

Media play a central role within industrial organizations. They enable communication amongst employees, but also serve as a means of control for the management. This article engages with this issue by closely examining such “media boundary objects,” which provide for a certain flexibility on the factory floors. This is essential for keeping up production. The concept of media boundary objects becomes particularly productive when considering a historical case study of steel factories organized by the Taylor-system. Here, “media of industrial production” such as tables, nomograms and slide rule devices were used to properly operate metal working lathes. In this context, media that provided for a certain flexibility were more likely to stabilize industrial production.

1 / Dieser Artikel basiert – stark gekürzt und signifikant verändert – auf dem Kapitel „Vertafeltes Betriebswissen: Nomographische Kalkulation“ meiner 2011 abgeschlossenen Dissertation, erschienen als Florian Hoof: *Engel der Effizienz. Eine Mediengeschichte der Unternehmensberatung*, Konstanz 2015. Die verwendeten Abbildungen stammen zum großen Teil aus der ingenieurwissenschaftlichen Sammlung der ETH Zürich, bei der ich mich hiermit bedanke.

2 / Walter Hebeisen: *F. W. Taylor und der Taylorismus. Über das Wirken und die Lehre Taylors und die Kritik am Taylorismus*, Zürich 1999, S. 58.

Florian Hoof, “Speed Metal”. Medien industrieller Produktion und tayloristische Arbeitsorganisation¹

1 1900—*The Art of Cutting Metals*

Die Pariser Weltausstellung von 1900 wartete mit den zu dieser Zeit üblichen Sensationen auf – Glaspaläste, spektakuläre Illuminationen, große und größere Maschinen sowie große und noch größere Waffen. Doch die eigentliche Sensation war um einiges unscheinbarer oder zumindest auf den ersten Blick unspektakulärer. Es handelte sich dabei um ein neuartiges System zur Stahlbearbeitung, das die amerikanische Bethlehem Steel Company an ihrem Stand ausstellte.² Wenige Jahre später erscheint eine Beschreibung des dort erstmals der Öffentlichkeit vorgestellten Schnellschnittstahlverfahrens in Buchform. Dabei handelte es sich um kein gewöhnliches Buch, bestand es doch aus unzähligen, bis zu dreißig Zentimeter langen, großformatigen Ausklapp-Plänen, technischen Zeichnungen, Tabellen, mathematischen Formeln und Photographien. Schon diese Aufmachung war eigentlich der Versuch, die restriktive Medienform Buch zu umgehen. Dieser Workaround forderte seinen Preis, nicht nur bei den Arbeitern in den Industriebetrieben, nachdem dieses System dort weltweit zum Einsatz kam, sondern auch bei dem Herausgeber, der American Society of Mechanical Engineers. Das aufwendige, 248-seitige Buch, das eigentlich kein Buch sein wollte, erschöpfte das Publikationsbudget der wichtigsten ingenieurwissenschaftlichen Gesellschaft der USA auf mehrere Jahre hinaus. Doch das sollte sich lohnen. *On The Art of Cutting Metals*³ avancierte zu einer vielfach übersetzten und weltweit rezipierten Schlüsselpublikation der entstehenden Disziplin der

3 / Frederick Winslow Taylor: *On the Art of Cutting Metals*, New York 1906; ders.: "On the Art of Cutting Metals", in: *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers* 28 (1906), S. 31-350. Eine bearbeitete deutsche Übersetzung erscheint zwei Jahre später in Frederick W. Taylor / A. Wallichs: *Über Dreharbeit und Werkzeugstähle*, Berlin 1908.

4 / Edwin Layton: "Mirror-Image Twins. The Communities of Science and Technology in 19th-Century America", in: *Technology and Culture* 12/4 (1971), S. 562-580, hier S. 575.

5 / Robert Kanigel: *The One Best Way. Frederick Winslow Taylor and the Enigma of Efficiency*, London 2000.

6 / Frederick W. Taylor: *The Principles of Scientific Management*, Norwood, MA 1911; Grundzüge dieses Systems schon in F. W. Taylor: "Shop Management", in: *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers* 24 (1903), S. 1337-1480.

7 / Vgl. etwa den Bericht der vom amerikanischen Senat eingesetzten 'Hoxie Commission' zu den Auswirkungen dieses Systems auf die amerikanischen Arbeiter: Robert F. Hoxie: *Scientific Management and Labor*, New York 1915.

8 / Vgl. etwa Michel Crozier / Erhard Friedberg: *Macht und Organisation. Die Zwänge kollektiven Handelns*, Königstein i.Ts. 1979; Willi Küpper / Günther

Ingenieurwissenschaft. Darin beschreibt Frederick W. Taylor mit "mathematical rigor"⁴ die optimale Methode, *the one best way*⁵ der spanenden Metallbearbeitung. Parallel entwickelte er als Voraussetzung für diese Produktionsweise das "Scientific Management"⁶, ein Arbeitssystem der Fabrikorganisation, das mit der zum Dogma erhobenen Trennung von Kopf- und Handarbeit unter der Bezeichnung *Taylorismus*, zwanzig Jahre vor der Einführung des Fließbands, zum Archetypen einer starren, menschenfeindlichen Produktionsorganisation avancierte.⁷ Es eignete sich besonders bei repetitiven, monotonen und fertigungsintensiven Branchen, etwa in der industriellen Massenproduktion von Metall, Fleisch oder Textilien.

War die ursprüngliche Publikation von Taylors hermetischem Produktionssystem eine kreative Herangehensweise an das Medium Buch, interessiert mich im Folgenden, wie sich diese strikten, normativen Vorgaben des *one best way* mit den lokalen Gegebenheiten und sozialen Praktiken auf den *factory floors* vereinbaren ließen. Es geht also um die Frage, ob und, wenn ja, wie sich ein derart rigides System in einer wirtschaftlichen Organisation überhaupt stabil betreiben lässt. Die dabei verfolgte These lautet, dass eine gewisse Flexibilität zwischen normativen Vorgaben und konkreter Umsetzung für die Funktionsfähigkeit eines solchen Organisationssystems unabdingbar ist. Die Arbeits- und Organisationssoziologie hat in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass die Funktionsfähigkeit einer Organisation nicht nur auf exemplifizierten Regeln beruht, sondern gerade auch auf einer Vielzahl informeller Handlungsakte.⁸ Ein Unternehmen, dessen Mitarbeiter ausschließlich „Dienst nach Vorschrift“ verrichten, ist gerade aus diesem Grund in der Regel nicht mehr handlungsfähig. Im Folgenden argumentiere ich, dass die Flexibilität durch „Medien industrieller Produktion“ gewährleistet wird, die zwischen den exakten wissenschaftli-

Ortmann: *Mikropolitik. Rationalität, Macht und Spiele in Organisationen*, Opladen 1988.

9 / Zur Konzeption vgl. Florian Hoof: "The Media Boundary Objects Concept: Theorizing Film and Media", in: Bernd Herzogenrath (Hg.), *Media Matter. The Materiality of Media, Matter as Medium*, New York et al. 2015, S. 180–200. Zur Positionierung des Konzepts im Kontext der *sociomateriality studies* und unter historischer Perspektive siehe Anm. 27.

10 / Zum Begriff des Workaround siehe Sebastian Gießmann / Gabriele Schabacher: „Umwege und Umnutzung oder: Was bewirkt ein ‚Workaround‘?“ in: *Diagonal* 35 (2014), Themenheft: Umnutzung. Alte Sachen, neue Zwecke, S. 13–26.

