

Ingo Matuschek, Frank Kleemann¹

Mensch und Technik revisited – Zum sich verändernden Stellenwert von Informalität im Prozess der Digitalisierung

Abstract: Der Beitrag fragt, wie sich im Zuge aktueller Prozesse der Digitalisierung und Automatisierung der industriellen Produktion der Stellenwert von informellen Arbeitshandeln auf der Ebene der betrieblichen Arbeitsorganisation und des Arbeitsprozesses verändert. In Frage steht angesichts neuer ‚autonomer‘, ‚vernetzter‘ und ‚selbstlernender‘ technischer Systeme, ob frühere Diagnosen eines funktionalen Erfordernisses von informellem Handeln als Komplement zu technischen Formalisierungen im Zuge der Digitalisierung von Arbeit noch Bestand haben. Im Lichte der soziotechnischen System-Perspektive werden aktuelle empirische Fallbeispiele der Einführung von Industrie 4.0-Anwendungen im Hinblick auf die Kollaboration von Mensch und Technik, die Spielräume für Informalität angesichts der Technisierung und Formalisierung betrieblicher Abläufe und das resultierende Wechselverhältnis von sozialem und technischem Teilsystem analysiert.

1 Einleitung

Der Terminus „Digitalisierung“ ist seit Anfang der 2010er Jahre zum industriepolitischen Leitbegriff avanciert. Jenseits reiner Informations- und Kommunikationstechnologien, die in den 2000ern überwiegend unter dem Begriff „Informatisierung“ diskutiert wurden (vgl. Schmiede 1996; Pfeiffer 2004; Baukrowitz et al. 2006; Boes et al. 2016), handelt es sich bei den aktuell relevanten technischen Neuerungen insbesondere um

- Formen der digitalen Vernetzung von technischen Systemen vermittelt über das „Internet of Things“ (Cyber-Physische Systeme),
- auf der Grundlage von Künstlicher Intelligenz lernende und autonom operierende Systeme („Algorithmen“),
- digitale Assistenzsysteme (Wearable Computing, Augmented Reality) oder
- autonom mobile und kollaborative Roboter (vgl. Spath 2013).

Diese befinden sich einerseits überwiegend noch in der Entwicklungs- und (prototypischen) Einführungsphase, basieren aber andererseits häufig auf teils seit Jahrzehnten laufenden technischen Entwicklungsprozessen (vgl. Hirsch-Kreinsen et al. 2018). Insofern handelt es sich um komplexe und teils disparate Prozesse der Automatisierung und Informatisierung der Arbeitswelt (als Überblick: Matuschek 2016: 14-19); um einen sich ungleichzeitig vollziehenden, langfristigen und in bestehende Entwicklungspfade industrieller Produktion eingebetteten Innovationsprozess (vgl. Hirsch-Kreinsen 2018).

1.1 Untersuchungsgegenstand: Informelles Handeln in Arbeitsorganisationen

Ausgangspunkt unserer Untersuchung ist die bereits vor einem Jahrzehnt im Kontext der Debatten um die Einführung digitaler Informations- und Kommunikationsmedien

¹ Prof. Dr. Ingo Matuschek, Hochschule der Bundesanstalt für Arbeit, Schwerin. E-Mail: ingo.matuschek@hdba.de.
Prof. Dr. Frank Kleemann, Universität Duisburg-Essen. E-Mail: frank.kleemann@uni-due.de.

gewonnene Diagnose, dass die im Zuge dessen sich vollziehende „Neuordnung formaler und informeller Prozesse in Unternehmen“ (Funken/Schulz-Schaeffer 2008) zwar eine Formalisierung von Entscheidungswegen, Weisungsstrukturen und Dokumentationsweisen bewirke, damit zugleich aber notwendigerweise auch neue Formen informeller Kooperation und Kommunikation erforderlich mache (Kleemann/Matuschek 2008): Technikinduzierte Formalisierungen im Arbeitsprozess erzeugen Rigiditäten, die (bei zu hohem Formalisierungsgrad) dysfunktional für den Arbeitsprozess sind und durch informelles Handeln der Arbeitenden ausgeglichen werden *müssen* – sei es, dass organisationale Freiräume für diese informellen Handlungen bewusst vorgesehen sind, oder sei es, dass die Selbsttätigkeit (Wolf 1999) der Arbeitenden stillschweigend und gegen offizielle Vorgaben (im Sinne einer „doppelten Wirklichkeit in Unternehmen“, Wetz 1991) erfolgt. Die *Balance* zwischen Formalisierung und Informalisierung ist damit funktionales Erfordernis dergestalt, dass technische Formalisierungen komplementär informelles menschliches Arbeitshandeln erforderlich machen (Kleemann/Matuschek 2008: 64).

Der vorliegende Beitrag fragt, ob bzw. inwieweit im Lichte einer soziotechnischen System-Perspektive dieses Wechselverhältnis zwischen technischem und sozialem Teilsystem im Zuge der allmählichen Implementation von Techniken, die dem Leitbild der „Industrie 4.0“ entsprechen, noch Bestand hat oder ob sich aufgrund neuartiger Qualitäten der in Frage stehenden Technologie eine andere Form des Wechselspiels zwischen sozialem und technischem Teilsystem – und damit eine erneute (!) Neuordnung formaler und informeller Prozesse in Unternehmen – ergibt und damit korrespondierend eine neue Praxis industriellen Arbeitens entsteht. Darauf weisen veränderte Termini – ausgehend vom Begriff der Mensch-Maschinen-Schnittstelle über dessen durchaus substanzielle Abwandlung zur Mensch-Maschinen-*Interaktion* und nunmehr der *Kollaboration* zwischen Menschen und Robotern – jedenfalls hin.

1.2 Analyseperspektive und Fragestellungen

Konzeptioneller Ausgangspunkt der folgenden Überlegungen ist die Frage, ob und inwieweit sich in und mit diesen neuen Produktionstechnologien die Rolle und der Stellenwert von Informalität auf der Ebene der betrieblichen Arbeitsorganisation und Arbeitspraxis verändern – und im Gefolge davon der Stellenwert von lebendiger Arbeit und Subjektivität im Arbeitsprozess. Dazu wird vor dem Hintergrund einer subjektorientierten Arbeitssoziologie (vgl. Bolte/Treutner 1983; Voß/Pongratz 1997; Moldaschl/Voß 2003; Kleemann 2012) eine praxeologische Analyseperspektive auf die Produktion als soziotechnische Kollaboration eingenommen. Das primäre Arbeitssystem wird im Sinne des soziotechnischen Systemansatzes (Ropohl 1979 [2009]; Sydow 1985) als Einheit von technischem und sozialem Subsystem betrachtet. Arbeit vollzieht sich auf der Grundlage einer zwischen Technik und menschlichen Akteuren verteilten Handlungsträgerschaft (Rammert 2002; Rammert/Schulz-Schaeffer 2002; Schulz-Schaeffer 2000). Zu berücksichtigen ist, dass Technik (in ihrer Genese wie in der Art ihres Einsatzes) immer schon sozial konstituiert und nie ‚reine Technik‘ ist (Ropohl 1979 [2009]). Insofern ist auch den spezifischen Formen der Governance (Weyer 2006) nachzugehen, die nicht nur in Bezug auf großtechnische Systeme von

Relevanz sind, sondern im Hinblick auf betriebliche respektive unternehmensweite Architekturen hohe Bedeutung hat und ggf. eine „künstliche Sozialität“ (Malsch 1998) etabliert.

