicht berufsbezogene Qualifizierung‘.

Unsere empirische Forschung hat ergeben, dass offenbar sehr viele Beschäftigte in den untersuchten KMUs gerne mehr (bzw.: überhaupt eine) Weiterbildung machen würden, auch die älteren. Die Bedeutung der Weiterqualifizierung wurde auch von den Unternehmensführungen als sehr wichtig anerkannt. Offenbar ist das Thema aber erst in letzter Zeit angekommen;

²⁶ In einem anderen Unternehmen war ein Roboter als Arbeitserleichterung für einen körperlich belasteten älteren Mitarbeiter in Betracht gezogen, aufgrund der enormen Kosten selbst bei einfachen, vollständig repetitiven Funktionalitäten dann aber doch nicht gekauft worden.

jedenfalls haben viele Beschäftigte faktisch noch nie an einer formalen Weiterqualifizierung teilgenommen. Die Grenzen zwischen betrieblicher und individuell-berufsbezogener Weiterbildung sind offenbar fließend; so gibt es beispielsweise Arrangements dergestalt, dass die Firma eine (ungewöhnlich) teure Weiterbildung bezahlt, der bzw. die Arbeitnehmer_in dafür aber Urlaub nehmen müssen.

In der metallbearbeitenden Industrie spielen die Anlagenhersteller in diesem Zusammenhang offenbar eine sehr wichtige und praxisnahe (aber teure) Rolle bei Angeboten zu betrieblicher und individuell-berufsbezogenen Weiterbildungen. Bei der Berufsausbildung entwickeln sich neuartige Formen der zwischenbetrieblichen Kooperation in der Berufsausbildung, durch die z.B. eine Ausbildungswerkstatt geteilt werden kann.

Ansonsten spielen informelle Lernformen wie ‚Über-die-Schulter-Lernen‘ (Mimikry) und Ausprobieren neben Angelerntwerden eine zentrale Rolle. Auf diese Weise – oder durch Hilfe von Kolleg_innen bzw. Familie oder Bekannten in der Freizeit – haben die Mitarbeiter_innen in den von uns untersuchten KMUs viele allgemeine und spezielle Nutzerkompetenzen erworben, haben also überwiegend schon Erfahrungen mit der Nutzung von Digitaltechnik in der einen oder anderen Weise gesammelt. Das Gleiche kann man aber nicht über strategisches Computertwissen²⁷ sagen: Verbreitet sind stattdessen Erfahrungen mit basaler (Normal-) Nutzung von Massenanwendungen, die weder Kompetenzen zur Bewältigung von Nutzungskrisen noch umfassendes Wissen über soziale und technologische Implikationen der Technologie einschließen.

So gilt für die **Wahrnehmung der Veränderungen in der Arbeit**, dass ein eher optimistisches Bild vorherrscht, in dem mögliche eigene Probleme bei der Aneignung von Digitaltechnik eher unterschätzt werden können.

Probleme mit Qualifikationen können bei der Digitalisierung auftreten, wenn die Einführung oder Nutzung von Digitaltechnik nur suboptimal bewältigt wird. Wie oben dargestellt, kann dies einerseits individuelle Fähigkeiten betreffen, aber auch solche der Organisation. Was die individuellen Fähigkeiten betrifft, so werden diese durch zunehmend gebrauchstauglichere Anwendungen tatsächlich verringert, nicht bloß in der Wahrnehmung. Selbstverständlich muss jede neue Anwendung – ggf. sogar Programmversion – erläutert und trainiert werden. Und dabei dürfen die Erfordernisse in Nutzungskrisen nicht außer Acht gelassen werden. Auf der individuellen Seite scheinen digitaltechnische Nutzungsqualifikationen dennoch relativ wenige Probleme zu machen, da entsprechendes Wissen im physischen Werkzeug- bzw. Anlagenkontext von den jeweiligen Herstellern geliefert wird – aus deren eigenem Interesse heraus praxisnah und verständlich.

²⁷ Es geht dabei um die Implikationen bestimmter Computertechnologien und darum, was man mit ihnen wie machen kann.

Bei der Einführung von Digitaltechnik spielen Prozesse der Konfigurierung und Einbettung in betriebliche Kontexte aufgrund der (sicherlich begrüßbaren und ausbaubaren²⁸) Anpassbarkeit der Produkte eine weit größere Rolle als bei anderen Investitionen. Eine sinnvolle Aneignung derartiger Technik unterscheidet sich daher von dem, was Unternehmen bei sonstigen Investitionen unternehmen (Lastenheft erstellen, Angebote prüfen, kaufen, vorführen lassen, nutzen): Digitaltechnik erlaubt den Nutzer_innen oft eine eher ko-konstruktive Rolle. Ist dies zwar eigentlich nur ein Angebot, so kann die Nichtinanspruchnahme den Nutzer_innen jedoch – auf sie nicht angepasste – Strukturen aufzwingen.

