



Nora Thorade

## **Vernetzte Produktion**

**Computer Integrated Manufacturing (CIM)  
als Vorgeschichte von Industrie 4.0**

Nora Thorade

**Vernetzte Produktion.  
Computer Integrated Manufacturing (CIM)  
als Vorgeschichte von Industrie 4.0**

---

Friedrich-Ebert-Stiftung  
Bonn 2020

Herausgegeben vom  
Archiv der sozialen Demokratie  
der Friedrich-Ebert-Stiftung  
Godesberger Allee 149  
53175 Bonn

Kostenloser Bezug beim Archiv der sozialen Demokratie der Friedrich-Ebert-Stiftung:  
[public.history@fes.de](mailto:public.history@fes.de)

<https://www.fes.de/bibliothek/fes-publikationen>

Eine gewerbliche Nutzung der von der Friedrich-Ebert-Stiftung herausgegebenen  
Medien ist ohne schriftliche Zustimmung der Herausgeberin nicht gestattet.

© 2020 by Friedrich-Ebert-Stiftung, Bonn

Umschlag, Gestaltung und Satz:  
Maya Hässig (siebenzwoplus)

Redaktion:  
PD Dr. Stefan Müller (AdsD)

Bildnachweis Titelseite:  
Fließbandarbeiterinnen in der Fertigung von Unterhaltungselektronik. Steuerung des  
Arbeitstaktes und Produktionskontrolle unterliegen der Aufsicht eines Computers,  
Nürnberg, ca. 1989. Rechte: J. H. Darchinger/Friedrich-Ebert-Stiftung.

Druck:  
bub Bonner Universitäts-Buchdruckerei

Erste Auflage  
Printed in Germany 2020

ISBN 978-3-96250-742-8

# Inhalt

1	<b>Einleitung</b> .....	4
2	<b>Die Idee der Integration</b> .....	7
3	<b>Computersteuerung und rechnerunterstütztes Arbeiten</b> .....	9
4	<b>Die Informatisierung der Produktion in den 1970er- und 1980er-Jahren</b> .....	12
4.1	Das ICAM-Programm der US-Luftwaffe .....	14
4.2	Die Entwicklung von CIM in der Bundesrepublik .....	17
4.3	Die deutschen CIM-Modelle zwischen Theorie und Unternehmenspraxis .....	24
	Ausschuss für wirtschaftliche Fertigung .....	25
	CIM bei IBM .....	27
	Computer Aided Industry von Siemens .....	29
	Das Y-Modell von August Wilhelm Scheer .....	31
5	<b>CIM und die Arbeitswelt der Fabrik</b> .....	36
5.1	Rationalisierung der Tätigkeiten .....	38
5.2	Neuorganisation der Arbeit .....	39
5.3	Verlust von Arbeitsplätzen .....	43
6	<b>CIM in der sozialwissenschaftlichen Diskussion</b> .....	45
6.1	Qualifikation .....	46
6.2	Humanisierung .....	50
7	<b>Mitbestimmung in der Computerisierung der Fabrik</b> .....	54
7.1	Human Centred CIM .....	56
7.2	CIM-Projekt .....	57
8	<b>Fazit: CIM 2.0 oder Industrie 4.0</b> .....	60
	<b>Literatur</b> .....	65

# 1 Einleitung

„Wir befinden uns mitten in der Vierten Industriellen Revolution“ – diese Aussage lesen wir seit einigen Jahren in vielen wissenschaftlichen und populären Auseinandersetzungen, die sich den künftigen Aufgaben der deutschen Industrie widmen. Mit „Industrie 4.0“ oder „Smart Factory“ wird dabei eine Fabrik der Zukunft beschrieben, deren Prozesse weitgehend automatisch ablaufen. Kernelemente sind eine möglichst dichte Vernetzung der gesamten Wertschöpfung und eine möglichst umfassende Automatisierung. Nur mit digitalen Innovationen, so die Aussage von Akteuren aus Wirtschaft, Politik und Industrie, kann Deutschland auch in Zukunft noch eine wettbewerbsfähige Industrienation sein. Digitalisierung erscheint damit als technologische Lösung für die Grundprobleme einer Hochlohnregion im Zeitalter der Globalisierung.

Historisch ist diese Vorstellung seit Jahrzehnten gewachsen: Automatisierung galt seit den 1950er-Jahren in der Produktion als Garant für Effizienzsteigerung. Neue Technologien erschienen als Möglichkeit, um die natürliche Begrenzung der Produktionsfaktoren Kapital, Boden und Arbeit zu überwinden. Zudem festigte sich der Gedanke, dass sich die Produktion in Deutschland durch technologischen Vorsprung, aber insbesondere durch die Qualität der Produkte, einen guten Service, gut ausgebildetes Personal und effiziente Prozesse auszeichnen müsse, wenn sie im weltweiten Wettbewerb mithalten wolle.