Empirisch steht zunächst in Frage, welche Relationen von Mensch und Technik die Art des Technikeinsatzes und der betrieblichen Arbeitsorganisation tatsächlich bewirkt und welche (neue?) Qualität des Verhältnisses zwischen den Teilsystemen sich daraus ergibt. Daran schließt die Frage an, inwieweit betriebliche Umsetzungen von Industrie 4.0-Anwendungen neue Wechselverhältnisse von Formalität und Informalität bewirken, wie sie durch die vorliegende Diagnose einer funktional erforderlichen Balance zwischen Formalisierung und Informalisierung in Arbeitssystemen (Kleemann/Matuschek 2008) postuliert wird. Außerdem gilt es die Frage zu beantworten, inwieweit sich damit zusammenhängend der Stellenwert menschlicher Arbeit im Arbeits- und Produktionsprozess verändert. Und schließlich gilt es nach veränderten Handlungskonstellationen zwischen Mensch und Technik sowie veränderten Relationen verteilter Handlungsträgerschaft zu fragen.

2 Mensch und Technik revisited – Empirische Fallbeispiele und generalisierende Befunde

Im Folgenden werden entlang von Einzelbeispielen der Einführung von Industrie 4.0-Anwendungen generalisierende Perspektiven auf die hier zentralen Fragen nach Veränderungen in der Kollaboration von Mensch und Technik, der Relation von Formalität und Informalität sowie des Stellenwerts lebendiger Arbeit im Gefolge der Digitalisierung der industriellen Produktion entwickelt.

Die Beispiele entstammen dem vom Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung (FGW) geförderten Projekt „Industrie 4.0 und die Arbeitsdispositionen der Beschäftigten“, das von Dezember 2016 bis Juni 2018 am Institut für Soziologie der Universität Duisburg-Essen von Ingo Matuschek unter der Leitung von Frank Kleemann und Thomas Haipeter durchgeführt wurde. Die Empirie umfasst elf Betriebsfallstudien von (divergenten) laufenden bzw. gerade abgeschlossenen Implementationsprozessen von Industrie 4.0-Komponenten in die industrielle Praxis der Metall-/Elektro-, Chemie- und Nahrungsmittelindustrie. Sie basiert neben Betriebsbegehungen und Dokumentenanalysen insbesondere auf über 70 Interviews mit Arbeitenden sowie mit betriebspolitischen Akteuren und externen Experten (vgl. Matuschek et al. 2018). In Einklang mit Befunden anderer aktueller empirischer Projekte (vgl. dazu etwa <http://www.fgw-nrw.de/themenbereiche/digitalisierung-von-arbeit/publikationen-industrie.html>) zeigt unsere eigene empirische Untersuchung, dass die Realentwicklung der „Industrie 4.0“ noch mehr oder weniger am Anfang steht.

Dem gegenwärtigen Entwicklungsstand entsprechend, handelte es sich ganz überwiegend um Pilotprojekte einzelner Betriebe bzw. Unternehmen, nicht aber um Referenz- bzw. Modellprojekte von Technologieanbietern im Bereich Industrie 4.0. Die Fallauswahl erfolgte nach Kriterien des Theoretical Samplings (Glaser/Strauss 1967; Strauss/Corbin 1996). Zielpunkt der Analyse waren die im Prozess der Einführung von Industrie 4.0-Anwendungen zentralen Fertigkeiten und Kompetenzen, Moti-

ve und Orientierungen der Beschäftigten. Entgegen der in der Industrie 4.0-Vision impliziten Zielsetzung einer höheren Formalisierung durch technisch standardisierte Prozesse und einer damit einhergehenden Verdrängung informellen Handelns verweist unsere Empirie darauf, dass sich eher neue Konstellationen von Formalität und Informalität einstellen – dies nicht zuletzt auch deshalb, weil die Technologien selbst in ihrer häufig gar nicht so stabilen Performanz informelle Verständigung von Bedienern, Programmierern oder Produktionsmitarbeitern erfordern. Zudem sind ihnen Unbestimmtheiten eingeschrieben, die durch Informalität aufgefangen werden müssen.

Dies wird nachfolgend im Hinblick auf neue Formen der Kollaboration von Mensch und Technik (2.1), neue technikbasierte Formen der Formalisierung betrieblicher Abläufe (2.2) und neue Relationen von sozialem und technischem Teilsystem (2.3) exemplarisch entlang von empirischen Fallbeispielen diskutiert.

2.1 Zur Kollaboration von Mensch und Technik

2.1.1 Fallbeispiel: Implementation Leichtbauroboter in Linienproduktion

In der Getriebeproduktion eines Automobilwerks wurde in einer teilautonomen Arbeitsgruppe im Bereich Montage in einem insgesamt zweijährigen Implementationsprozess ein körperlich belastender Montageschritt (und damit zugleich ein menschlicher Arbeitsplatz) durch einen kollaborativen Leichtbauroboter (LBR) ersetzt. In diesem wird das schwere Werkstück in eine Vorrichtung eingelegt; zwei Metallstücke werden darin dann durch Schrumpfung auf einem Presssitz dauerhaft verbunden und anschließend das Gesamtteil an den nächsten Arbeitsplatz weitergereicht. Der Leichtbauroboter übernimmt die Verpressung inklusive der Zuführung eines Metallteiles. Das Gesamtwerkstück bewegt sich auf automatisierten Fließlinien in Kassettensystemen, die der Leichtbauroboter bestückt.

Bei dem Leichtbauroboter handelte es sich nicht um ein bereits serienreifes Modell, sondern um einen Prototypen eines externen Herstellers, der im (entsprechend lang ausgelegten) Prozess der Implementation getestet und weiterentwickelt werden sollte. Das Automobilunternehmen verband damit das Ziel, an einer technisch schwierigen Stelle eine passfähige Robotik einsetzen zu können – Lösungen von der Stange wurde dies nicht zugetraut. Zugleich war das Pilotprojekt Referenz für zukünftige Innovationen; erklärtermaßen wollte man auch entsprechende Erfahrungen sammeln. Das Entwicklerteam des Herstellers bzw. einzelne Mitarbeiter davon waren – im Zeitverlauf in abnehmendem Maße, aber auch über die Projektlaufzeit hinaus – temporär vor Ort.

Zentrale Rahmenvorgabe für die Arbeitsgruppe war, dass der Leichtbauroboter im Normalbetrieb der Produktionslinie getestet werden sollte, d. h. es galt für die Gruppe, die regulären Produktionszielvorgaben während einer Schicht zu erreichen. Daraus resultierte insbesondere, dass der Leichtbauroboter bei zu hoher Problemanfälligkeit von den Werkern aus der Linie herausgenommen und durch einen Springer (aus der Schichtbelegschaft) ersetzt wurde, wenn die Zielerreichung in der Schicht gefährdet schien. Ein Mitarbeiter schildert den Prozess folgendermaßen:

A1: „Also zwei von {QK} [= Pseudonym für Herstellernamen] ham 'n Leichtbau mitgebracht. Jetzt kommen sie da rein in die Station. Und somit haben wir angefangen. Am Anfang hatten wir schon viele Schwierigkeiten. Also immer wieder Mal also angehalten und beim Einbauen hatten wir immer mal Störung gehabt und so. Die von der {QK} haben sich auch mit Stationen nicht so richtig ausgekannt und haben immer uns zwei gefragt, was muss mal da gemacht werden, oder was wird da denn geprüft und so. [...] Das war ja auch glaub ich 'n Pilotprojekt oder so für {QK}. Und dann immer wieder mal Schwierigkeiten gehabt und dann hat einer von {QK} hat die Schicht mitgearbeitet, mitgeleitet. Und dann war immer, bei Frühschicht, Spätschicht, Nachtschicht immer wieder einer da. Und wenn keiner von {QK} da war, dann haben wir sie [= den LBR] rausgenommen. Also waren war draußen. Kann man auch rausnehmen und so. War dann auch immer wieder mal draußen.“