Besonders weitreichende Folgen hat fehlende Anpassung an betriebliche Besonderheiten bei den innerbetrieblich kaum abgrenzbaren Mehrzweck-/Mehrbenutzerprodukten, deren Konfiguration und Einbettung gleichzeitig oft weit komplexer ist als gedacht. Als besonders problematisch erwiesen sich mangelhafte Kompetenzen zur Abstimmung der Konfiguration von Digitaltechnik auf organisationale Besonderheiten, ganz zu schweigen von gleichzeitigen strategischen Veränderungen beider: Ein Defizit an Kompetenzen soziotechnischer Selbstorganisation, das jenseits der Grenzen individueller Qualifizierung liegt.

Die Frage **nach aktuellen Zielen der Digitalisierung** in Unternehmen ergab, dass diese in den von uns untersuchten kleinen metallbearbeitenden Unternehmen nicht auf Spezialisierung und Arbeitserlegung („Babbageprinzip“) gerichtet sind. Obwohl es neotayloristisch geprägte Arbeit auch im Gefolge der Digitalisierung gibt (man denke etwa an Callcenter, vgl. Nett et al. 2010), übernahmen in den von uns untersuchten metallverarbeitenden KMU die interviewten Anlagenführer_innen – ganz entgegen dem tayloristischen Paradigma – auch administrative oder logistische Zusatzfunktionen. Zudem fand sich viel Selbstorganisation und „Innovation von unten“²⁹. Zudem scheint es in den KMUs eher unwahrscheinlich zu sein, dass die vorgefundenen nichttayloristischen Strukturen in absehbarer Zeit zugunsten einer Vollautomatisierung der Produktion ersetzt werden.

Ein anderer Punkt sind Personaleinsparungen bei Managementfunktionen an der Schnittstelle von Verwaltung und Produktion (Qualitätsmanagement, Arbeitsvorbereitung, Logistik etc.) der Art, wie sie Boes et al. 2015 als ‚digitales Fließband‘ und Hirsch-Kreinsen als einen möglichen Schrecken des (Mittel-) Managements beschreiben (vgl. Boes et al. 2015; Hirsch-Kreinsen 2014, S. 425). Dies scheint allerdings eher nicht in den von uns untersuchten kleinen Unternehmen vorzuliegen, wo derartige Rollen oft nur durch eine beschäftigte Person ausgefüllt werden, ja sogar Mehrfachrollen zu finden sind. Es gibt in den kleinen Unternehmen hinsichtlich der Frage,

²⁸ Anpassbarkeit ist (ebenso wenig wie Adaptivität) kein Selbstzweck: Ein Zuviel davon bei einem Programm kann schnell zu Lasten praktischer Gebrauchstauglichkeit gehen, ein Zuwenig ebenso. In der Praxis hat man es bei Programmen i.d.R. mit Kompromissen zu tun; durch ihre ‚Intelligenz‘ können sie stark arbeitserleichternd wirken – solange man den Algorithmen folgt. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass eine unangepasste Digitalisierung die Flexibilität und Effizienz von Organisationen auch massiv gefährden kann.

²⁹ Ob beides wegen oder trotz oder unabhängig von der Digitalisierung der Fall war, ist ebenso schwer zu sagen wie ob dies in größeren Unternehmen anders abläuft – wofür jedoch einiges zu sprechen scheint.

ob Digitalisierung eher auf **Polarisierung oder Aufwertung** herausläuft (vgl. Ittermann et al. 2015, S. 8), Indizien für beides. Angesichts der Komplexität der Wirkzusammenhänge erscheinen uns seriöse Voraussagen, wie sich der Wandel langfristig artikulieren wird, weitgehend unmöglich. Wir haben viele Veränderungen von Arbeitsabläufen vorgefunden; diese sind überwiegend sehr komplex und in ihrer weiteren Entwicklung wenig vorhersehbar (vgl. auch Hoffmann 2018).

Festhalten kann man jedoch, dass ein hohes Maß an Digitalisierung jedenfalls nicht notwendig disruptive Veränderungen nach sich ziehen muss (vgl. Hirsch-Kreinsen 2018, S. 3). Disruptiv kann allerdings die Entwicklung des Möglichkeitsraums der Betriebe verlaufen: Beispielsweise könnte die Implementierung eines MES in Unternehmen 1 langfristig doch einer Vollautomatisierung der Produktion Vorschub leisten, auch wenn diese derzeit gar nicht der Grund der Anschaffung war. Es erweist sich als vorschnell, aus der Implementierung von Technologien, die revolutionäre Veränderungen erlauben, auf solch revolutionäre Veränderungen selbst zu schließen: Während hinter ersterem evolutionäre Prozesse stehen können, könnten revolutionäre Veränderungen ungeplant auch dadurch entstehen, dass man evolutionäre Prozesse vernachlässigt, z.B. weil man vollautomatisierte Technik als moderner oder produktiver als anpassbare betrachtet.