11 / Richard Edwards: *Contested Terrain. The Transformation of the Workplace in the Twentieth Century*, New York 1979.

chen Vorgaben der Ingenieure und Unternehmensberater und der konkreten Umsetzung dieser Normen durch die Beschäftigten in der Stahlindustrie stehen. Diese umfassen verschiedenste Tabellen, Rechengeräte und graphische Rechenblätter, die ich im Folgenden unter der Perspektive des *media boundary objects concept*⁹ fasse. Damit lässt sich die Form der Medien industrieller Produktion untersuchen, die einerseits lokale Handlungsflexibilität zulässt und andererseits als Teil eines hoch formalisierten Managementsystems Daten über den Produktionsprozess aggregiert, um diesen zu kontrollieren.

Diese Systemflexibilität, die sich konkret in industriellen Workarounds¹⁰ – etwa dem Umgehen oder der kreativen Interpretation bestehender Vorschriften – zeigt, ist als Teil betrieblicher Mikropolitiken weniger Ausdruck von Brüchen oder eskalierenden Konflikten. Vielmehr ist sie Bestandteil beständiger Aushandlungsprozesse, die zugleich durch Abweichung und Persistenz gekennzeichnet sind. Diese Mikropolitiken, die aus divergenten Wahrnehmungen, Interessenlagen, Organisationsstrukturen und vermittelnden wie auch trennenden Medien industrieller Produktion bestehen, sind der Gegenstand der nachfolgenden Analyse. Das übergeordnete *media boundary objects concept* dient in diesem Zusammenhang dazu, mikrosoziologische Beobachtungen von Praktiken der Improvisation und der Abweichung mit der Systemhaftigkeit industrieller Organisationen zusammenzudenken und in ein Modell zu überführen. Ziel ist es, den Stellenwert von Workarounds als Teil eines durch *media boundary objects* konturierten Geflechts verschiedener Interessen in wirtschaftlichen Zusammenhängen zu bestimmen. Dort bilden sich, vermittelt und ermöglicht durch Medien industrieller Produktion, macht- und konfliktdurchzogene Aushandlungsarenen. Diese lokal begrenzten "contested terrains"¹¹ innerhalb wirtschaftlicher Organisationen nehmen langfristig ebenso Einfluss auf die Entwicklung eines Unternehmens wie ad hoc

12 / Ansätze dieses Zuschnitts finden seit geraumer Zeit auch im Bereich einer film- und medientheoretischen Perspektive Resonanz. Vgl. Florian Hoof: „Ist jetzt alles Netzwerk?“ Mediale ‚Schwellen- und Grenzobjekte“, in: ders. / Eva-Maria Jung / Ulrich Salaschek (Hg.), *Jenseits des Labors. Transformationen von Wissen zwischen Entstehungs- und Anwendungskontext*, Bielefeld 2011, S. 45–62; Hoof, Engel der Effizienz; ders., The Media Boundary Objects Concept; Erhard Schüttpelz / Sebastian Gießmann: „Medien der Kooperation“, in: *Navigationen* 15/1 (2015), S. 7–55.

13 / Ausführlich zum Verhältnis von Wirtschafts- und Mediengeschichte und zu einer beide Bereiche übergreifenden medien-epistemologischen Perspektive vgl. Hoof, Engel der Effizienz, S. 36–44.

14 / Harry Braverman: *Die Arbeit im modernen Produktionsprozess*, Frankfurt a. M. / New York 1977.

15 / Vgl. Braverman, *Die Arbeit im modernen Produktionsprozess*, S. 136–137.

16 / Niels Beckenbach: *Industriesozio-logie*, Berlin / New York 1991, S. 166.

17 / Edwards, *Contested Terrain*, S. 110.

getroffene Steuerungsentscheidungen oder ein sich veränderndes Marktumfeld. Mit der Fokussierung auf die dabei eingesetzten Medien leistet der Artikel einen Beitrag, bestehende Ansätze der Wirtschaftsgeschichte um eine medien- und wissensgeschichtliche Perspektive zu ergänzen.¹²

II *Scientific Management zwischen Disziplin und Effizienz*

Verschiedene Ansätze innerhalb der Wirtschaftsgeschichte haben das Scientific Management bereits ausführlich untersucht und sind dabei zu sehr unterschiedlichen Bewertungen gelangt.¹³ Aus einer (neo-)marxistischen Perspektive wird es als substantielle Entwertung menschlicher Arbeit durch die Trias von Mechanisierung, Verwissenschaftlichung und Arbeitsteilung aufgefasst.¹⁴ Zentral ist dabei die Zergliederung von Arbeit in die Bereiche ‚Entscheidung‘ und ‚Ausführung‘ bzw. Kopf- und Handarbeit, zu der die Unternehmensleitungen dann in der Lage sind, wenn sie Zugriff auf das produktionsrelevante Wissen erhalten. Dazu setzt das Wirtschaftsmanagement neben Zeitstudien auch photographische und filmische Verfahren ein, um sämtliche Aspekte des Produktionsprozesses zu dokumentieren.¹⁵ An dieser Interpretation wurde kritisiert, dass dies „eher die Extremsituation eines bestimmten Kontrolltyps“¹⁶ beschreibt. Weder sind normative Managementtheorien, wie der Taylorismus, in der Vergangenheit beständig erfolgreich gewesen, noch erklärt sich damit die spezifische Form der jeweiligen Managementkonzeption, die sich am Ende durchsetzt.¹⁷ Zudem bleibt unklar, wie die dabei eingesetzten Medien des Managements von Seiten der Beschäftigten, jenseits eines angenommenen Kontroll- und Disziplinierungsdeterminismus, verwendet wurden.

Gegen neo-marxistische Ansätze grenzen sich Theorien ab, die das Scientific Management als Entwicklung hin zu einer beständig steigenden Pro-

18 / Alfred D. Chandler, Jr.: *The Visible Hand. The Managerial Revolution in American Business*, Cambridge, MA 1977.

19 / Vgl. Roy Stager Jacques: "History, Historiography and Organization Studies. The Challenge and the Potential", in: *Management & Organizational History* 1 (2006), S. 31–49, hier S. 31.

20 / Die Zuspitzung auf diese beiden Positionen geschieht in exemplarischer Weise, um die Forschungslücke idealtypisch zu markieren. Eine Reihe von Konzepten der Wirtschaftsgeschichte gehen auch auf die Mikro- und Meso-Ebene in der Diskussion des Scientific Management ein. Exemplarisch dafür etwa: Edwards, *Contested Terrain*.

21 / Ausführlicher dazu siehe Hoof, *Engel der Effizienz*, S. 38–40.