I: „Und dann per Hand gearbeitet?“

A1: „Ja immer wieder, dann mussten wir wieder mit Hand arbeiten.“

Auch jenseits der Anwesenheit der {QK}-Mitarbeiter den richtigen Zeitpunkt für das Herausnehmen des Leichtbauroboters aus der Linie zu finden, bedurfte einer gemeinsamen Entscheidung in der Arbeitsgruppe, sich temporär gegen den eigentlich vorgegebenen Einsatz des Roboters zu entscheiden, ohne darüber langwierige Entscheidungsprozesse auszulösen oder (weitere) Justierungsversuche durch Re-Konfiguration des LBR anzustellen. Der (in Tagschicht arbeitende) Linienverantwortliche als eigentlich Entscheidungsbefugter hatte dafür im Nachhinein geradezustehen – und vertrat damit zugleich das ‚eigenmächtige‘ Vorgehen in der Regel mit dem Hinweis auf technische Probleme. Dies war möglich, weil der Output letztlich priorisiert wurde. Die Entscheidung der Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe lässt sich als eine *produktivistische Informalität* in der Kollaboration mit der (defizitären) Technologie deuten, mit der im Moment der Entscheidung Ziele des Pilotprojektes zugunsten der Aufrechterhaltung der Wertschöpfungskette zurückgestellt wurden, ohne dass dies mit Vorgesetzten in jedem Fall abzustimmen war.

Dieses Verfahren erwies sich für das LBR-Entwicklerteam als wenig zielführend – schließlich befand man sich im Testlauf. Deswegen wurde im Verlauf des Prozesses ein zweiter baugleicher Leichtbauroboter als Ersatz im Fall entsprechender Störungen bereitgestellt, um einen möglichst kontinuierlichen Einsatz zu gewährleisten. Damit reduzierte sich der Entscheidungsspielraum der Arbeitsgruppe auf die Alternative: Ersetzen oder Nicht-Ersetzen des gerade im Einsatz befindlichen Leichtbauroboters. Das verteuert zwar den Einsatz des Leichtbauroboters, entzieht die Technologie aber doch ein Stück weit der Kritik durch die Werker – sie jeweils durch ein identisches Gerät zu ersetzen, sichert auch die Akzeptanz der Technologie selbst.

Gemeinsam entschieden die LBR-Entwickler und Linienmitarbeiter außerdem fortlaufend darüber, welche vorhandenen Funktionalitäten des Leichtbauroboters im konkreten Einsatz wegen mangelnder Praktikabilität *dauerhaft* abgeschaltet wurden. D. h. verhandelt wurde hier nach dem Kriterium der Gesamteffizienz der Arbeitsgruppe über den effiziente(sten) Einsatz des Kollegen Roboter. Allerdings waren die Interessen der Werker und der Entwickler nicht unbedingt kongruent: Während die Arbeitsgruppe die reduzierte körperliche Belastung goutierte, aber zugleich den Wegfall eines Arbeitsplatzes kritisch wahrnahm, verfolgten die Entwickler das Ziel ihres Unternehmens, ihr Produkt möglichst umfassend einzusetzen und im Einsatz zu ei-

nem universell verwendbaren Produkt weiterzuentwickeln. Dies gestaltete sich als fortlaufender Lern-, Bewertungs-, Aushandlungs- und Festlegungsprozess – allerdings auf beiden Seiten: Im Prozess des Erlernens der Bedienung und des Umgangs mit dem Leichtbauroboter im laufenden Arbeitsprozess erwiesen sich die Schulungen der Werker durch den Hersteller als „graue Theorie“, da im fortlaufenden Prozess auftauchende Probleme dort gar nicht thematisiert waren. Schließlich vermittelten die Werker selbst den Ingenieuren erfahrungsgelernte Tipps zur besseren und prozessgerechten Einstellung vor Ort, die letztlich die Funktionalität des Leichtbauroboters beeinflussten. Während der Testphase verständigten sich die Werker schichtübergreifend über Probleme im Einsatz des Leichtbauroboters und deren Lösung; die Manuals des Herstellers verloren demgegenüber sehr schnell ihre Bedeutung und wurden nur als letztes Mittel konsultiert.

2.1.2 Diskussion

Das Fallbeispiel zeigt zunächst, dass der passgenaue Einsatz von Robotik in laufende industrielle Arbeitsprozesse aufwändige Entwicklungs- und Anpassungsprozesse involviert. Das konkrete Fallbeispiel ist eine der grundlegenden Entwicklungen einer bereichsspezifisch neuen funktionalen Anwendung durch den Hersteller und insofern in ihrem Volumen deutlich höher als der Aufwand der Einpassung einer bereits ausgereiften Einzeltechnologie. Es handelt sich nicht um einen in strengem Sinn „kollaborativen“ Roboter („Cobot“), bei dem wechselseitig aufeinander bezogene Einzelhandlungen von Mensch und Technik angestrebt werden, so dass die fortlaufende Koordination der Kollaboration und fortlaufendes „Lernen“ im Sinne der Entwicklung eines sich verfeinernden Regelsystems im Roboter zentral wären. Gleichwohl steht für die Werker im Projektverlauf „Lernen“ im Umgang mit dem Leichtbauroboter dahingehend im Mittelpunkt, dass sie Regeln für die Entscheidung generieren müssen, unter welchen Bedingungen der Roboter aus der Linie genommen und durch einen menschlichen Akteur ersetzt werden soll. Der Entscheidungsprozess ist betrieblich so kontextuiert, dass er ihnen eigenmächtiges Vorgehen aufnötigt, für das sie sich zu rechtfertigen haben. Die (situativ defizitäre) Technik selbst ist nur Impulsgeber für eine Problemdeutung (also die Einschätzung ‚unzureichender Leistung des Kollegen Leichtbauroboter‘), die informell abgestimmt wird, ohne dass dafür etwa Kennziffern etc. zur Verfügung ständen. Zumindest temporär wird die Arbeitsgruppe mit unzureichender Technologie allein gelassen und findet eigene Entscheidungswege.

Deutlich wird in dem Fallbeispiel auch, dass die Mensch-Technik-Kollaboration unter dem Primat innerbetrieblicher ökonomischer Kriterien steht, der im Rahmen des Modellprojekts – definiert über die regulären Produktionskennziffern, die für die Arbeitsgruppe unvermindert gelten – handlungsleitend für Entscheidungen über den Einsatz oder Nichteinsatz des Leichtbauroboters durch die Arbeitsgruppe ist. (Die „unökonomische“ Entscheidung der Projektleitung ist dem übergeordneten externen Ziel, das Gesamtprojekt erfolgreich weiterzuführen, zuzurechnen und stellt eine veränderte Rahmenbedingung zur Fortführung des Modellprojekts unter der unverminderten Rahmenvorgabe, den Leichtbauroboter in der Arbeitsgruppe effizient einzusetzen, dar.)