Die Geschäftsleitungen der von uns untersuchten Betriebe neigten dazu, ihre Mitarbeiter_innen an das Unternehmen zu binden – was Ausnahmen und (sogar systematische) Rückgriffe auf Externe bei Arbeitsspitzen nicht ausschloss (und in anderen Kleinunternehmen auch anders sein könnte). Die Interessen von Management und Mitarbeiter_innen sind auch in kleinen Unternehmen nicht immer identisch; aber in den von uns untersuchten Betrieben versuchte man doch, innerhalb ‚roter Linien‘ zu bleiben. Diese Situation unterscheidet sich damit ganz beträchtlich von dem, was man typischerweise als *hire and fire* bezeichnet. Das Kündigen von Mitarbeiter_innen wurde von den interviewten Geschäftsführern als höchst unangenehm, teils sogar als persönliche Niederlage („das Schlimmste überhaupt“) beschrieben. Dies mag ein Stück weit mit der aktuellen Knappheit gelernter Arbeitskräfte in Deutschland zu tun haben; es ist aber offensichtlich auch nicht bloß eine kurzfristige Strategie, die beliebig begonnen und beendet werden könnte: Die Akteur_innen schienen das selbst so zu sehen und zu schätzen.

5 Handlungsempfehlungen

KMUs können Vorteile der Digitalisierung nutzen, wenn sie eigene Probleme und Perspektiven identifizieren und gezielt dafür geeignete technische Infrastrukturen gestalten, am besten beides eng verzahnt, systematisch und langfristig. Doch sowohl ein hinreichendes Verständnis eigener Probleme als auch die darauf angepasste Gestaltung der Infrastrukturen sind keine Selbstverständlichkeiten.

KMUs sind häufig durch persönliche Beziehungen der Mitarbeiter_innen charakterisiert: Mitarbeiter_innen in KMUs sind oft stolz auf das gute Betriebsklima und ihre Fähigkeit, Probleme unmittelbar zu lösen. Doch diese Kompetenzen können dann selbst zum Problem werden, wenn sie als Allheilmittel gesehen werden und systematische Strukturentwicklungen vernachlässigt werden. Neben individuellen Qualifikationen sind daher bei der Digitalisierung auch organisationale sehr wichtig (vgl. Wischmann/Hartmann 2018): insbesondere Fähigkeiten zur Analyse und infrastrukturellen Rahmung der eigenen Organisationsentwicklung. Auch die Forschungsförderung sollte (bei allem Interesse an autonomer Hochtechnologie die Förderung der technologischen Selbstorganisation der Beschäftigten in den Betrieben nicht aus den Augen verlieren, die bei der Aneignung digitaler Innovationen zentral ist.

Bothof/Hartmann stellen die Bedeutung lernförderlicher Arbeitsumgebungen heraus (vgl. Bothof/Hartmann 2015). Neben technologischen Erfordernissen ist aber offenbar auch die unternehmenskulturelle Innovationsfähigkeit (vgl. Apt et al. 2016, S. 69) bei der Gestaltung eigener digitaler Infrastrukturen wichtig. Und offenbar scheitern innovativ gemeinte Maßnahmen in der Praxis mitunter daran, dass die vorliegenden betrieblichen Besonderheiten nicht hinreichend verstanden, kommuniziert und umgesetzt wurden. Entsprechend ist die Gefahr groß, dass durch falsche, technizistische Digitalisierungsmaßnahmen gewachsene Betriebskulturen Partizipation und Vertrauen unwiederbringlich zerstört werden.

Es ist beispielsweise auffällig, dass in den Betrieben selbst elementare Techniken partizipativer Systementwicklung (*participatory design*, PD) unbekannt sind, sogar wenn diese selbst stark beteiligungsorientiert an Eigenentwicklungen arbeiten³⁰. Ihre Verbindung mit betrieblichen Konzepten der Organisationsentwicklung sollten daher gefördert werden, weil z.B. Techniken kooperativer Anforderungserhebung auch beim Kauf oder der Konfiguration von Digitaltechnik – also auch, wenn gar nicht selbst entwickelt werden soll – hilfreich sein können.

Es zeigte sich, dass IT-Expertise in KMUs knapp sein kann. Eine derer Gegenstrategien war, ihre knappe Ressource *IT-Wissen* dadurch optimal zu nutzen, dass sie auf die Lösung der unmittelbarsten IT-Probleme fokussiert wird: die IT-Wartung. Das aber verstärkt tendenziell noch die

³⁰ Das gilt z.B. auch für lang bewährte partizipative Techniken des *requirements engineering* wie *mock-ups* (vgl. Kyng 1995) oder *szenariobasiertes Entwickeln* (vgl. Carroll 1995), um nur zwei zu nennen. Derartige Ansätze könnten helfen, betriebliche Anforderungen präziser verstehen und artikulieren zu können; ihre Verbindung mit betrieblichen Konzepten der Organisationsentwicklung kann hilfreich sein.

Abkopplung der IT-Expertise von der sonstigen Organisation. Die fortschreitende – nicht selten als Zwang erlebte – Digitalisierung mit eigener Organisationsentwicklung zu verbinden, ist aber schwer für KMUs. Wichtig wäre daher, Mitarbeiter_innen, die sich auch mit IT auskennen, in alle infrastrukturell bedeutsamen Diskussions- und Planungsgremien zu integrieren – was entsprechende Mängel noch deutlicher hervortreten lassen würde.