22 / Zur Spezifität ökonomischer Organisationsformen vgl. Hoof, „Ist jetzt alles Netzwerk?“.

duktionseffizienz – im Sinne einer Verbesserung bestehender technologischer und logistischer Verfahren – charakterisieren.¹⁸ Veränderungen werden hier der Logik einer stetig fortschreitenden Moderne zugeschrieben, die Prozesse rationaler und damit effektiver gestaltet. An dieser Auffassung wurde wiederum kritisiert, dass sie mit stark teleologischen Setzungen, etwa bezüglich der Konzeption von Effizienz operieren. Es handele sich dabei im Grunde nicht um eine historische, sondern um eine evolutionistische Perspektive.¹⁹ Medien werden hier als Teil eines Modernisierungsprozesses verstanden, ohne näher auf die daran ange-koppelten Praktiken in den wirtschaftlichen Organisationen einzugehen. Während neo-marxistische Ansätze die übergeordnete Disziplinierungs- und Kontrollperspektive hervorheben, setzt die evolutionistische Strömung ebenfalls auf eine makro-orientierte Forschungsperspektive, indem sie auf fortschreitende Effizienzgewinne fokussiert.²⁰ Der Gebrauch von Medien spielt in ihrer Konzeption nur eine untergeordnete Rolle, Mikro- und Meso-Phänomene finden dabei wenig Beachtung.²¹ Diese beiden sehr unterschiedlichen Charakterisierungen des Scientific Management verweisen auf eine medien- und wissensgeschichtliche Leerstelle: Wie ist der Raum, der sich zwischen normativer Setzung und der konkreten Umsetzung eines solchen Systems aufspannt, zu erfassen? Wie wird die für die Funktionsfähigkeit eines Produktionssystems notwendige Flexibilität garantiert? Für das Scientific Management betrifft dies die Frage, inwieweit die postulierte Trennung von Hand- und Kopfarbeit absolut gesetzt ist, wäre doch eine Grundvoraussetzung für Flexibilität gerade deren Verschränkung. Aus einer medienwissenschaftlichen Perspektive rücken dabei die Medien der industriellen Produktion in den Mittelpunkt, die zwischen den unterschiedlichen Positionen und sozialen Welten innerhalb einer heterogenen, wirtschaftlichen Organisation, wie einer Fabrik,²² vermitteln und so den sozialen Frieden oder

23 / Susan L. Star / Karen Ruhleder: “Steps Toward an Ecology of Infrastructure: Design and Access for Large Information Spaces”, in: *Information Systems Research* 7/1 (1996), S. 111–134, hier S. 128.

24 / Vgl. *American Machinist. A Journal for Engineers, Founders, Boiler Makers, Pattern Makers and Blacksmiths*.

aber zumindest die Funktionalität solcher Organisationsformen garantieren. Daraus ergibt sich eine übergreifende Fragestellung, an der ich mich im Folgenden orientiere: Wie verhält sich das System des Scientific Management – charakterisiert durch Mechanisierung, Verwissenschaftlichung und das Prinzip der Arbeitsteilung – zu den Möglichkeitsbedingungen für lokale Handlungsflexibilität und damit zu “workarounds”?²³ Welche Medien der industriellen Produktion konturieren diese Bedingungen und gruppieren sich um den *one best way*, das vermeintlich perfekte normative System?

III *Spanende Metallverarbeitung als „soziomaterielles“ Szenario*

Gegenstand der folgenden Fallstudie ist die spanende Metallverarbeitung in der Industrie zwischen 1900 und 1930, und dabei ein spezieller, aber entscheidender Maschinentyp: die Drehmaschine. Die Analyse stützt sich auf einen Korpus ingenieurwissenschaftlicher Fachzeitschriften, die sich, wie etwa der *American Machinist*, an “Engineers, Founders, Boiler Makers, Pattern Makers and Blacksmiths”²⁴ richten. Gegenstand dieser Zeitschriften ist weniger wissenschaftliche Theoriebildung, sondern die konkrete Anwendung neuer Wissensbestände in der Industrie: zum Beispiel die theoretischen Erkenntnisse der Ingenieurwissenschaft bei der Praxis der spanenden Metallverarbeitung. Wie diese strikt normativen Vorgaben in Kombination mit dem tayloristischen System der Arbeitsorganisation und der beteiligten Belegschaft auf den *factory floors* von den Drehern konkret umgesetzt werden, steht im Mittelpunkt der Fallstudie. Die in den Publikationen diskutierten Erkenntnisse der Ingenieurwissenschaft über die Metallverarbeitung sind an eine spezifisch-historische Situation gekoppelt. Der Boom der Ingenieurwissenschaften ab 1880

25 / Layton, Mirror-Image Twins, S. 576.

26 / Vgl. Susan L. Star / James R. Griesemer: "Institutional Ecology, 'Translations' and Boundary Objects. Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39", in: *Social Studies of Science* 19 (1989), S. 387-420.

27 / Vgl. Hoof, The Media Boundary Objects Concept; ders., Engel der Effizienz; ders.: "Have We Seen It All Before?" A 'Sociomaterial' Approach to Film History", in: Alberto Beltrame / Giuseppe Fidotta / Andrea Mariani (Hg.), *At the Borders of (Film)History, Proceedings of the XXI International Film Studies Conference Udine*, Udine 2015, S. 347-358; ders., „Ist jetzt alles Netzwerk?“.

28 / Wanda J. Orlikowski: "Sociomaterial Practices: Exploring Technology at Work", in: *Organization Studies* 28/9 (2007), S. 1435-1448.

29 / Exemplarisch etwa JoAnne Yates: *Control through Communication. The Rise of System in American Management*, Baltimore / London 1989.

30 / Vgl. Andrew Pickering: *The Mangle of Practice: Time, Agency and Science*, Chicago 1995.

markiert einen epistemologischen Bruch in der Vorstellung, was wissenschaftliches ‚Wissen‘ ist. Auf der einen Seite stehen die Wissenschaftler "[who] seek to know", auf der anderen Seite die anwendungsorientierten Techniker "[who] seek [...] to do".²⁵ Dabei handelt es sich um einen Grundwiderspruch, der sich nicht auflösen lässt und der sich als eine Konfliktlinie innerhalb der angewandten Wissenschaften wiederfindet. Die in diesem Zusammenhang diskutierten Medien industrieller Produktion lassen sich im Anschluss an das von James Griesemer und Susan Leigh Star entwickelte Konzept der "boundary objects"²⁶ als *media boundary objects*²⁷ konzipieren, in denen die unterschiedlichen Logiken von Wissenschaft und anwendungsorientierten Techniken zusammenstoßen. Methodologisch orientiere ich mich hier an den "sociomateriality studies".²⁸ Sie entstanden unter anderem im Kontext der bestehenden historischen Forschung zu Organisation, Management und Kommunikation²⁹ und in Auseinandersetzung mit dem Konzept der "mangle of practice"³⁰ für die Organisations- und Managementtheorie und die Information Systems.

Gemäß dieser Perspektive sind Probleme und Störungen nicht die Ausnahme, sondern ein regelmäßig auftretendes und daher strukturbildendes Prinzip. Übertragen auf den Untersuchungsgegenstand lautet meine These daher, dass die spanende Metallverarbeitung im großindustriell organisierten Maßstab nur dann ‚störungsfrei‘ abläuft, wenn die Möglichkeit besteht, die auf wissenschaftliche Erkenntnis gestützten normativen Vorgaben der tayloristischen Fabrikorganisation in der konkreten Situation zu unterlaufen. Nur so stellt sich eine grundlegende soziomaterielle Stabilität ein, die für eine reibungslose, industrielle Fabrikorganisation grundlegend ist. Dafür bedarf es einer Dimension innerhalb der Organisationsstruktur, die eine größtmögliche Flexibilität im Umgang mit normativen Strukturen erlaubt. Deren Beschaffenheit werde ich als ein

31 / Vgl. Edwin Layton: *The Revolt of the Engineers. Social Responsibility and the American Engineering Profession*, Baltimore 1986, S. 6.

32 / Ebd. Zur kritischen Einordnung siehe Peter Meiksins: "The 'Revolt of Engineers' Reconsidered", in: *Technology and Culture* 29/2 (1988), S. 219-246.