Im historischen Verlauf lassen sich aber auch noch weitere Muster erkennen, wie über Automatisierung nachgedacht, gesprochen und gestritten wurde. Neben den technischen Entwicklungen und wirtschaftlichen Denkmustern spielte die Akzeptanz der Automatisierungstechnologien eine große Rolle für die Verbreitung und Durchsetzung der Automatisierung als Leitbild für die Fabrik der Zukunft.<sup>1</sup>

---

1 Es gibt eine vielfältige historische und soziologische Forschung zur Technikakzeptanz. Einen guten Einstieg in die historische Perspektive bieten: Rothenhäusler, Andie: „Wegweiser Richtung Steinzeit“? Die Debatte um „Technikfeindlichkeit“ in den 1980er Jahren in Westdeutschland, in: Böhn, Andreas/Metzner-Szigeth, Andreas (Hgg.): Wissenschaftskommunikation, Utopien und Technikzukünfte, Karlsruhe 2018, S. 281–305; König, Wolfgang: Technikakzeptanz in Geschichte und Gegenwart, in: König, Wolfgang/Landsch, Marlene (Hgg.): Kultur und Technik.

An diesem Punkt setzten immer wieder sozialwissenschaftliche Auseinandersetzungen an und begleiteten die Technikentwicklung und -durchsetzung mit verschiedenen Studien, wobei einer ihrer Schwerpunkte auf den sozialen Wirkungen und Wechselwirkungen lag. Im Mittelpunkt standen Fragen nach der Zukunft der Arbeit und der Position des Menschen.<sup>2</sup> Während aus technisch-wirtschaftlicher Perspektive vor allem die Notwendigkeit der Automatisierung betont und das Leitbild der automatischen Produktion zum Konsens geworden war, kamen hier vermehrt kritische Stimmen zu Wort, die in der Automatisierung vor allem die Ersetzung des Menschen und die Vernichtung der Arbeit sahen.

Jüngere geschichtswissenschaftliche Studien zur Automatisierung weisen bereits darauf hin, dass sich die Automatisierung der Produktion aus historischer Perspektive nicht als plötzlicher Umsturz verstehen lässt, der die bestehenden Technologien oder Organisationsformen der Arbeit ablöste.<sup>3</sup> Hier setzt diese Studie an und blickt zurück auf das Konzept des Computer Integrated Manufacturing (CIM) und die Diskurse um Automatisierung der 1980er-Jahre. Ein solcher Rückblick dient der Verortung der Gegenwart und hilft dabei, einen kritischen Blick auf die aktuellen Konzepte und Initiativen zu Industrie 4.0 zu werfen.<sup>4</sup>

---

Zu ihrer Theorie und Praxis in der modernen Lebenswelt, Frankfurt am Main/New York 1993, S. 253–275. Einen guten Einstieg in die technikhistorische Debatte der 1980er-Jahre bieten die Beiträge auf der Jahrestagung der Eisenbibliothek 1986 („Datenverarbeitung: Kulturgeschichte – Technologie – Auswirkung“): *Ferrum: Nachrichten aus der Eisenbibliothek* (1987), Nr. 58, <https://www.e-periodica.ch/digbib/view?pid=fer-002:1987:58#5> (zuletzt abgerufen am 15.11.2020).

- 2 Die Fülle der sozialwissenschaftlichen Studien seit den 1970er-Jahren ist groß. Besondere Beachtung haben unter anderem die Studien des Soziologischen Forschungsinstituts (SOFI) in Göttingen erfahren, die zudem heute vielfach online zur Verfügung stehen.
- 3 Vgl. Schwarz, Martin: „Zauberschlüssel zu einem Zukunftsparadies der Menschheit“. Automatisierungsdiskurse der 1950er- und 1960er-Jahre im deutsch-deutschen Vergleich, Dresden 2015; Heßler, Martina: Zur Persistenz der Argumente im Automatisierungsdiskurs, in: *Aus Politik und Zeitgeschichte* 66 (2016), H. 18/19, S. 17–24; Uhl, Karsten: Eine lange Geschichte der „menschenleeren Fabrik“. Automatisierungsvisionen und technologischer Wandel im 20. Jahrhundert, in: Butollo, Florian/Nuss, Sabine (Hgg.): *Marx und die Roboter: Vernetzte Produktion, Künstliche Intelligenz und lebendige Arbeit*, Berlin 2019, S. 74–90.
- 4 Die Verbindung zwischen CIM und Industrie 4.0 wird seit einige Jahren immer wieder von ingenieurwissenschaftlichen Akteuren und in den Sozialwissenschaften angesprochen: Menez, Raphael/Pfeiffer, Sabine/Oestreicher, Elke: *Leitbilder von Mensch und Technik im Diskurs zur Zukunft der Fabrik und Computer Integrated Management (CIM)*, Hohenheim 2016; Brand, Peter: *Industrie 4.0 – Was lernen wir aus früheren Informatisierungswellen*, Düsseldorf 2017,