In der Kollaboration von Mensch und Leichtbauroboter sind, wie das Beispiel zeigt, offensichtlich mindestens anfänglich langwierige Anpassungsleistungen vonnöten, um die Technik zu stabilisieren; die Bereitstellung von Ersatzleistung sichert zudem den Werkern eine Letztverantwortung des Einsatzes unter der Zielstellung ökonomischer Effizienz. Das kann man auf Seiten des Anbieters ebenfalls vermuten: Die eigenen Zielsetzungen auch im Implementationsprozess bei Kunden zu verfolgen, dürfte jenseits der Ingenieurleistung an sich eine Facette *externer Informalität* in sich tragen, die im Hinblick auf den Implementationsprozess selbst substantiell sein dürfte. Die *negotiated orders* (Strauss 1978: 105-141), die im gemeinsamen Implementierungsprozess zum Tragen kommen, sind – so lässt sich vermuten – auf beiden Seiten weniger festgezurrt Verhalten als situativ variable Problemlösungsstrategien mit nicht geringem informellem Anteil.

2.2 Technikbasierte Formalisierung betrieblicher Abläufe und Spielräume für informelles Arbeitshandeln

2.2.1 Fallbeispiele: Rationalisierung der Wartungstätigkeit von Industrieanlagen

In mehreren Untersuchungsfällen wurden im Kontext der Einführung von Industrie 4.0-Anwendungen zugleich neue Abläufe sowie veränderte Steuerungs- und Kontrollverfahren im Bereich der Maschinen- und Anlagenwartung etabliert. Kernelemente des Leitbilds von Instandhaltung in der „Industrie 4.0“ sind die Ermittlung von Material- und Produktzustand durch Sensoren (Predictive Maintenance), Wartungsarbeiten auch in räumlicher Distanz durch den Hersteller der Maschine bzw. Anlage und die Ausführung von weiterhin erforderlichen Vor-Ort-Tätigkeiten durch Personal des Kunden mittels Datenbrillen und Diagnosehilfen nach Anleitung des Herstellers. Drei Einzelbeispiele zur Einführung von Systemen der Predictive Maintenance, d. h. der proaktiven, sensorbasierten Wartung von Maschinen und Anlagen zur Minimierung von Störungen und Laufzeitausfällen, verdeutlichen die Bandbreite der möglichen Auswirkungen auf die Handlungsspielräume der Beschäftigten.

1) In einem Betrieb in der Elektroindustrie wurde mit Einführung sensorbasierter Überwachung des Funktionsgrads der Produktionsanlagen ein neuer Modus der Aufgabenzuweisung eingeführt, der zugleich eine grundlegende Reorganisation der Aufgabenverteilung der Instandhalter wie auch der Maschinenbediener – mit zuvor jeweils ganzheitlichen Aufgabenzuschnitten – bedeutete, die mit deren Berufsidentität nicht vereinbar war.

Die Instandhalter waren nicht mehr wie zuvor fest für bestimmte Maschinen zuständig und besorgten deren Wartung in allen Aspekten, sondern waren für eine definierte Menge von Einzelaufgaben bei einer großen Zahl von Maschinen zuständig. Die Zuweisung von Tätigkeiten erfolgt vermittelt über ein zentrales Steuerungssystem, in dem die Störungsmeldungen der Maschinen gesammelt und der Wartungsauftrag automatisiert jeweils per Dienst-Smartphone einem Instandhalter übertragen wird, der im System als für die jeweilige Aufgabe befähigt bzw. als zugelassen registriert, gerade auf Schicht und in absehbarer Zeit verfügbar ist.

Trotz partiellen Verständnisses wurde die technisch unterstützte Re-Organisation von den Beschäftigten als bloße Rationalisierung identifiziert. Dies illustrieren die folgenden Ausführungen eines befragten Instandhalters:

A2: „Also ich sach mal, von der Idee alles ein bisschen sicherer zu machen, ist [es] sehr vorteilhaft. Also das ist, wird hier sehr groß umgesetzt. Und dadurch kann man halt auch sehr viel weniger machen. Und die Betreuung an sich liegt eben halt nur noch in der Produktion. Man hat keine Zeiten mal irgendwo anders hinzugehen. Wenn irgendein Teil mal repariert oder gewechselt werden muss, dann kriegt man kaum noch die Zeit dafür. Also wenn was kaputt geht, klar, dann muss man irgendwas machen. Aber jetzt halt mit diesem 4.0 wollen die jetzt eben halt nochmal alles umdrehen. Also ist dann wirklich nur noch so, dass ich und Personen nur noch Knöpfchen drücken und wenn was kaputt geht, kommt ein anderer und repariert das.“

I: „Ok, warum das? Also wenn du's doch kannst von der Ausbildung her irgendwie.“

A2: „Ja das wäre jetzt die große Frage, warum das? Sicherlich um irgendwie Leute einzusparen. Also die sind, denk ich mal, in der Hoffnung, dass wenn da halt drei Leute waren und 'ne Maschine betreut haben und nur noch einer 'ne Maschine betreut, einer Ersatzteile macht und der dritte wegfällt.“

Das berufliche Selbstbild der Instandhalter wird in diesem neuen System zum einen dahingehend erschüttert, dass nicht mehr der Instandhalter der Maschine (qua Interpretation von Messwerten) ‚sagt‘, was sie braucht, sondern die *Maschine* den Instandhalter ‚ruft‘, wenn sie *ihn* braucht (und ihm zugleich sagt, was sie braucht), so dass sich hier eine grundlegende Umkehr des Verhältnisses von Subjekt und Objekt vollzieht. Zum anderen wird das berufliche Selbstbild der Instandhalter als technisch umfassend kompetente Facharbeiter in Frage gestellt, die ‚ganzheitlich‘ für die Wartung und Reparatur ‚ihrer‘ Maschinen verantwortlich sind, was de facto auch eine Abwertung des eigenen Qualifikationsniveaus bedeutet. Das führte im konkreten Fall nicht nur zu inneren Widerständen, sondern die Aufgabenzuweisungen wurden durch die Instandhalter selbst teils stillschweigend korrigiert, indem sie die technischen Möglichkeiten des Smartphone-basierten Mitarbeiter-Steuerungssystems zur Zurückweisung bzw. Weitergabe von Aufgaben nutzten (‚Teilen‘-Funktion) oder zum Teil auch die Smartphones tauschten. Die formal vorgegebenen Abläufe wurden also auf der Grundlage wechselseitiger Absprachen untereinander informell unterlaufen, um die Arbeit weiter nach den eigenen Berufsleitbildern vollziehen zu können und die eigene umfassende Expertise zu sichern.

2) Anders als im vorigen Beispiel erfolgt in einem Werk eines First-Tier-Automobilzulieferers die Wartung der Produktionsanlagen durch eine Fremdfirma, deren Mitarbeiter von Beschäftigten des Zulieferers mittels einer App per Smartphone gesteuert und überwacht werden. Die Arbeitsschritte der Mitarbeiter werden mittels der App in ihrem Ablauf vorgegeben und zeitlich genau erfasst. Die Ausführenden waren gehalten, jeden erledigten Wartungsauftrag per Smartphone-Foto zu dokumentieren – dies geschah durch ein Foto etwa eines Schmiernippels, an dem Schmierarbeiten auszuführen sind (die erfolgte Arbeitsleistung konnte so aber nicht dokumentiert werden; ob auch wirklich geölt und gefettet wurde, bleibt offen). Abweichungen der Mitarbeiter von den Vorgaben wurden datentechnisch detailliert erfasst und ggf.

sanktioniert, so dass den Werkern vor Ort kaum Handlungsspielräume – etwa die Wahl eines anderen Weges von Station A zu Station B – blieben.