Bei den erforderlichen individuellen Qualifizierungserfordernissen sind langfristige Bedarfe sehr schwer abzuschätzen. Sinnvoll ist daher, die Vermittlung von Spezialqualifikationen mit der von Überblickswissen zu verbinden. Gebraucht werden Menschen, die die Anforderungen der Softwarenutzung in sich entwickelnden organisationalen Kontexten verstehen und sich an ihrer Mitgestaltung und Implementierung beteiligen können. Überblickswissen sowie soziale (Teamfähigkeit) und metakognitive Kompetenzen sollten massiv gefördert werden (also Fähigkeiten, jenseits eigener disziplinärer Grenzen denken und kommunizieren zu können, vgl. acatech 2013).

Bei Zertifikaten ist wichtig, dass sie auf dem Markt anerkannt sind (vgl. Baethge et al. 2013): In den von uns untersuchten metallbearbeitenden Unternehmen spielten diesbezüglich die Angebote der Anlagenhersteller eine zentrale, offenbar positive Rolle, die aufgrund der Verbindung von praxisnahen Tipps und Überblickswissen (z.B. zu Entwicklungen bei CAD-CAM) hochgeschätzt sind. Gerade kleine Unternehmen, die auf dem Markt wenig sichtbar sein können, können hier bei der Weiterbildung von der Bekanntheit der Anlagenhersteller (und ihrer Zertifikate) profitieren. Probleme sind allerdings die hohen Kosten und die nötigen Freistellungen. Hier könnte man über geeignete Formen der Förderung nachdenken und darüber, wie man Weiterqualifizierung in weniger ausgelasteten Zeiten verstärkt realisieren kann.

Wichtig scheint uns das hohe Maß an ‚Innovationen von unten‘, das wir in den Betrieben vorgefunden haben – das leider nicht immer systematisch in die Gestaltung digitaler Arbeitsumgebungen einfließt, obwohl es eine Bereitschaft zur Beteiligung zu geben scheint. Der DGB (2017) argumentiert hier u.E. plausibel, dass der Einfluss der Beschäftigten bei der Einführung neuer digitalisierter Arbeitsmittel die Chancen für ‚gute Arbeit 4.0‘ verbessern und Risiken verringern kann (vgl. DGB 2017). Wenn von daher eine Ausschöpfung der Potentiale der *Industrie 4.0* zu ‚sozialer Innovation‘ also keineswegs selbstverständlich ist, so ist auch *Industrie 4.0* solange kein Selbstzweck, wie es dem Konzept an einer systematischen Nachhaltigkeitsperspektive fehlt (vgl. Kopp 2016, S. 48).

Wichtig scheint uns daher ein Qualifizierungsverständnis, das neue technologische Potentiale zur Dezentralisierung aktiv als Förderung der technologischen Selbstorganisation der Beschäftigten nutzt. Ein Element davon kann eine neuartige Beteiligungsqualifizierung der Beschäftigten sein, die Gestaltungsimperative der Digitalisierung verdeutlicht, aber auch entsprechende Chancen und Freiräume. Das kann aber nicht im luftleeren Raum, sondern nur in den tatsächlichen industriellen Beziehungen geschehen, in denen daher die Qualifikationen zum organisationalen Lernen so gestärkt werden sollen, dass die institutionalisierten Mitbestimmungsformen

Digitalisierung und ihr Einfluss auf Arbeit und Qualifizierung in kleinen metallbearbeitenden Unternehmen NRW

(vgl. Lins et al. 2018) zur systematischen Erarbeitung je eigener betrieblicher Entwicklungsperspektiven beitragen können.

Literatur

- Acatech (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V.) (2013): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Abschlussbericht, Berlin/Frankfurt am Main: Arbeitskreis Industrie 4.0 Forschungsunion Wirtschaft Wissenschaft.
- Acatech (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V.) (2016): Innovationspotenziale der Mensch-Maschine-Interaktion, München/Berlin: acatech IMPULS.
- Apt, Wenke/Bovenschulte, Marc/Hartmann, Ernst A./Wischmann, Steffen (2016): Foresight-Studie ‚Digitale Arbeitswelt‘ für das Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Berlin: Institut für Innovation und Technik.
- Arnold, Daniel/Butschek, Sebastian/Steffes, Susanne/Müller, Dana (2016): Digitalisierung am Arbeitsplatz. Aktuelle Ergebnisse einer Betriebs- und Beschäftigtenbefragung, Berlin: Monitor.
- Arntz, Melanie/Gregory, Terry/Zierahn, Ulrich (2018): Digitalisierung und die Zukunft der Arbeit. Makroökonomische Auswirkungen auf Beschäftigung, Arbeitslosigkeit und Löhne von morgen, Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.
- Arntz, Melani/Gregory, Terry/Lehmer, Florian/Matthes, Britta/Zierahn, Ulrich (2016): Arbeitswelt 4.0-Stand der Digitalisierung in Deutschland. Dienstleister haben die Nase vorn, Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.
- Autor, David H. (2013): The ‘task approach’ to labor markets. An overview. In: Journal for Labour Market Research 46, Nr. 3, S. 185–199.
- Baethge, Martin/Severing, Eckhard/Weiß, Reinhold (Hrsg.) (2013): Handlungsstrategien für die berufliche Weiterbildung, Bielefeld: wbv.
- Bauer, Wilhelm/Schlund, Sebastian/Machenbach, Dirk/Ganschar, Oliver (2014): Industrie 4.0. Volkswirtschaftliches Potential für Deutschland, Berlin: Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien.
- Bauernhansl, Thomas/Ten Hompel, Michael/Vogel-Heuser, Birgit (Hrsg.) (2014): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration, Wiesbaden: Springer Natur.
- Bellmann, Lutz (2017): IAB-Forschungsbericht. Chancen und Risiken der Digitalisierung für ältere Produktionsarbeiter, Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.
- Bessen, James E. (2016): How Computer Automation Affects Occupations. Technology, Jobs, and Skills, <https://ssrn.com/abstract=2690435> (Zugriff: 23. März2018).