33 / Vgl. Karl-Heinz Manegold: „Geschichte der technischen Hochschulen“, in: Laetitia Boehm / Charlotte Schönbeck (Hg.), *Technik und Bildung*, Düsseldorf 1989; Wolfgang König: „Stand und Aufgaben der Forschung zur Geschichte der deutschen Polytechnischen Schulen und Technischen Hochschulen im 19. Jahrhundert“, in: *Technikgeschichte* 48/1 (1981), S. 47-67.

34 / Vgl. Tom F. Peters: *Building the Nineteenth Century*, Cambridge, MA 1996.

35 / Vgl. Stephen R. Barley/Gideon Kunda: "Design and Devotion. Surges of Rational and Normative Ideologies of Control in Managerial Discourse", in: *Administrative Science Quarterly* 37 (1992), S. 363-399; Walter H.G. Armytage: *A Social History of Engineering*, London 1976; Monte A. Calvert: *The Mechanical Engineer in America 1830-1910. Professional Cultures in Conflict*, Baltimore 1967.

36 / Layton, *The Revolt of the Engineers*, S. 1.

System von sich überlagernden *media boundary objects* fassen. Diese stellen die Möglichkeitsbedingungen für konkrete, auf lokalem Wissen basierende Workarounds dar, die den Beschäftigten flexible Handlungsmöglichkeiten eröffnen.

IV *Revolt of the Engineers*

Die Maschinenbauingenieure avancierten zwischen 1880 und 1920 zur bestimmenden Berufsgruppe in den Großunternehmen der westlichen Industrieländer. Bestand der Berufsstand des Ingenieurs in den USA 1880 noch aus 7000 Personen, hatte er sich bis 1920 um 2000 Prozent, auf 136.000 Personen, vergrößert. Nicht zuletzt durch ihren "obsessive concern for social status"³¹ gelang es ihnen, Schlüsselpositionen in den sich entwickelnden Großunternehmen zu besetzen. Ähnliche Entwicklungen vollzogen sich auch in den anderen großen Industrieländern. Die industrielle Revolution war zugleich auch eine "Revolt of the Engineers",³² ein Projekt der Ingenieurwissenschaften, das nicht nur durch deren wissenschaftliche Fortschritte getragen, sondern auch durch sie gelenkt und gemanagt wurde. Dazu trug auch die Gründungswelle technischer Hochschulen in den USA, Frankreich und Deutschland bei, die sich bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts fest in der Wissenschafts- und Forschungslandschaft etablierten.³³ Das Ingenieurwesen entwickelte sich zu einer Schnittstellendisziplin³⁴ zwischen wissenschaftlichem Anspruch und wirtschaftlicher Notwendigkeit.³⁵

"The engineer is both a scientist and a businessman. Engineering is a scientific profession, yet the test of the engineer's work lies not in the laboratory, but in the marketplace."³⁶

$$V = \frac{\text{Constant} \left(1 - \frac{8}{7(32r)} \right)^*}{F^{\frac{2}{5}} + \frac{2.12}{5 + 32r} \left(\frac{48}{32r} D \right)^{\frac{2}{5}} + 0.06 \sqrt[3]{32r + \frac{0.8(32r)}{6(32r) + 48D}}} \quad [\text{A}]$$

¹ Formel zur Berechnung der Einstellungsparameter für Drehmaschinen.

Daraus resultierten eine Reihe von Grundsatzkonflikten um die Frage nach der Wissenschaftlichkeit auf der einen Seite und der Anwendungsorientierung auf der anderen Seite. Gerade die häufig aus dem wissenschaftlichen Kontext übernommenen komplexen Berechnungsgrundlagen stießen auf der Ebene des betrieblichen Alltags auf Hindernisse. Wissenschaftliche Kalkulationsverfahren waren sehr aufwendig und zeitintensiv und daher für viele Bereiche der industriellen Produktion nicht mehr praktikabel. Außerdem setzten anspruchsvolle Kalkulationsroutinen ausgebildetes Fachpersonal mit den notwendigen mathematischen Grundlagen voraus, an dem es oft mangelte.

Diese epistemologische Wissenskonstellation stellt den Ausgangspunkt für die normativen Vorgaben der Ingenieurwissenschaft dar, die in den Unternehmen auf den *factory floors* umgesetzt werden sollten. Im Folgenden rekonstruiere ich eine Kaskade von – vorläufig als „Medien industrieller Produktion“ bezeichneten – soziomateriellen Praktiken, die genau auf dieses Problem gerichtet sind: die Balance zwischen exaktem Rechnungsschritt und dessen industrieller Anwendung zu finden und diesen Zustand in einem medialen Schwellenobjekt auf Dauer zu stellen.

v *Adaption empirischen Wissens auf den factory floors*

Der zu dieser Zeit neueste Stand der Werkstoffkunde für die Metallverarbeitung durch Drehmaschinen ließ sich auf eine mathematische Formel¹ bringen. Damit konnte die Bearbeitungsgeschwindigkeit der Drehmaschinen so bestimmt werden, dass die Bearbeitung möglichst schnell, aber nicht zu schnell erfolgt. Eine zu hohe Geschwindigkeit hätte unweigerlich zu einem erhöhten Werkzeugverschleiß geführt. Der Vorteil einer schnelleren Bearbeitung wäre durch die dann notwendigen Reparaturpausen und möglichen Schäden an den Werkstücken zunichte gemacht worden. Das

12-13
10-11 / 20

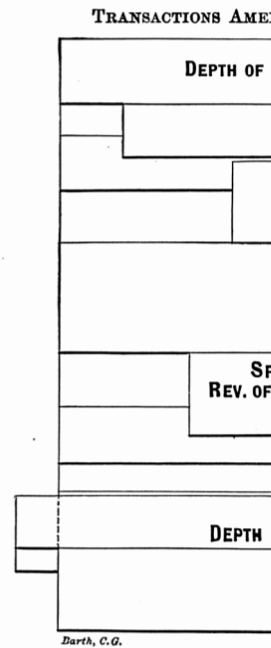
ilinx 4, 2017
Hoof, Speed Metal

37 / Taylor, The Principles of Scientific Management, S. 25.

mit der Formel verbundene Produktionssystem für Schnellschnittstahl stellte eine der Neuheiten der Weltausstellung von 1900 in Paris dar und avancierte anschließend als *The Art of Cutting Metals* zu dem eingangs erwähnten ingenieurwissenschaftlichen Standardwerk. Die neue Methode versprach nicht weniger als die Abschaffung der verbreiteten "rule of thumb"-Praktiken³⁷ bei der Bedienung von Drehmaschinen. Ungenaues Erfahrungswissen und erprobte lokale Problemlösungen sollten durch verifizierbare, überprüfbare und von zentraler Stelle zu bestimmende Standards ersetzt werden.

Gelingen sollte dies durch die Anwendung der dem Schnellschnittstahl-System zugrundeliegenden Formel. Sie beschreibt das für die Wirtschaftlichkeit entscheidende Verhältnis von Schnittgeschwindigkeit V zu Werkzeugverschleiß in Abhängigkeit von einem Wert C . Berücksichtigt werden dabei Variablen wie der Radius der Werkzeugspitze r , die Schnitttiefe D , und die Vorschubgeschwindigkeit F . Der Wert C ergibt sich teilweise hieraus sowie aus bis zu zwölf weiteren Faktoren, wie beispielsweise der Art der Kühlung, der Form des Schnittwerkzeuges oder der Härte des zu bearbeitenden Werkstoffs. Der Urheber der Formel, Frederick W. Taylor, hatte nach gut 26-jähriger Experimentiertätigkeit in etwa 30.000 Einzelversuchen genügend Werte gesammelt, um das Bearbeiten von Schnellschnittstahl zu objektivieren. Mathematiker seines Teams wandelten die Werte anschließend durch logarithmische Annäherungen – der Überführung konkreter Messwerte in ein verallgemeinerbares mathematisches Funktionssystem – in die besagte Formel um. Metallbearbeitung mit der Drehmaschine verfügte nun über eine wissenschaftlich-objektive Basis, mit der – rein theoretisch – die Produktionsgeschwindigkeit um das Fünffache gesteigert werden konnte.