3) Bei einem Getränkehersteller wurden die Instandhalter nach dem Wechsel auf eine neue, automatisierte Produktionsanlage in der Leitwarte über anstehende Wartungsschritte informiert. Obwohl sie gehalten waren, den visuellen Anzeigen unmittelbar Folge zu leisten, verschoben sie die Wartungsaufgaben oft – ungeachtet dessen, dass solche Abweichungen im Datenbanksystem erfasst wurden und auf sie zurückführbar waren –, um sich Freiräume bei der Gestaltung der Arbeitsausführung zu schaffen. Das Ignorieren von Vorgaben basierte auf Erfahrungswerten, dass die angezeigten Wartungsaufgaben sehr wohl noch Zeit hätten und überflüssigen Aufwand bedeuteten. Ein vorübergehendes Verschieben von anstehenden Wartungstätigkeiten wurde außerdem mit anstehenden Produktionsschritten begründet, für die die Durchführung der Wartung eine Verzögerung bedeutet hätte.

A3: „Letztendlich haben sie Elektriker und unsere Schlosser, weil man vorbeugende Wartung machen will. Das bedeutet zwischen den Umbauphasen Wartungstätigkeiten zu [übernehmen]. Und jetzt ist rund um die Uhr im Drei-Schicht-System sind drei Schlosser vor Ort und zwei Elektriker vor Ort. Für jeden Störfall oder Umbauten oder wie auch immer, eine Wartung. Das haben wir vorher nicht gehabt.“

I: „Und wird denn die Störung dadurch geringer? Also klar, das ist ja sozusagen die Idee von Predictive Maintenance...“

A3: „Also ich bekomme seit einer Woche keinen Schlosser. Mit der Schrottmühle waren's drei Tage. Ich hab gesagt, da kannst du nicht weiterfahren. Unsere Endvergärungstage ... Das Labor sagt: ‚Was macht ihr denn? Ihr seid Katastrophe‘ Ich sag: ‚Ich würd's gern machen.‘ Ich hab angerufen. Da ist der Schlossermeister vorbeigekommen, ich hab keine Leute mit. Also sind wir drei Tage so weitergefahren. Jeder von uns hat Anschiss gekriegt. Wir können nichts dafür. Kein Schlosser kam.“

Insgesamt dominierte beim abweichenden Handeln der Instandhalter also ökonomische Rationalität zum Wohle des Betriebes. Das technische Teilsystem war in diesem Fall der ‚Verlierer‘, weil Wartungstätigkeiten entgegen der Vorgaben bewusst verschoben wurden – ein für die Leitung im Nachhinein allerdings nicht tolerierbares Verhalten der Mitarbeiter vor Ort. Denn die Zuarbeiten zum technischen Teilsystem sind offiziell sakrosankt, um die Sicherheit des Produktionsprozesses zu gewähren – allerdings zeigt sich, dass in der Praxis erst ein Unterlaufen der Vorgaben den Produktionsprozess sichern kann. Für die Mitarbeiter stellt dies ein klassisches Dilemma dar: Die Verantwortung dafür wird den manageriellen Sparmaßnahmen angelastet, die statt der notwendigen technologischen Ausstattung nur Basiselemente geordert hätten, was nun zu Engpässen führt.

2.2.2 Diskussion

Die drei Beispiele zur Wartung von Industrieanlagen verweisen auf eine große Bandbreite der Spielräume für informelles Handeln und Selbsttätigkeit im Kontext der Einführung sensor- und softwaregesteuerter Systeme der Predictive Maintenance. Insbesondere das zweite der drei Beispiele zeigt, dass die Möglichkeiten der Beschäftigten zu einem informellen Unterlaufen der vorgegebenen Abläufe davon abhängig sind, welche Spielräume für abweichendes Verhalten die eingesetzte Steuerungstechnik ermöglicht bzw. wie engmaschig die Überwachung der Arbeitenden ist.

So wird hier zwar die Anwesenheit der Servicekräfte vor Ort protokolliert, die eigentliche Tätigkeit aber nicht. Offensichtlich gibt es einen Vertrauensvorschuss. Insbesondere das dritte Beispiel verweist aber auch darauf, dass die Gewährung von Freiräumen bei entsprechender Nutzung durch die Beschäftigten im Sinne des Betriebs gerade funktional sein kann.

Deutlich wird insgesamt, dass neue Räume für Informalität in der Organisation auf drei Weisen entstehen können: erstens *reaktiv* als funktionales Erfordernis zur Sicherung des Produktionsflusses; zweitens *deviant* bzw. *subversiv* als bewusste Abweichung von betrieblichen Vorgaben unter Priorisierung selbst gesetzter Ziele; und drittens *innovativ* durch die Veränderung technischer Parameter oder Prozesse.

In der Gesamtsicht ergeben sich Anzeichen für geringere Räume für informelles Handeln, aber ohne deren komplette Verdrängung. Zum Teil wird, wie in Beispiel 1, auf die Möglichkeit formaler Kontrolle verzichtet und damit informellem Handeln Raum gegeben, weil dieser Weg effektiver zu sein scheint (schließlich müsste jemand die aktuellen Arbeiten bspw. videobasiert überwachen, was den Steuerungsaufwand erhöht und verteuert). Auf jegliche Kontrolle will man aber auch nicht verzichten. Die Fallbeispiele zur Rationalisierung im Bereich Instandhaltung verdeutlichen, dass aus der Digitalisierung primär eine Formalisierung von Arbeitsabläufen resultiert, die sekundär in unterschiedlichem Ausmaß Spielräume für Informalität eröffnen kann. Deutlich wird in den Beispielen 1 und 3 aber auch, dass eine umfassende Formalisierung – im Sinne der Forcierung der Formalisierung durch die Organisation – nur begrenzt praktikabel scheint. In diesem Sinne belegen die Beispiele, dass es keine lineare Kopplung zwischen Formalitäts- und Informalitätsgrad gibt, da die Spielräume für Informalität jenseits der technischen Möglichkeiten abhängig von der Art und dem Grad der Überwachung der Beschäftigten durch die Organisation sind. Das impliziert ebenfalls, dass Art und Grad der Informalität abhängig sind vom Grad der Unsichtbarkeit von informellem Handeln im organisationalen Rahmen bzw. im Fall der Sichtbarkeit von ihrer Duldung durch das Management. Es scheint daher angebracht, das Verhältnis von Formalität und Informalität nicht quantifizierend, sondern auf die (mit Digitalisierung offensichtlich neu entstehende) Qualität des Verhältnisses von Formalität und Informalität zu fokussieren.

2.3 Zum Verhältnis von sozialem und technischem Teilsystem

2.3.1 Fallbeispiel: Manufacturing Execution System

In einem pharmazeutischen Werk wurde zur Steuerung der Produktionsanlage für Liquide ein Manufacturing Execution System (MES) eingeführt. Die Mitarbeiter des MES-Teams geben auf der Steuerungsebene jeweils auftragspezifische Produkt- und Prozessdaten ein, nutzen formalisierte Algorithmen und testen qua Simulation an einem virtuellen Abbild der Produktion, dem „Digitalen Zwilling“, den später erfolgenden realen Prozess. Dazu werden produktionsrelevante Daten aus unterschiedlichen, teils digitalen, gelegentlich (noch) papierförmigen Quellen zusammengeführt.