Digitalisierung und ihr Einfluss auf Arbeit und Qualifizierung in kleinen metallbearbeitenden Unternehmen NRWs

- Blien, Uwe/Ludewig, Oliver (2016): Technological progress and (un)employment development, Bonn: IZA Institute of Labor Economics.
- BMAS (Bundesministerium für Arbeit und Soziales) (2016): Monitor Digitalisierung am Arbeitsplatz. Aktuelle Ergebnisse einer Betriebs- und Beschäftigtenbefragung, Berlin: BMAS.
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2014): Weiterbildungsverhalten in Deutschland. Ergebnisse des Adult Education Survey, AES-Trendbericht, Bonn/Berlin: BMBF.
- BMWI (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2014): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Berlin: BMWI.
- Boes, Andreas/Bultemeier, Anja/Gül, Katrin/Kämpf, Tobias/Mars, Kira/Langes, Barbara/Lühr, Thomas/Ziegler, Alexander (2015): Zwischen Empowerment und digitalem Fließband. Das Unternehmen in der digitalen Gesellschaft. In: Sattelberger, Thomas/Welpe, Isabell/Boes, Andreas (Hrsg.): Das demokratische Unternehmen. Neue Arbeits- und Führungskulturen im Zeitalter digitaler Wirtschaft, Freiburg: Haufe, S. 57–73.
- Bonin, Holger/Gregory, Terry/Zierahn, Ulirich (2015): Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland, Mannheim: Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung.
- BCG (2015): Man and Machine in Industry 4.0. How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025?, http://englishbulletin.adapt.it/wp-content/uploads/2015/10/BCG_Man_and_Machine_in_Industry_4_0_Sep_2015_tcm80-197250.pdf (Zugriff: 04. Juni 2018).
- Botthof, Alfons/Hartmann, Ernst A. (2015): Zukunft der Arbeit in der Industrie 4.0, Berlin: Springer Vieweg.
- Brandt, Dietrich/Fuchs-Frohnhofen, Paul (2001): Concept, Implementation and Evaluation of Human-Centered Systems. In: Leondes, Cornelius T. (Hrsg.): Computer-Aided Design, Engineering and Manufacturing. The Design of Manufacturing Systems, Volume V, London/New York: CRC Press, Boca Raton, https://www.researchgate.net/profile/Paul_Fuchs-Frohnhofen/publication/282816173_Concept_Implementation_and_Evaluation_of_Human-Centered_Systems/links/561d287c08aef097132b1b85/Concept-Implementation-and-Evaluation-of-Human-Centered-Systems.pdf (Zugriff 22. Juni 2018).
- Brown, John S./Duguid, Paul (2000): The Social Life of Information, Harvard: Harvard Business Review Press.
- Brzeski, Carsten/Burk, Inga (2015): Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt, Frankfurt: ING DiBa Economic Research.

- BIBB (Bundesinstitut für Berufsbildung – Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, IAB) (2015): Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft, Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.
- Carroll, John M. (1995): Scenario-Based Design. Envisioning work and technology in system development, New York: Wiley.
- Dauth, Wolfgang/Findeisen, Sebastian/Südekum, Jens/Wößner, Nichole (2017): German robots. The impact of industrial robots on workers, Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.
- DGB-Bundesvorstand, Abteilung Frauen, Gleichstellungs- und Familienpolitik (Hrsg.) (2017): Was bedeutet die Digitalisierung der Arbeitswelt für die Arbeitswelt von Frauen? Eine Beschäftigtenumfrage, Berlin: DGB.
- Dengler, Katharina/Matthes, Britta (2015): Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. In kaum einem Beruf ist der Mensch vollständig ersetzbar, Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.
- Dengler, Katharina/Matthes, Britta (2018): Substituierbarkeitspotenziale von Berufen. Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt, Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.
- Falkenberg, Jonathan (2018): Mobile Kontrolleure. Eine arbeitssoziologische Analyse digitaler Assistenzsysteme in der Logistik 4.0. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Karacic, Anemari (Hrsg.): Logistkarbeit in der digitalen Wertschöpfung. Perspektiven und Herausforderungen für Arbeit durch technologische Herausforderungen, Düsseldorf: Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung, S. 37-56.
- Federal Ministry of Labour and Social Affairs (Hrsg.) (2015): Green paper. Re-imagining Work, Work 4.0, Berlin.
- Fiorina, Carly (2000): The transformation accelerates. CTEA Convergence, http://www.hp.com/hpinfo/execteam/speeches/fiorina/ceo_ctea_00.html (Zugriff: 23. März 2018).
- Ford, Martin R. (2015): Aufstieg der Roboter. Wie unsere Arbeitswelt gerade auf den Kopf gestellt wird – und wie wir darauf reagieren müssen, Kulmbach: Plassen Verlag.
- Freeman, Richard (2015): Who owns the robots rules the world. Workers can benefit from technology that substitutes robots or other machines for their work by owning part of the capital that replaces them, IZA World of Labor, <http://wol.iza.org/articles/who-owns-the-robots-rules-the-world/long> (Zugriff 23. März 2018).
- Frey, Carl B./Osborne, Michael A. (2013): The Future of Employment. How susceptible are Jobs to Computerization? Oxford: Martin School Working Papers.