2 Der 1904 patentierte Rechenschieber.



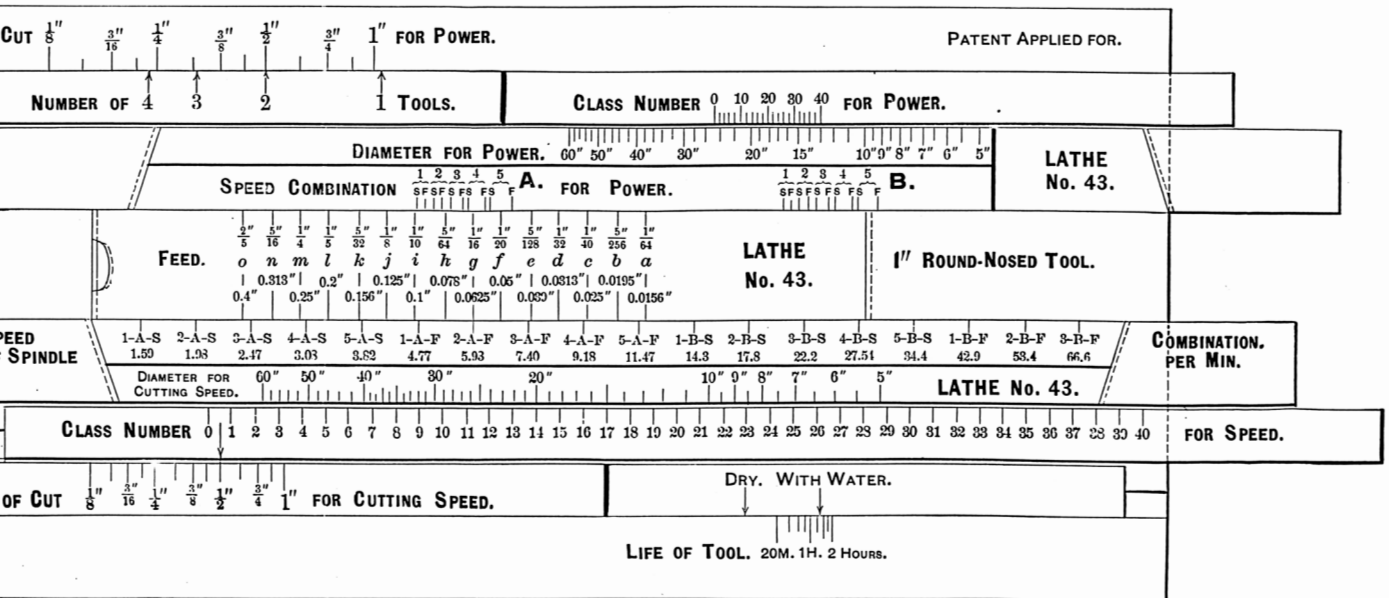


FIG. 5.

Am. Bank Note Co., N.Y.

38 / Vgl. Kanigel, The One Best Way, S. 237.

Um dieses System, basierend auf experimenteller Werkstoff- und Zerspaltungsanalyse, in den Fabriken auch tatsächlich verwenden zu können, musste es in einem weiteren Schritt für den alltäglichen Maschinenbetrieb adaptiert werden. In Gestalt der wissenschaftlichen Formel, soviel war schnell klar, ließ sich das Wissen auf betrieblicher Ebene nicht verwenden. Es dauerte schlicht zu lange, die mathematisch exakten Vorgaben jeweils für die einzelnen Arbeitsvorgänge zu berechnen. Ein Nebeneffekt bestand darin, dass die Beschäftigten die Arbeiten notgedrungen doch wieder auf die herkömmliche Art und Weise verrichteten.³⁸ Die Vorgaben und Berechnungspraktiken waren paradoxerweise zu exakt, als dass sie dem Ziel einer effizienten Produktion entgegengekommen wären. Zuvor für die Einstellungsparameter der Drehmaschinen verwendete Darstellungsformen wie etwa die tabellarische Auflistung stießen bei einer Formel, die bis zu zwölf Variablen enthielt, an ihre Grenzen. Auf tabellarischem Weg konnten nur maximal drei Variablen für die Ermittlung der Einstellungsparameter berücksichtigt werden.

Erst in der Form des logarithmierten Rechenschiebers² fand das empirische Wissen Anwendung in der Wirtschaft. Damit war eine Abweichung vom ursprünglich zugrundeliegenden graphischen Rechenverfahren zur Ermittlung der Betriebsparameter verbunden. Mit diesem mathematischen

39 / Vgl. Taylor, *The Principles of Scientific Management*, S. 101–134.

Verfahren wurden in einem ersten Schritt die ermittelten Messreihen für verschiedene Parameter in ein mathematisches Funktionssystem umgewandelt. Daraus ließen sich anschließend die benötigten Werte durch graphisches Rechnen ermitteln. Derart aufwendige Rechenverfahren – für jeden Einzelfall musste eine eigene Berechnung durchgeführt werden – ließen sich durch die Logarithmierung der Funktionen, also deren Umwandlung von einer mathematisch exakten Kurvenfunktion in eine lineare Funktionsskala, vereinfachen. Die Abkehr vom exakten Rechnungsschritt hin zu einer durch Interpolation geschaffenen und dadurch aus ungenauen Annäherungswerten bestehenden Funktionsskala ermöglichte erst die Erstellung von Rechenschiebern. Die auf dem Prinzip der Linie beruhenden Skalen ließen sich, anders noch als die graphische Form der mathematischen Funktionen, gegeneinander verschieben und so in Relation zueinander setzen. Etwas Übung vorausgesetzt, gelang es relativ schnell, die für einen bestimmten Arbeitsschritt benötigten Maschinenparameter zu bestimmen. Indem man die verschiedenen Funktionsskalen gegeneinander verschob, ließen sich Variablen wie der Durchmesser des Werkstücks, die Metallqualität oder das verwendete Schnittwerkzeug berücksichtigen. Die Rechenschieber wurden allerdings nicht von den Drehern an den Maschinen bedient, sondern von ‚Funktionsbeamten‘, die im hierarchisch strukturierten *functional foremanship*-System organisiert waren.³⁹ Innerhalb dieses Systems waren Planung und Ausführung von Arbeitsschritten strikt getrennt und an einzelne Funktionsbeamte delegiert. Diese ermittelten getrennt vom eigentlichen Arbeitsprozess die verschiedenen Maschinenparameter mit dem Rechenschieber und trugen sie anschließend in sogenannte Arbeitsanleitungskarten ein, die an die jeweiligen Arbeiter vor Beginn ihrer Arbeitsschicht verteilt wurden. Auf der Ebene der *factory floors* bezweckten diese detaillierten Vorga-

40 / Dies war einer der Hauptschauplätze der Monopolisierung des betrieblichen Wissens durch das Management. Vgl. Braverman, *Labor and Monopoly Capital*.