A5: „Wir machen die Herstellungsanweisung für die Produktion. Also wir basteln quasi das zusammen, wonach dann Mitarbeiter in der Produktion zu arbeiten haben, mit den ganzen Richtlinien. Reinigung, Prozesskontrollen und allem was dazugehört. Also das ist alles sys-

tembasierend. Das heißt das läuft auf einem Manufacturing Execution System. Noch nicht alles – also es ist schon so seit ein paar Jahren implementiert – weil es halt so viele Produkte sind. Sind noch nicht ganz alle drin. Vorher wurde das auf Papier bearbeitet sag ich mal so.“

Rezepturen werden u. a. aus Sorge vor unbefugtem externem Zugriff nicht digital gespeichert. Die Steuerungsdaten beziehen sich auf Maschinen und auf die Produktionsmitarbeiter und müssen für jeden neuen Produktionsauftrag neu erstellt werden: Umfang des Auftrags, Rezeptur, Produktionszeiten und notwendige Instandhaltungsarbeiten inklusive der dafür vorgesehenen Beschäftigten auf Produktionsebene etc. Die MES-Mitarbeiter organisieren dazu etwa jeweils ein Dutzend Produktionsmitarbeiter. Es hat sich eine Arbeitspraxis des Vier-Augen-Prinzips etabliert, die auf eine eher skeptische Einschätzung der Digitalisierung der Produktion verweist, wie ein Produktionsmitarbeiter verdeutlicht:

A6: „Bei uns ist es halt so, dass wenn der eine, der MES macht, der kontrolliert das halt komplett halt die ganzen Daten im System drin und der andere schnappt sich halt die Papiere und kontrolliert die Materialien, die halt am Ort halt vorhanden sind. Damit das auch alles hinhaut.“

I: „Also eine Praxisprobe tatsächlich...“

A6: „Genau, ist natürlich besser, wenn zwei halt achten als anstatt nur einer halt.“

Gegenwärtig mangelt es zudem insbesondere noch an Schnittstellen zwischen dem betrieblichen Manufacturing Execution System und dem Enterprise Resource Planning (ERP) System des Unternehmens. Die noch wenig vereinheitlichte Datenstruktur zwischen diesen (und weiteren Systemen) erlaubt keine automatisierte Übertragung von Werten und macht zudem gelegentlich Varianzen bzw. Abweichungen bei Eingaben erforderlich.

A7: „Und wenn dann so eine Spezifikation kommt, dann suchen wir uns den passenden nachkigen GMBR [= elektronisches Formular zum Eintrag von Daten]. Dazu gibt es dann laut der Stückliste eine Parameter-Werte-Liste. Wo dann die Daten drinstehen: Kollege Willy, Kollege Dieter, Einsatzmaterial, ggf. Folien. Und ja auch so Differenzen für die Waage. Genau, wenn's jetzt große Tuben sind, ist die Differenz an der Waage 'n bisschen größer. Wenn's kleine und kleiner und das stricken wir dann sozusagen zusammen und daraus wird dann ein Auftrag.“

Die Menge an Variablen zu bearbeiten, erfordert Erfahrung, und gelegentlich werden informelle Abstimmungen im Team notwendig – man fragt nach möglicherweise validen Daten und übernimmt diese dann, bevor etwa eine Recherche in Manuals oder gar ein Anruf in der Abteilung für Produktentwicklung erfolgt. Auch eine Rückversicherung in der Produktion kann ein geeigneter Weg sein, um Unsicherheit in der Prozesssteuerung zu kompensieren. Mögliche Fehlerquellen neben falscher Eingabe oder nur seltenen Aufträgen, für die keine Routine entwickelt werden kann, sind insbesondere neue Maschinen mit eigenen Spezifikationen, die (noch) nicht im System eingepflegt sind, oder eine veränderte Logistik mit demselben Effekt.

Die Vereinheitlichung des Zugriffs auf die digitalen Daten ist geplant, aber ein gerade erst begonnener Prozess. Die Mitarbeiter des MES-Teams benötigen keine fachspezifische Ausbildung; es finden sich auch Beschäftigte mit Handwerksausbil-

dung oder abgeschlossenem fachfremden Hochschulstudium, die aus den Reihen der Beschäftigten oder auch extern rekrutiert wurden. Benötigt wird die Fähigkeit, mittels geführter Menu-Steuerung auftragsgerecht Daten im MES zusammenzuführen und auftretende Probleme zu bearbeiten – etwa wenn notwendige Stoffe nicht im Lager sind, deren Beschaffung in der Logistikabteilung anzumahnen.

Der ‚Digitale Zwilling‘ (s. o.) ermöglicht einen virtuellen Testlauf; nach dem die Freigabe der Produktion durch die Produktionsleitung erfolgt. Die Produktionsmitarbeiter sind offiziell nicht am Prozess der MES-Programmierung beteiligt, erhalten aber darüber genaue Arbeitsvorgaben für den vorstrukturierten und formalisierten Produktionsprozess. Teilweise widersprechen die eingestellten Parameter ihrem Erfahrungswissen über einen optimalen Produktionsablauf. Die Mitarbeiter des MES-Teams besitzen demgegenüber nur selten Vorstellungen über die realen Produktionsabläufe, sondern nur ein „virtuelles“ Erfahrungswissen über Spielräume und Bandbreiten bei der Eingabe von (im System als zulässig anerkannten) Steuerungsdaten. Eine Rückkopplung zwischen formal entkoppelter Steuerungs- und Produktionsebene ist nur durch informellen Austausch zwischen den beiden Ebenen möglich. Erschwert wird das allerdings dadurch, dass algorithmische Steuerung und produktionsnahes Wissen selten deckungsgleich sind.

MES-Mitarbeiter und die ihnen jeweils zugeordneten Produktionsmitarbeiter vollziehen eine eingespielte Kommunikation in beide Richtungen – man fragt, wenn etwas unklar bzw. fehlerhaft erscheint oder informiert sich bei Bedenken über korrekte Daten gelegentlich bei den Praktikern. Solche schnellen, informellen Kontrollschleifen lassen sich als eine auf Gegenseitigkeit beruhende absichernde Informalität innerhalb eines hochformalisierten Rahmens verstehen – um Letzteren nicht zu gefährden, werden Steuerungsinputs kommunikativ validiert. So kann entschieden werden, welche Daten noch tolerabel sind, um damit Unschärfen im Programm handhabbar zu machen. Das ist eine formal nicht vorgesehene Rückkopplung/Einbindung von (informellen) Wissensbeständen über den Produktionsprozess, mit dem das MES stabilisiert wird – und zugleich den übergeordneten Kontrollinstanzen eine valide Steuerung vorgelegt wird. Am Beispiel der Waage zeigt sich, dass zum einen in die Algorithmen eingebaute Toleranzen existieren. Zum anderen existiert mit dem Erfahrungswissen der Produktions- und MES-Mitarbeiter eine Ebene des Gestaltungswissens um den Produktionsprozess jenseits des technischen Systems, die den MES-Mitarbeitern als informelle Ressource zur Verfügung steht. Mit der Einführung des MES erfolgt eine Formalisierung der Rahmensteuerung des Produktionsprozesses qua Steuerungsdaten – wie die Programmierung vor Ort jeweils geschieht, beinhaltet aber offensichtlich einen Gutteil informeller Wissensbestände. Insoweit scheint es sich um eine Verschiebung informeller Gestaltbarkeit zu handeln.

2.3.2 Diskussion

Eine Autonomisierung des Steuerungssystems ist zwar formell gegeben, da das Manufacturing Execution System ausschließlich „von außen“ durch menschliche Arbeit bedient wird, während es in sich autonom operiert und die Produktion steuert. Diese Perspektive ist aber nur dann tragfähig, wenn man eine technikzentrierte Betrachtung

tungsweise anlegt. In funktionaler Betrachtung dagegen zeigt sich, dass im Sinne der Handlungsträgerschaft dem MES eine nur ausführende Rolle zukommt, während der Eingabe der Parameter, die in Rückkopplung mit den Produktionsmitarbeitern durch das MES-Team erfolgt, die entscheidende strukturierende Wirkung zuzuschreiben ist. Damit wird deutlich, dass das System ganz offensichtlich hoch automatisiert, aber nur bedingt autonom ‚fährt‘. Das lenkt den Blick auf die Architektur hybrider Systeme: Ein Außenverhältnis besteht nur hinsichtlich definierbarer Teilsysteme, als Gesamtsystem zeigt sich eine inkludierende Qualität. In diesem Sinne ließe sich von Binnengrenzen oder internalisierten Externen sprechen, um die jeweiligen (funktionalen) Differenzen zu fassen. Die in dieser Stoßrichtung verstandene „Bearbeitung von außen“ vollzieht sich auf zwei Weisen: Einerseits als „Bedienen der Maschine“ durch Einspeisen von erforderlichen Inputs für den automatisierten Produktionsprozess und andererseits als „Steuerung des technischen Systems“ durch gezielt veränderte Inputs oder Veränderung von Parametern des Systems selbst (im Sinne seiner „Instrumentalisierung“).