Methodisch ist die Studie als Literaturstudie angelegt. Auf Grundlage der veröffentlichten Studien, Handbücher, Lehrbücher und Tagungsbände stellt sie vier zentrale CIM-Konzepte aus Wissenschaft und Industrie vor und zeichnet einige sozialwissenschaftliche und gewerkschaftliche Reaktionen nach. Räumlich konzentriert sie sich dabei auf die Bundesrepublik Deutschland.

Um die Frage zu beantworten, wie sehr heutige Diskurse und Argumente historisch gewachsen sind, konzentriert sich die Studie auf die Idee und das Konzept hinter CIM. Fallbeispiele für Umsetzungen des Konzepts oder die produktionstechnische Realität der 1980er-Jahre werden nicht thematisiert.<sup>5</sup>

In den Kapiteln 2 und 3 werden zunächst einige Entwicklungen angesprochen, die grundlegend für das CIM-Konzept bzw. diesem vorausgegangen waren: die Idee der Integration, die Computersteuerung und das rechnergestützte Arbeiten. Anhand ausgewählter CIM-Modelle werden darauf aufbauend in Kapitel 4 die Vorstellungen von Ingenieur\_innen, Informatiker\_innen und Unternehmen beschrieben und in Kapitel 5 dann die Bedeutung dieses Ansatzes auf die Vorstellung von Produktionsarbeit erläutert.<sup>6</sup> Fragen von Qualifikation und Humanisierung werden im sechsten und siebten Kapitel anhand sozialwissenschaftlicher Analysen und gewerkschaftlicher Positionen erläutert, die jeweils eine ambivalente Sichtweise auf die Automatisierung und Computerisierung der Arbeitswelt zeigen. Abschließend werden einige Argumente vorgestellt, nach denen sich die heutige Entwicklung und die aktuellen Diskurse als zweite Phase dieser Ideen der vollautomatischen rechnerintegrierten Fabrikproduktion lesen lassen.

---

<https://nrw.dgb.de/archiv/++co++976b7a6c-c53f-11e7-91fb-52540088cada> (zuletzt abgerufen am 17.11.2020).

- 5 Eine tiefere Untersuchung unternimmt das DFG-Projekt zur Geschichte von Industrie 4.0, das derzeit von Nora Thorade an der TU Darmstadt durchgeführt wird.
- 6 In den 1980er-Jahren waren die Industriebranche sowie die MINT-Wissenschaften durchgehend männlich geprägt. Anders sieht dies dagegen in der Arbeiter\_innenschaft aus. Da dies aber nicht in jedem Fall zu entscheiden ist und um die Einheitlichkeit des Textes zu bewahren, wird hier durchgehend gegendert.

## 2 Die Idee der Integration

Die Idee der Arbeitsteilung war einer der Grundgedanken der Fabrikarbeit: Die Produktion wird in verschiedene Teilschritte zerlegt, die dann in einer bestimmten Folge ausgeführt werden.<sup>7</sup> Verschiedene Maschinen, Techniken und Kompetenzen müssen dabei ineinander greifen. Hier beginnt die Integration als Zusammenfügen von verschiedenen Arbeitsschritten, die an verschiedenen Stellen durchgeführt wurden. Das Ziel der Aufteilung ist die Vereinfachung und Verbesserung durch Spezialisierung. Das Ziel der Integration ist die Herstellung eines funktionierenden Produkts. Das Fließband war dabei ebenso ein wichtiges Symbol der Verknüpfung wie die Datennetze, die in den 1980er-Jahren die Integration übernehmen sollten. Beides stand für eine Modernisierung, die von den Zeitgenoss\_innen ebenso euphorisch wie kritisch betrachtet wurde. Das Fließband verband die einzelnen Arbeitsschritte der zerlegten Fertigung, wobei das Arbeitstempo durch die Geschwindigkeit des Bandes bestimmt wurde. Bis heute gilt es als Symbol für die Unterwerfung der Arbeit unter einen maschinellen Takt. Während hier die Verbindung nur auf die Fertigung bezogen war, ging die Automatisierung auf Basis elektronischer Datenübermittlung einen wesentlichen Schritt weiter und verknüpfte verschiedene Produktionsbereiche, indem die Informationen von einem zum nächsten Schritt übermittelt und Teilarbeiten an Industrieroboter und Computer abgegeben wurden. Vor allem die produktionsvorbereitenden Arbeiten, wie etwa die Konstruktion, die Fertigung sowie Vertrieb und Logistik sollten nun verbunden werden, um zusätzlich Zeit und Arbeitskräfte zu sparen. Die Geschwindigkeit war dabei bestimmt von der Übertragungszeit und damit vollständig vom Menschen entkoppelt. Während am Fließband der Mensch eine relevante Größe war und die Beschleunigung begrenzte, war die Datenübertragung technisch und materiell determiniert und näherte sich immer weiter der Echtzeit an.