- Gassmann, Oliver/Enkel, Ellen (2006): Open Innovation. Die Öffnung des Innovationsprozesses erhöht das Innovationspotential. In: zfo 3/2006, S. 132–138.
- Hacker, Winfried (1986): Allgemeine Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten, Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Hermann, Mario/Pentek, Tobias/Otto, Boris (2016): Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. In: 2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), <https://ieeexplore.ieee.org/document/7427673/> (Zugriff: 23. März 2018).
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2018): Arbeit 4.0. Pfadabhängigkeit statt Disruption. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Weyer, Johannes/Wilkesmann, Maximiliane (Hrsg.): Soziologisches Arbeitspapier Nr. 52/2018, Dortmund: Technische Universität Dortmund, http://www.neue-industriearbeit.de/fileadmin/templates/publikationen/20160616---Hirsch-Kreinsen_2016_Industrie-4_0-als-Technologieversprechen.pdf (Zugriff 22. Juni 2018).
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Ittermann, Peter/Niehaus, Jonathan/ten Hompel, Michael/Dregger, Johannes/Mättig, Benedict/Kirks, Thomas (o.J.): Digitalisierung von Industriearbeit. Forschungsstand und Entwicklungsperspektiven, Dortmund/Frankfurt: Projektgruppe Social Manufacturing and Logistics TU Dortmund.
- Hoffmann, Thomas (2018): Die Digitalisierung im Mittelstand. Auswirkungen auf Personal und Personalarbeit, RWK Rationalisierungszentrum der deutschen Industrie, Eschborn: Rationalisierungs- und Innovationszentrum.
- Ittermann, Peter/Niehaus, Jonathan/Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2015): Arbeiten in der Industrie 4.0. Trendbestimmungen und arbeitspolitische Handlungsfelder, Nr. 308, Düsseldorf: Hans-Boeckler-Stiftung.
- Kletti, Jürgen (o.J.): Quo Vadis MES? [http://files.messe.de/abstracts/57649_MESTagung2014_04JKMesseAG_\[Schreibgeschue.pdf](http://files.messe.de/abstracts/57649_MESTagung2014_04JKMesseAG_[Schreibgeschue.pdf) (Zugriff 22. Juni 2018).
- Kopp, Ralf (2016): Industrie 4.0 und soziale Innovation. Fremde oder Freunde?, Düsseldorf: Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung (Hrsg.), http://www.fgw-nrw.de/fileadmin/user_upload/FGW-Studie-I40-02-A2-Kopp-komplett-Web.pdf (Zugriff: 23. März 2018).
- Kyng, Morten (1995): Making Representations Work. In: Communications of the ACM 38, Nr. 9, S. 46-55.
- Lewin, Kurt (1946): Action Research and Minority Groups. Journal of Social Issues 2, Nr. 4, S. 34-46.