Die Steuerung des technischen Systems vollzieht sich entweder informell (um das System ‚trotzdem‘ funktionieren zu lassen, vgl. Weltz 1991) oder auf Grundlage von Handlungsspielräumen, die den Arbeitenden vom Management im Arbeitsprozess bewusst eingeräumt werden. Daher wäre zu diskutieren, ob in hybriden Systemen der Organisation und ihren Mitgliedern (inklusive des strategischen wie operativen Managements) eine prioritäre Stellung zukommt. Das spräche nicht gegen eine Handlungsträgerschaft von Technik, flankierte diese aber durch das soziale Teilsystem noch jenseits eines Gleichgewichts. Die beschriebenen Kontrollschleifen der Mitarbeiter sind ja explizit auf ein u. U. fehlerhaftes technisches Teilsystem bezogen und stellen eine Art informeller Gewährleistungsarbeit dar.

Außerdem verweist das Fallbeispiel darauf, dass auch im (automatisierten) technischen Teilsystem Elemente von Informalität ersichtlich werden, nämlich einerseits als gezielt eingebaute *Fehlertoleranzen* und andererseits als unintendierte *Unschärfen*, die komplexe technisierte Produktionssysteme immer enthalten (können). Während es sich bei Fehlertoleranzen um „Korridore“ möglicher Parameter zur Steuerung des Produktionsprozesses handelt, also um in die Technik eingeschriebene Bandbreiten, sind mit „Unschärfen“ (notwendig) selbst produzierte Ungenauigkeiten des technischen Systems gemeint (z. B. unterschiedliche Outputs bei nacheinander durchgeführten Simulationen, vgl. Kaminski et al. 2018). Mit dem Ziel eines höheren Formalisierungsgrades initiierte technologische Innovationen tendieren dazu, wiederum informelles Handeln hervorzurufen, um solche Fehlerquellen zu minimieren.

Fehlertoleranzen wie Unschärfen werden im sozialen Teilsystem bearbeitet – entstehen aber hier wie dort immer wieder neu. Im sozialen Teilsystem ist zudem auch ein dritter, technikexterner Modus der Informalisierung von Technik verortet, der *Steuerungseingriff*. Hierbei handelt es sich um Fehlertoleranzen überschreitende Korrekturen von Parametern durch aktive Eingaben – sei es zur Stabilisierung des technischen Systems oder zum Erreichen der Produktionsziele im Gesamtsystem, d. h. im Zusammenspiel von technischem, sozialem und – als Rahmenbedingung – ökonomischem Teilsystem. Damit wird u. U. in die Architektur der Technologie selbst

eingegriffen und damit dieses Teilsystem neu konfiguriert, etwa indem eingeschriebene technische Routinen (z. B. Wartungszyklen) ignoriert werden.

3 Schluss

Der Überblick über die Fallbeispiele offenbart fließende Grenzen in der Relation von Formalität und Informalität – aber auch, dass unter den jeweiligen Umständen ebenso ein anderes Verhältnis möglich wäre: Im Leichtbauroboter-Beispiel (2.1) wird deutlich, dass Aushandlungsprozesse während der Implementation und Weiterentwicklung der Technik unter dem Primat (unterschiedlicher und je situativ relevant werdender) organisationaler Zielvorgaben stehen – und im konkreten Fall auch von eigenen Organisationszielen des Roboter-Herstellers beeinflusst werden, der als weiterer externer Akteur vor Ort am Prozess beteiligt ist.

Die drei Einzelbeispiele zur Anlagenwartung (2.2) deuten einerseits auf technisch induzierte Kanalisierungen des Arbeitshandelns und teils grundlegende Modifikationen vorheriger Arbeitspraxen, andererseits aber auch auf sekundär daraus sich ergebende neue Räume für informelles Handeln hin: sei es als funktionales Erfordernis zur Sicherung des Produktionsflusses (*reaktiv*); sei es als bewusste Abweichung von betrieblichen Vorgaben unter Priorisierung selbst gesetzter Ziele (*deviant* bzw. *subversiv*); oder sei es durch die Veränderung technischer Parameter oder Prozesse (*innovativ*). Wie diese Handlungsspielräume organisational gerahmt werden, dürfte entscheidend sein – sowohl für die Bandbreite der Handlungsmöglichkeiten der Arbeitenden als für ihre Nutzungsweise durch die Arbeitenden (im Sinne der Organisation oder eben nicht). Hier wird deutlich, dass – hält man analytisch die Art des Technikeinsatzes konstant – Kontrollstrategien des Managements ausschlaggebend sind.

Das Fallbeispiel zum Management Execution System (2.3) verweist weiterhin darauf, dass es entscheidend ist, in *funktionaler* Perspektive das soziotechnische System in seiner Gesamtkonstellation (inklusive ggf. beteiligter „externer“ Akteure wie Vertreter des Roboterherstellers in 2.1.1) zu betrachten, anstatt geschlossen erscheinende technische Steuerungssysteme nur isoliert in ihrer (technischen) „Wirkungsweise“ zu analysieren. Die neue Konstellation von Formalität und Informalität besteht einerseits im Bearbeiten der Toleranzen und Varianzen, die das technische System zulässt, deren Werte aber erst im Rückgriff auf das informelle Wissen der Praktiker greifbar werden – es vermischen sich hier informelle Funktionalitäten beider Teilsysteme. In Bezug auf die Technologie selbst ist der Verweis auf die eingeschriebenen Freiheitsgrade geradezu ein Abgesang auf Formalität – insbesondere, wenn die daran anschließende kommunikative Validierung durch informelles Handeln der Beschäftigten berücksichtigt wird.

Letzten Endes – und auch darauf verweist auch das Fallbeispiel zum Management Execution System (2.3) – ist die Art der Balance von Formalität und Informalität im sozialen Teilsystem vor allem abhängig vom Stellenwert, den das Management der Subjektivität und dem Erfahrungswissen der Arbeitenden beimisst, sowie den organisationalen Freiräumen für informelles Handeln, die es den Beschäftigten ent-

gegen dem eigenem „Traum von der absoluten Ordnung“ (Weltz 1991) gewährt. „Absolute Ordnung“ hieße dann Verregelung des sozialen Teilsystems durch die Architektur des technischen – ein Prozess, der als mindestens implizite Zielstellung die Verwissenschaftlichung und Technisierung der Produktion seit jeher begleitet. Dennoch mussten die Beschäftigten „gegen die Vorgaben“ für den Produktionsprozess funktionale Leistungen informell erbringen – und sie scheinen dies auch in der Industrie 4.0 tun zu müssen.