41 / Zur Unterscheidung des Begriffs des expliziten und impliziten Wissens vgl. Michael Polanyi: *The Tacit Dimension*, London 1967.

ben, den Produktionsprozess zu kontrollieren und die Macht der Vorarbeiter zu brechen. Deren lokales Erfahrungswissen über ihre Abteilung sollte durch standardisierte Produktionsvorgaben ersetzt werden.⁴⁰

Gerade aber weil die Rechenschieber Teil eines hermetischen Funktionssystems waren, gab es erhebliche Probleme, diese radikale Form der Arbeitsteilung im betrieblichen Alltag umzusetzen. Die ersten Versuche des von Frederick Taylor geleiteten Unternehmensberaterenteams bei der Bethlehem Steel Company zeigten keine zufriedenstellenden Ergebnisse. Taylors Veröffentlichung zum Schnellschnittstahl wurde zwar zu einer der wichtigsten Publikationen der zweiten Sattelzeit im Bereich des Maschinenbaus, doch bei dem Versuch, diese Erkenntnisse anschließend umzusetzen, scheiterte er. Einerseits provozierten seine Versuche des radikalen Umbaus der Firmen Widerstand von Seiten der Arbeiter. Andererseits lag seinem System eine grundlegende Fehleinschätzung zugrunde. Er ging davon aus, dass es ihm mit seiner Methode endgültig gelungen sei, alles notwendige Wissen über den Produktionsprozess in eine formalisierte, explizite Form gebracht zu haben.⁴¹ Damit lag er allerdings falsch. Trotz der nun möglichen detaillierten Vorgaben bedurfte es doch noch gewisser Erfahrungswerte, um metallbearbeitende Prozesse durchführen zu können.

Der an zentraler Stelle aufbewahrte Rechenschieber zur Kalkulation der Maschinenzeiten entwickelte sich nicht zum *media boundary object*. Er war eher an dem Prinzip der Universalmaschine orientiert, die eine möglichst genaue Berechnung mathematischer Vorgaben erlauben sollte. Für die Arbeiter hielt dieses Prinzip keine niederschweligen und flexiblen Möglichkeiten zur Partizipation bereit – eine der Grundvoraussetzungen für ein mediales Schwellenobjekt. Der Rechenschieber war Ausdruck des Misstrauens gegenüber den Beschäftigten und bot ihnen keine Vorteile. Vielmehr adressierte er das Phantasma des Managements, über das gesamte betriebliche Wissen verfügen zu *wollen*. Die Beschäftigten wurden mit

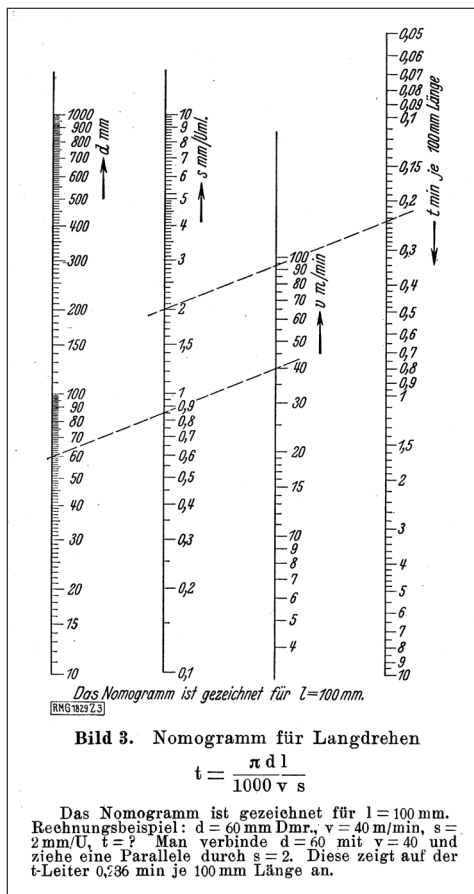
42 / Heidrun Homburg: „Anfänge des Taylorsystems in Deutschland vor dem ersten Weltkrieg. Eine Problemskizze unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitskämpfe bei Bosch 1913“, in: *Geschichte und Gesellschaft. Zeitschrift für historische Sozialwissenschaft* 4/1 (1978), S. 170–194.

43 / Irene Witte: *F. W. Taylor. Der Vater wirtschaftlicher Betriebsführung*, Stuttgart 1928, S. 6.

fertigen Berechnungen konfrontiert, die sie zu befolgen hatten. Ihre situative Problemlösungskompetenz hatte in diesem System keinen Platz mehr. Bei einer Maschinenstörung oder bei anderweitigen Vorkommnissen, beispielsweise bei wechselnden Metallqualitäten, ließen sich wegen fehlender Flexibilität die Probleme nicht umgehen oder mit einer Improvisation lösen. Der vorgesehene Wissenstransfer von den ingenieurwissenschaftlichen Experimenten auf die *factory floors* fand nicht wie gewünscht statt. Ganz im Gegenteil ergaben sich vermehrt Störungen im Produktionsablauf, weil ein Verzicht auf die lokale Problemlösungskompetenz der Mitarbeiter gleichzeitig auch den zeitlichen Puffer minimierte, mit dem umgehend vor Ort auf Störungen reagiert werden konnte.

VI *Das Medium der nomographischen Maschinenkarten*

Taylor hatte große Schwierigkeiten, sein in der mathematischen Formel konzentriertes Wissen in den Unternehmen auch tatsächlich in Gebrauch zu bringen. Davon zeugt allein der Aufwand, der betrieben wurde, um die ingenieurwissenschaftliche Logik des *one best way* in eine für den industriellen Produktionsalltag praktikable Form zu bringen. Doch auch diese umfangreichen Maßnahmen konnten regelmäßige Fehlschläge bei der Einführung des hermetischen Produktionssystems nicht verhindern. Das Taylor-System stand auch für das Auseinanderbrechen bisher gut funktionierender Firmenkulturen, wie es etwa die Streiks bei Bosch und Renault im Jahr 1913 exemplarisch zeigten.⁴² Die Bilanz einer Rationalisierungsexpertin über das System von Frederick Taylor fällt Ende der 1920er Jahre noch deutlicher aus: „Sein System wurde aber auch in diesem Lande [Deutschland], wie in keinem anderen, nicht einmal in Amerika, anerkannt und eingeführt.“⁴³



44 / Zur erstmaligen Beschreibung des nomographischen Prinzips vgl. Maurice d'Ocagne: *Nomographie. Les Calculs Usuels Effectués au Moyen des Abaques. Essai d'une Théorie Générale*, Paris 1891. Zur Anwendung für das Militär vgl. Maurice d'Ocagne: *Principes Usuels de Nomographie. Avec Application à Divers Problèmes Concernant l'Artillerie et l'Aviation*, Paris 1920. Zur Anwendung für Bauingenieure vgl. J. Gysin: *Tafeln zum Abstecken von Eisenbahn- und Strassen-Kurven in neuer Teilung*, Liestal 1885.

3 Nomogramm zur Einstellung der Drehmaschine.

Unabhängig von den Versuchen Taylors – ob nun in Form einer knappen Formel, eines Rechenschiebers oder einer tabellarischen Auflistung – setzte sich einige Jahre später mit der Nomographie ein anderes, erfolgreicherer Medium industrieller Produktion durch. Die Verfahren des graphischen Rechnens wurden ursprünglich entwickelt, um Straßenbauingenieuren und dem Militär schnelle mathematische Überschlagsrechnungen unter erschwerten Bedingungen, etwa in der Gefechtssituation oder im Gelände bei der Trassierung von Straßenverläufen, zu ermöglichen.⁴⁴ Doch ab den 1910er Jahren zeigte sich die Eignung der Nomographie verstärkt auch für die industrielle Metallverarbeitung.