- Lilley, Samuel (1973): Technischer Fortschritt und die Industrielle Revolution 1700-1914. In: Cipolla, Carlo M./Borchardt, Knut (Hrsg.): Europäische Wirtschaftsgeschichte, Bd. 3, Stuttgart/New York (deutsche Ausgabe): Gustav Fischer Verlag.
- Lins, Dominik/Ruhe, Arne-Hendrik/Bicer, Enis/Schäfer, Marvin/Palomo, Marc Esteban/Filipiak, Kathrin/Niewert, Claudia/Kreimeier, Dieter/Welling, Stefan/Wannöfel, Manfred (2018): Industrie 4.0 – Mitbestimmen, mitgestalten. Explorative Untersuchung von Mitarbeiteranforderungen an die Gestaltung von Industrie 4.0 Szenarien (IMit²), Düsseldorf: Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung, <http://www.fgw-nrw.de/publikationen/publikationen-des-fgw/publikationen-des-fgw-studien/news/industrie-40-mitbestimmen-mitgestalten-explorative-untersuchung-von-mitarbeiteranforderungen-a.html> (Zugriff: 23. März 2018).
- Maier, Tobias/Zika, Gerd/Wolter, Marc I./Kalinowski, Michael/Helmrich, Robert (2016): Die Bevölkerung wächst. Engpässe bei fachlichen Tätigkeiten bleiben aber dennoch bestehen, BIBB-Report 3/2016, https://www.bibb.de/dokumente/pdf/a14_BIBBreport_2014_23.pdf (Zugriff: 23. März 2018).
- Möller, Joachim (2015): Verheißung oder Bedrohung? Die Arbeitsmarktwirkungen einer vierten industriellen Revolution, IAB-Diskussionspapier 18, Nürnberg: IAB.
- Nett, Bernhard/Boden, Alexander/Müller, Claudia (2008): Business Ethnography als ethnografische Gestaltungsperspektive. In: Windmüller, Sonja/Binder, Beate/Hengartner, Thomas (Hrsg.): Kultur-Forschung. Studien zur Alltagskulturforschung, Bd.6, Münster: LIT, S. 111-131.
- Nett, Bernhard/Rohde, Markus/Wulf, Volker (2010): Work. Vertical Domain Report. In: University of Siegen and others (Hrsg.): Study on the Social Impact of ICT, Topic Report 3, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/digital-agenda-investment-digital-economy-holds-key-europes-future-prosperity-says-commission> (Zugriff: 23. März 2018).
- Nett, Bernhard/Stevens, Gunnar (2009): Business Ethnography. Aktionsforschung als Beitrag zu einer reflexiven Technikgestaltung. In: Becker, Jörg/König, Wolfgang/Schütte, Reinhard (Hrsg.): Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik, Heidelberg: Physica, S. 48-68.
- Oerder, Katharina/Behrend, Clara/Stokic, Julijana (2018): Betriebsrat 4.0. Digitalisierung aus Sicht der Betriebsräte und deren Potential als Gestalter der digitalen Arbeitswelt in NRW, Düsseldorf: Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung (FGW), http://www.fgw-nrw.de/fileadmin/user_upload/Impuls-I40-07-Oerder-web.pdf(Zugriff: 23. März 2018).
- Pfeiffer, Sabine (2015): Industrie 4.0 und die Digitalisierung der Produktion. Hype oder Megatrend? In: Aus Politik und Zeitgeschichte 07/2015, S. 6–12.

- Pfeiffer, Sabine/Suphan, Anne/Zirnic, Christopher/Kostadinova, Denitsa (2016): Die digitale Arbeitswelt in Nordrhein-Westfalen heute. Eine deskriptive Untersuchung aus Sicht der Beschäftigten, Düsseldorf: Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung, http://www.fgw-nrw.de/fileadmin/user_upload/Impuls-I40-01-A3-Web.pdf (Zugriff: 23. März 2018).
- Röben, Peter (2017): Eine Revolution mit Ankündigung. In: Spöttl, Georg/Windelband, Lars (Hrsg.): Industrie 4.0. Risiken und Chancen für die Berufsbildung, Bielefeld: wbv, S. 23-47.
- Rüßmann, Michael/Lorenz, Markus/Gerbert, Philipp/Waldner, Manuela/Justus, Jan/Engel, Pascal/Harnisch, Michael (2015): Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries, <https://www.zvw.de/media.media.72e472fb-1698-4a15-8858-344351c8902f.original.pdf> (Zugriff: 23. März 2018).
- Schumpeter, Josef A. (1912/1997): Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung, 9. Auflage, Berlin: Duncker & Humblot.
- Schröder, Wolfgang (2018): Die deutsche Industrie 4.0-Strategie –Rheinischer Kapitalismus im Zeitalter der Digitalisierung, https://www.uni-kassel.de/fb05/fileadmin/datas/fb05/FG_Politikwissenschaften/PSBRD/WorkingPaper_-_Digitalisierung_final_01.pdf (Zugriff: 22. Juni 2018).
- Sieglen, Georg/Buch, Tanja/Dengler, Katharina (2017): Digitalisierung der Arbeitswelt in Nordrhein-Westfalen. Folgen für den Arbeitsmarkt in Nordrhein-Westfalen. In: IAB-Regional 1/2017, S. 3-39.
- Spath, Dieter /Ganschar, Oliver/Gerlach, Stefan/Hämmerle, Moritz/Krause, Tobias/ Schlund, Sebastian (Hrsg.) (2013): Produktionsarbeit der Zukunft. Industrie 4.0, Stuttgart: Studie des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO).
- Stanford Encyclopedia of Philosophy (2006): The modern history of computing. <https://plato.stanford.edu/entries/computing-history/#Col> (Zugriff: 23. März 2018).
- Stettes, Oliver/Arntz, Melani/Gregory, Terry/Zierahn, Ulrich/Dengler, Katharina/Veit, Daniel/Eichhorst, Werner/Rinne, Ulf (2017): Arbeitswelt 4.0. Wohlstandszuwachs oder Ungleichheit und Arbeitsplatzverlust - was bringt die Digitalisierung? In: Ifo-Schnelldienst 70, Nr. 7, S. 3-18.
- Stevens, Gunnar/Nett, Bernhard (2009): Business Ethnography as a research method to support evolutionary design. In: Habscheid, Stephan/Nett, Bernhard (Hrsg.): Schnitte durch das Hier und Jetzt. Qualitative Methoden medienwissenschaftlicher Gegenwartsforschung, Navigationen 2/2009, Marburg: Schüren, S. 119-136.
- Strauss, Anselm L. (1993): Continual Permutations of Action, Aldine De Gruyter, New York.