Autonomie von Produktionstechnik ist voraussetzungsreich: Sie müsste störungsfrei und vollständig berechenbar funktionieren, um die Reduzierung bzw. Eliminierung der bisher funktional erforderlichen lebendigen Arbeit zu rechtfertigen. In dieser Hinsicht sind mit Hinweis auf die Technikgeschichte Zweifel berechtigt (Kaminski 2014; Perrow 1987; Pfeiffer 2010). Zum gegenwärtigen Stand der Entwicklung erscheint es plausibler, Informalisierung auch zukünftig als ein notwendiges Komplement zu (technisch induzierter) Formalisierung zu begreifen.

Literatur

- Baukrowitz, Andrea/Berker, Thomas/Boes, Andreas/Pfeiffer, Sabine/Schmiede, Rudi/Will, Mascha (Hg.) (2006): Informatisierung der Arbeit – Gesellschaft im Umbruch, Berlin: edition sigma
- Boes, Andreas/Kämpf, Tobias/Lühr, Thomas (2016): Von der »großen Industrie« zum »Informationsraum« Informatisierung und der Umbruch in den Unternehmen in historischer Perspektive. In: Doering-Manteuffel, Anselm/Raphael, Lutz/Schlemmer, Thomas (Hg.), Vorgeschichte der Gegenwart. Dimensionen des Strukturbruchs nach dem Boom. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, S. 57-78
- Bolte, Karl Martin/Treutner, Erhard (Hg.) (1983): Subjektorientierte Arbeits- und Berufssoziologie. Frankfurt a. M., New York: Campus
- Funken, Christiane/Schulz-Schaeffer, Ingo (Hg.) (2008): Digitalisierung der Arbeitswelt. Die Neuordnung formaler und informeller Prozesse in Unternehmen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften
- Glaser, Barney G./Strauss, Anselm L. (1967): The Discovery of Grounded Theory. Strategies for Qualitative Research. Chicago: Aldine
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2018): Arbeit 4.0. Pfadabhängigkeit statt Disruption. (Soziologisches Arbeitspapier Nr. 52/2018). TU Dortmund: Fakultät Wirtschaftswissenschaften, Internet: http://www.wiwi.tu-dortmund.de/wiwi/de/forschung/gebiete/fp-hirschkreinsen/forschung/soz_arbeitspapiere/AP-SOZ-54.pdf, zuletzt abgerufen am 14.08.2018
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Ittermann, Peter/Niehaus, Jonathan (Hg.) (2018): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, 2., aktualis. u. erw. Aufl. Baden-Baden: Nomos
- Kaminski, Andreas (2014): Lernende Maschinen – naturalisiert, transklassisch, nicht-trivial. Eine Analyse ihrer informellen Wirkungsweise. In: Ders./Gelhard, Andreas (Hg.), Zur Philosophie informeller Technisierung. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, S. 58-81

- Kaminski, Andreas/Resch, Michael/Küster, Uwe (2018): Mathematische Opazität. Über Rechtfertigung und Reproduzierbarkeit in der Computersimulation. In: Friedrich, Alexander/Gehring, Petra/Hubig, Christoph/Kaminski, Andreas/Normann, Alfred: Arbeit und Spiel (Jahrbuch Technikphilosophie 4/2018). Baden-Baden: Nomos, S. 253-278
- Kleemann, Frank/Matuschek, Ingo (2008): Informalisierung als Komplement der Informatisierung von Arbeit. In: Funken, Christiane/Schulz-Schaeffer, Ingo (Hg.): Digitalisierung der Arbeitswelt. Die Neuordnung formaler und informeller Prozesse in Unternehmen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 43-67
- Kleemann, Frank (2012): Subjektivierung von Arbeit – Eine Reflexion zum Stand des Diskurses. In: Arbeits- und Industriesoziologische Studien, Jg. 5, H. 2, S. 6-20
- Malsch, Thomas (Hg.) (1998): Sozionik. Soziologische Ansichten über künstliche Sozialität. Berlin: edition sigma
- Matuschek, Ingo (2016): Industrie 4.0, Arbeit 4.0 – Gesellschaft 4.0? Eine Literaturstudie: Berlin: Rosa-Luxemburg-Stiftung (rls-Studien 02/2016). Internet: https://www.rosalux.de/fileadmin/rls_uploads/pdfs/Studien/Studien_02-2016_Industrie_4.0.pdf, zuletzt abgerufen am 14.08.2018
- Matuschek, Ingo/Kleemann, Frank/Haipeter, Thomas (2018): Dispositionen von Beschäftigten angesichts der Diffusion von Industrie 4.0 (Arbeitstitel), Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung. Düsseldorf: FGW
- Moldaschl, Manfred/Voß, G. Günter (Hg.) (2003): Subjektivierung von Arbeit, 2., überarb. u. erw. Auflage. München, Mering: Hampp
- Perrow, Charles (1987): Normale Katastrophen. Frankfurt a. M./New York: Campus
- Pfeiffer, Sabine (2004): Arbeitsvermögen. Ein Schlüssel zur Analyse (reflexiver) Informatisierung. Wiesbaden: VS-Verlag für Sozialwissenschaften
- Pfeiffer, Sabine (2010): Technisierung von Arbeit. In: Böhle, Fritz/Voß, G. Günter/Wachtler, Günther (Hg.), Handbuch Arbeitssoziologie. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 231-261
- Rammert, Werner (2002): Technik als verteilte Aktion. Wie technisches Wirken als Agentur in hybriden Arbeitszusammenhängen gedeutet werden kann. In: Technical University Technology Studies Working Paper 3
- Rammert, Werner/Schulz-Schaeffer, Ingo (2002): Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik. Frankfurt a. M./New York: Campus
- Ropohl, Günter (1979): Eine Systemtheorie der Technik. München, Wien: Carl Hanser Verlag [2. Aufl. unter dem Titel Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. München, Wien 1999; 3. Aufl. Karlsruhe 2009]
- Schmiede, Rudi (Hg.) (1996): Virtuelle Arbeitswelten. Arbeit, Produktion und Subjekt in der „Informationsgesellschaft“. Berlin: edition sigma
- Schulz-Schaeffer, Ingo (2000): Sozialtheorie der Technik. Frankfurt a. M./New York: Campus
- Spath, Dieter (Hg.) (2013): Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0 (Oliver Ganschar, Stefan Gerlach, Moritz Hämmerle, Tobias Krause, Sebastian Schlund; Fraunhofer IAO). Stuttgart: Fraunhofer Verlag

- Strauss, Anselm (1978): *Negotiations: Varieties, Processes, Contexts, and Social Order*. San Francisco: Jossey-Bass
- Strauss, Anselm/Corbin, Juliet (1996): *Grounded Theory. Grundlagen qualitativer Sozialforschung*. Weinheim: Beltz
- Sydow, Jörg (1985): *Der soziotechnische Ansatz der Arbeits- und Organisationsgestaltung*. Frankfurt a. M., New York: Campus
- Voß, G. Günter/Pongratz, Hans J. (Hg.) (1997): *Subjektorientierte Soziologie*. Opladen: Leske + Budrich
- Weltz, Friedrich (1991): *Der Traum von der absoluten Ordnung und die doppelte Wirklichkeit der Unternehmen*. In: Hildebrandt, Eckart/Seltz, Rüdiger (Hg.), *Betriebliche Sozialverfassung unter Veränderungsdruck*. Berlin: edition sigma, S. 85-97
- Weyer, Johannes (2006): *Modes of Governance of Hybrid Systems. The Mid-Air Collision at Ueberlingen and the Impact of Smart Technology*. In: *STI-Studies* 2, S. 127-149
- Wolf, Harald (1999): *Arbeit und Autonomie. Ein Versuch über Widersprüche und Metamorphosen kapitalistischer Produktion*. Münster: Westfälisches Dampfboot