Beispielhaft für das Funktionsprinzip ist ein Nomogramm für das Langdrehen³, in das mit zwei gestrichelten Linien auch ein exemplarisches Ablesbeispiel eingezeichnet ist. Das Langdrehen bezeichnet einen grundlegenden Arbeitsschritt an der Drehmaschine. Dazu wird das Werkstück eingespannt, in Rotation versetzt und mit dem Schneidwerkzeug so viel Material abgeschert, bis der benötigte Durchmesser erreicht ist. Um die gewünschten Parameter für eine Drehmaschine berechnen zu können, genügten zwei Schritte: Als Erstes wurde der Durchmesser des Werkstücks von 60 mm auf der linken Funktionsskala mit dem Wert der Vorschubgeschwindigkeit von 40 Metern pro Minute auf der zweiten Skala von links mit einer Geraden verbunden. Die so erhaltene Steigung der Gerade musste in einem zweiten Schritt nur noch parallel in den Wert der Schnitttiefe, in diesem Fall 2 mm pro Umdrehung, auf der zweiten Skala von links verschoben werden. Anschließend konnte die Zeit, die eine Maschine für ein 100 mm langes Werkstück benötigen würde, an der rechten Funktionsskala abgelesen werden.

Nomogramme waren billig herzustellen, Papier oder Pappe reichten aus, ließen sich beliebig vervielfältigen und mussten nicht an einem zentralen Ort aufbewahrt werden, wie noch der Rechenschieber von Taylor. Im

45 / H. Winkel: *Selbstanfertigung von Rechentafeln. 4. Der Ausbau der Leitertafeln*, Berlin 1925, S. 3.

46 / Das AWF veröffentlicht folgende Hefte in der Reihe „Selbstanfertigung von Rechentafeln“: 1. *Das Rechnen mit Teilungen*. 1924; 2. *Anwendung des logarithmischen Linien-Netzes auf die Maschinenkarten des AWF*. 1924; 3. *Der Aufbau der Leitertafeln*. 1925; 4. *Der Ausbau der Leitertafeln*. 1925.

47 / Winkel, *Selbstanfertigung von Rechentafeln*, S. 3.

48 / K. Hegner: „Maschinenkarten“, in: *Maschinenbau. Gestaltung, Betrieb, Wirtschaft* 5/13–14 (1923), S. 575–578.

Gegensatz zum System der Rechenschieber waren die nomographischen Tafeln als *ergänzende* Rechenhilfe für die Beschäftigten gedacht. Falls doch einmal eine Berechnung nicht zu den erwünschten Ergebnissen führen sollte, so bestand immer, anders als bei starren, zentralen Vorgaben, die Möglichkeit, korrigierend einzugreifen. Der einfache Zugang zu den Nomogrammen und die daraus resultierenden praktischen Vorteile und Zeitersparnisse für die Belegschaft ließen sie zu einem akzeptierten *media boundary object* werden. Mit Hilfe nomographischer Tafeln waren rasch die neuen Einstellungen für den nächsten Arbeitsschritt zu ermitteln. Außerdem reichte ein durchschnittliches Verständnis für mathematische Berechnungen aus. Mathematisches Fachwissen wurde so umgangen und die dadurch möglichen Berechnungen erweiterten die Lösungskompetenz der Belegschaft in den Drehereien.

Im Gegensatz zu den Medien industrieller Produktion des tayloristischen Systems setzte sich in den 1920er Jahren – zumindest in Deutschland – die nomographische Methode als Standard bei der Berechnung von Maschinenparametern durch. Federführend dabei war der Ausschuss für wirtschaftliche Fertigung (AWF) und das Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit (RKW). Der AWF begann mit der Publikation von „Rechentafeln, die für bestimmte Aufgaben ausgearbeitet sind“ und mit der „Herausgabe von Merkblättern, die zur Selbstanfertigung solcher Tafeln anleiten“.⁴⁵ Die Merkblätter⁴⁶ erschienen im Beuth-Verlag als dünne, bis zu 30-seitige Anleitungsheftchen und sollten „auch dem mathematisch ungeschulten Leser die Vorzüge der Nomographie“⁴⁷ aufzeigen. Im RKW konstituierte sich ein Ausschuss für graphische Rechenverfahren und der AWF vertrieb ab 1922 sogenannte „AWF-Maschinenkarten“.⁴⁸ Mit einer der vorgefertigten Maschinenkarten wurde die Einstellung einer Produktionsmaschine von einer anspruchsvollen zu einer einfachen Ab-

49 / Friedrich A. Willers: „Bücherbesprechung: Graphisches Rechnen von K. Giebel“, in: *Werkstattstechnik* 19/22 (1925), S. 817.

lesetätigkeit. Implizites Erfahrungswissen der Facharbeiter wurde somit durch explizite Vorgaben des AWF ergänzt, aber dadurch nicht – wie im Fall des Rechenschiebers – ersetzt. Hinter der Nomographie stand, im Gegensatz zu den ungelerten Arbeitern des Taylorismus, mit dem Konzept des Facharbeiters auch ein anderes Mitarbeiterkonzept. Hier ging es nicht um das schnelle Anlernen von Arbeitern zu einfachen Tätigkeiten. Vielmehr standen die Pflege und das Bewahren des im Unternehmen vorhandenen Wissens der Belegschaft über die Produktion im Mittelpunkt. Die Nomographie setzt sich so massiv und schnell durch, dass Friedrich Willers, selbst ein exponierter Vertreter der angewandten Mathematik, im Jahr 1925 fast schon despektierlich von einer Modeerscheinung spricht: „Fast kommt man in Versuchung, von der Nomographie als einer Modesache zu sprechen; braucht man doch nur irgendeine technische Zeitschrift aufzuschlagen, um eine neue Art von Rechentafel behandelt, oder doch wenigstens eine Formel [...] in neuer Form vertafelt zu finden.“⁴⁹

Gerade diese Verbreitung fanden die rigiden Kalkulationssysteme des Taylorismus nicht, brachten sie doch keinen unmittelbaren Nutzen für die verschiedenen, innerhalb einer industriellen Organisation versammelten Interessensgruppen. Anders war es im Fall der nomographischen Maschinenkarten, die sich umgehend durchsetzten und für die nur wenig Überzeugungsarbeit geleistet werden musste. Im Gegensatz zu den Medien industrieller Produktion im Taylorismus fügten sie sich in die Logik der sich überlagernden unterschiedlichen *media boundary objects* ein. Die Nomographie erlaubte eine flexible Gestaltung eigener Arbeitsbereiche, die das Unterlaufen und Umgehen normativer Vorgaben miteinschloss, wenn es in einer Situation geboten schien. In dieser Situation verwandelten sich dann die Normierungen und Standardisierungen, die den Alltag innerhalb industrieller Organisation vorgaben, in ein – wenn auch flexibles – sozio-materielles Korsett, das einen robusten Produktionsablauf garantierte.

50 / Vgl. etwa Star / Ruhleder, Steps Toward an Ecology of Infrastructure; Susan L. Star: “This Is Not a Boundary Object: Reflections on the Origin of a Concept”, in: *Science, Technology and Human Values* 35/5 (2010), S. 601–617; Geoffrey C. Bowker et. al.: “Toward Information Infrastructure Studies: Ways of Knowing in a Networked Environment”, in: Jeremy Hunsinger / Lisbeth Klastrup / Matthew Allen (Hg.), *International Handbook of Internet Research*, Dordrecht 2010, S. 97–117.