- Van Dijk, Jan A.G.M. (2012): The evolution of the digital divide. The digital divide turns to inequality of skills and usage. In: Digital Enlightenment Yearbook, IOS Press, S. 57-75, <https://www.utwente.nl/en/bms/vandijk/news/The%20Evolution%20of%20the%20Digital%20Divide/Evolution%20of%20the%20Digital%20Divide%20Digital%20Enlightment%20Yearbook%202012.pdf> (Zugriff: 23. März 2018).
- Weber, Enzo/Zika, Gerd (2015): Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Aktuelle Berichte Nr. 16/2015.
- Wischmann, Steffen/Hartmann, Ernst A. (2018): Zukunft der Arbeit. Eine praxisnahe Betrachtung, Berlin: Springer Vieweg.
- Wolter, Marc I./Mönnig, Anke/Hummel, Markus/Weber, Enzo/Zika, Gerd/Helmrich, Robert/Maier, Tobias/Neuber-Pohl, Caroline (2016): Wirtschaft 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Ökonomie. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. IAB-Forschungsbericht 13/2016, Nürnberg: IAB.
- Wulf, Volker/Krings, Mathias/Stiemerling, Oliver/Iacucci, Giulio/Maidhof, Martin/Peters, Ralf/Fuchs-Frohnhofen, Paul/Nett, Bernhard/Hinrichs, Joachim (1999): Improving Inter-Organizational Processes with Integrated Organization and Technology Development. In: J.UCS 5, Nr. 6, S. 339-365.

Über die Autor_innen



Dr. habil. Bernhard Nett

Bernhard Nett promovierte in Soziologie an der RWTH Aachen und habilitierte in Medienwissenschaft an der Universität Siegen.

Er ist wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Arwiso e.V., Würselen.



Jennifer Bönsch

Jennifer Bönsch ist Arbeits- und Organisationspsychologin und wissenschaftliche Mitarbeiterin beim Arwiso e.V., Würselen.



Dr. Paul Fuchs-Frohnhofer

Dr. Paul Fuchs-Frohnhofer forscht seit vielen Jahren zu Themen der Arbeits- und Technikgestaltung in der Industrie und in der Gesundheitswirtschaft.

Er ist Geschäftsführer der MA&T GmbH und des Arwiso e.V., Würselen.

Das Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung (FGW)

Das Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung (FGW) wurde mit Unterstützung des für Wissenschaft zuständigen Landesministeriums im September 2014 als eigenständiger, gemeinnütziger Verein mit Sitz in Düsseldorf gegründet. Aufgabe und Ziel des FGW ist es, in Zeiten unübersichtlicher sozialer und ökonomischer Veränderungen neue interdisziplinäre Impulse zur gesellschaftlichen Weiterentwicklung zu geben und politische Gestaltungsoptionen für die Gewährleistung sozialer Teilhabe in einer sozial integrierten Gesellschaft zu entwickeln. Durch die Organisation innovativer Dialogformate und die Förderung zukunftsorientierter Forschungsprojekte will das Forschungsinstitut die Vernetzung von Wissenschaft, Politik und zivilgesellschaftlichen Akteur_innen vorantreiben und den zielgruppengerechten Transfer neuer Forschungsergebnisse gewährleisten.

Weitere Informationen zum FGW finden Sie unter: www.fgw-nrw.de

Der Themenbereich „Digitalisierung von Arbeit - Industrie 4.0“

Zentrale Aufgabe des Arbeitsbereichs des FGW ist es, die sozialen und wirtschaftlichen Folgen und wirtschafts- und sozialpolitischen Implikationen der Digitalisierung von Arbeits- und Produktionsprozessen zu erforschen. Ziel ist eine Forschung, die von Anfang an in engem Dialog mit den Gestaltungsakteur_innen aus der betrieblichen Praxis sowie aus Politik und Zivilgesellschaft, Chancen und Risiken identifiziert. Initiiert werden soll Forschung, die empirisch fundiertes, praxisrelevantes Überblickswissen generiert und damit Gestaltungsanforderungen im Hinblick auf Arbeit aufzeigt und gesellschaftlich und betrieblich „bearbeitbar“ macht. Gestaltungsoptionen für gute Arbeit sollen in thematisch strukturierten Forschungssynthesen und empirischen Forschungsprojekten ausgelotet und mit einem ressort- und fachübergreifenden, aber auch betriebs- und branchenübergreifenden Dialog zu Industrie 4.0 verzahnt werden.

Weitere Informationen zum Profil und zu den aktuellen Aktivitäten des Themenbereichs finden Sie unter: www.fgw-nrw.de/industrie