VII *Medien industrieller Produktion*

Die hier aufgefächerten Medien industrieller Produktion – mathematische Formeln, Tabellen, Rechenschieber und nomographische AWF-Maschinenkarten – entstanden in einem Zeitraum von gut dreißig Jahren im Umkreis der Drehmaschine, einer der zentralen Produktionsmaschinen für die industrielle Revolution. Daraus lassen sich, abgesehen von der historischen Relevanz für die Ansteuerung von Drehmaschinen bei der spanenden Metallverarbeitung, einige grundlegende methodologische Überlegungen für eine medien- und wissensgeschichtliche Perspektive auf wirtschaftliche Organisationen ableiten.

Die vermehrte Verwendung und Erprobung verschiedener Medien industrieller Produktion deutet unter wissensgeschichtlicher Perspektive auf eine temporäre Störungszone hin. Sie wird verursacht durch die neue Wissensordnung der Ingenieurwissenschaft, die mit bestehenden soziomateriellen Strukturen in industriellen Organisationen in Konflikt steht. Aus einer infrastrukturellen Perspektive lässt sich dies als ein Changieren zwischen transparenter, weil etablierter Infrastruktur und wahrnehmbaren, weil eine Problemlage thematisierenden *boundary objects* verstehen. Erst wenn sich neue soziomaterielle Praktiken entwickeln, die diese Störungszone einhegen, werden die verwendeten Medien industrieller Produktion wieder zu Formen transparenter Infrastruktur.⁵⁰ Die Medien industrieller Produktion lassen sich demnach als *media boundary objects* fassen, die diese soziomaterielle Dimension bilden.

Ein wichtiger Aspekt dieser Dimension ist die ihr innewohnende Flexibilität. Sie ermöglicht es den Beschäftigten, sich in einem Spannungsfeld zwischen Ermöglichungsraum und der pragmatischen Einengung von

51 / Susan L. Star: "The Structure of Ill-Structured Solutions: Boundary Objects and Heterogeneous Distributed Problem Solving", in: Les Gasser / Michael N. Huhns (Hg.), *Distributed Artificial Intelligence, Vol. 2*, London 1989, S. 37–54.
52 / Dirk Baecker: „Die Verletzung der guten Sitten“, in: Nina Möntmann (Hg.), *Schöne neue Arbeit. Ein Reader zu Harun Farockis Film* Ein neues Produkt, Köln / Hamburg 2012, S. 55–66.

Handlungsspielräumen zu situieren. Dies ist weniger ein Versehen oder das Resultat eines schlecht durchdachten Managementsystems, sondern eine der grundlegenden Bedingungen für das Funktionieren von wirtschaftlichen Organisationen. Das Gegenteil wäre ein „Dienst nach Vorschrift“, der zwar haargenau den normativen Vorgaben der Betriebsorganisation folgt, paradoxerweise aber gerade dadurch ihre Funktionsfähigkeit bedroht. Die Existenz von Workarounds in industriellen Zusammenhängen verweist deshalb weniger auf eine potentiell instabile Situation, sondern ist vielmehr ein Garant für Systemstabilität.

Wendet man den Begriff des Workaround auf die Medien industrieller Produktion an, genügt es daher nicht, sich auf einer mikrosoziologischen Ebene den einzelnen Praktiken unter Berücksichtigung lokaler Gegebenheiten zu nähern. Es ist vielmehr geboten, diese Praktiken auch aus der Perspektive des Managements zu beleuchten. Aus dessen Blickwinkel können Workarounds dazu beitragen, den betrieblichen Frieden zu sichern, indem man bewusst "ill-structured solutions"⁵¹ in den Betriebsablauf integriert und die daraus entstehende Irritation nutzt, um die Mitarbeiter zu aktivieren und an das Unternehmen zu binden. Damit lässt sich das Potential von Abweichung und Persistenz, etwa in Form des schon in den 1930er Jahren entwickelten Konzepts der „Indifferenzzonen“⁵², als Management-Ressource nutzen. Hier soll gerade Uneindeutigkeit, die Absenz von Regeln und Vorgaben, die Mitarbeiter und ihre lokale Problemlösungskompetenz aktivieren. In dem Sinne sind industrielle Workarounds nie ausschließlich Räume der Ermächtigung oder einer im Sinne der Cultural Studies verstandenen Widerständigkeit, sondern immer schon Teil betrieblicher Mikropolitiken. Das macht sie aber gerade nicht unbedeutend, sondern zentral für das Verständnis wirtschaftlicher Organisationen unter einer medienwissenschaftlichen Perspektive.

53 / Vgl. etwa Paul E. Ceruzzi: *A History of Modern Computing*, Cambridge, MA 2003; Martin Campbell-Kelly / William Aspray: *Computer. A History of the Information Machine*, Boulder 2004.

54 / Vgl. Hoof, *The Media Boundary Concept*.

55 / Vgl. Hoof, *Engel der Effizienz*; Vinzenz Hediger: „Dann sind Bilder also nichts!“ Vorüberlegungen zur Konstitution des Forschungsfelds ‚Gebrauchsfilm‘, in: *montage a/v* 15/1 (2006), S. 11–22; Florian Hoof: „The One Best Way“. Bildgebende Verfahren der Ökonomie als strukturverändernder Innovationschub der Managementtheorie ab 1860“, in: *montage a/v* 15/1 (2006), S. 123–138.

56 / Anknüpfungspunkte bestehen hier an neuere Entwicklungen in der Technik- und Computergeschichte, etwa Thomas Haigh: „Inventing Information Systems: The Systems Men and the Computer, 1950–1968“, in: *Business History Review* 75/1 (2001), S. 15–61; Rebecca Slayton: *Arguments that Count: Physics, Computing, and Missile Defense, 1949–2012*, Cambridge, MA 2013; David Gugerli / Andreas Meier / Carl A. Zehnder / Daniela Zetti: „ETH Sharing als Konzept, Lösung und Problem. Ein Gespräch über Informatik im technikhistorischen Wandel“, in: *HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik* 51/6 (2014), S. 898–910.

Eine solche auf soziomaterielle Aspekte fokussierende Perspektive weicht von Ansätzen – etwa in der Computergeschichte – ab, die auf dem Narrativ der Universalmaschine oder auf der Abfolge von Gerätegenerationen oder technischen Plattformen beruhen.⁵³ Die hier beschriebenen Kalkulations- und Rechenverfahren lassen sich unter der Perspektive des *media boundary objects concept*⁵⁴ einer anderen Mediengeschichte zuordnen. Versteht man diese als Teil einer soziomateriellen Dimension, bestehend aus stabilisierenden und zugleich destabilisierenden *media boundary objects*, kommt der Gebrauch von Medientechnologien in den Blick und deren latente Relevanz für organisationale Systeme.⁵⁵ Eine solche *Gebrauchsgeschichte* der Medien nimmt eine Zwischenposition zu den etablierten Begrifflichkeiten wie ‚Technik‘, ‚Soziales‘ oder ‚Ästhetik‘ ein.⁵⁶ Das wiederum erfordert eine Medienwissenschaft, die sich in die Untiefen von Wirtschafts- und Industriearchiven begibt. Sie versetzt sich damit in die Lage, mediale Phänomene präziser beschreiben, definieren und abgrenzen zu können, weil sie Fragen nach der Materialität von Apparaturen auch auf deren zeitgenössischen soziomateriellen Gebrauch beziehen kann.