---

7 Einführend zur Geschichte der Fabrik: Uhl, Karsten: Räume der Arbeit: Von der frühneuzeitlichen Werkstatt zur modernen Fabrik, in: *Europäische Geschichte Online (EGO)* (2015), <http://www.ieg-ego.eu/uhlk-2015-de> (zuletzt abgerufen am 16.11.2020).

Seit den 1970er-Jahren stand die Übermittlung von Informationen und die Übertragung von Wissen bei der rechnerunterstützten Produktion im Mittelpunkt: Häufig ersetzten Rechner und Roboter nun repetitive und leicht formalisierbare Aufgaben. Während die Automatisierung zuvor Tätigkeiten erfasste, die den typischen Fabrikarbeiten am Fließband entsprachen, wurden seit den 1960er-Jahren auch qualifizierte Tätigkeiten von Facharbeiter\_innen numerisch gesteuert. Die Entwicklung der numerisch-gesteuerten Werkzeugmaschine, die den Bedienpersonen viele Arbeitsschritte abnahm, steht historisch für den Beginn der Computerisierung der Fabrik.<sup>8</sup>

Die NC-/CNC-Maschinen markierten damit eine Wende der Produktionstechnik, bei der Fähigkeiten, Erfahrungen und Wissen, das die Arbeiter\_innen vorher für eine bestimmte Aufgabe qualifiziert hatte, nun von Computerprogrammen übernommen wurden. Damit seien die Arbeitskräfte zu „Knöpfchendrückern“ degradiert worden. Sie dürften „nur noch kontrollieren“ war eine populäre Kritik an den neuen Arbeitsverhältnissen, die sich teilweise bis heute hält.<sup>9</sup>

Mit Einführung der Rechnersteuerung in der Produktion und der Umsetzung der Integration auf Basis von Datennetzen verwiesen Vertreter\_innen aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft immer häufiger auf die Bedeutung der Information. Ihre Argumentation ging über die Ebene der technischen Möglichkeiten, der Geräte und Anlagen hinaus, betonte die Relevanz von Planung und Organisation und plädierte für eine ganzheitliche Perspektive auf den Produktionsbetrieb. Es genügte demnach nicht, die einzelnen Produktionsschritte zu automatisieren oder Roboter und Maschinensteuerungen zu entwickeln. Forschung und Entwicklung zielten auf die Integration der einzelnen Produktionsschritte im Sinne einer ganzheitlichen Fabrik. Das umfasste die

---

8 Eine technische Darstellung über die Einführung der Computertechnologie in die Fabrik: Spur, Günter: Produktionstechnik im Wandel, München 1979, S. 206–276.

9 Die Automatisierung war mit verschiedenen Emotionen verbunden, die immer auch die Wirkung der Technik auf die Arbeitspraktiken widerspiegeln: Liggieri, Kevin: Vom „Un-Menschlichen“ zum „Ur-Menschlichen“. Die emotionale Neucodierung der Technik in den 1950er und 1960er Jahren, in: Heßler, Martina (Hg.): Technikemotionen, Bd. 9, Paderborn 2020, S. 39–59; Liggieri, Kevin: Der Mensch im „Mittelpunkt“ der Arbeit 4.0? Technikanthropologische Überlegungen von Konzepten zwischen „Mensch“ und „Arbeit“ in der digitalen Gesellschaft, in: Liggieri, Kevin/Ochsner, Beate/Zons, Alexander (Hgg.): Arbeit 4.0. Zur Entgrenzung der Arbeit, Marburg 2018, S. 59–77.

vollständige automatische Verknüpfung sämtlicher Produktionsschritte und einen Informationsaustausch in Echtzeit. Die dahinterliegende Zukunftsvision einer vollautomatischen Fabrik war nicht neu, doch die technischen Möglichkeiten der Informationstechnologie ließen sie in den 1980er-Jahren in greifbare Nähe rücken.

Diese Transformation in der Fabrik deckte sich mit allgemeinen gesellschaftlichen Wahrnehmungen, die in der Mikroelektronik und Informationsverarbeitung die Treiber einer erneuten industriellen Revolution erkannten. Beispielsweise erklärte Manuel Castells die Erzeugung und Verteilung von Information zum Kennzeichen der Gegenwart und sah hier gleichzeitig eine Fortsetzung industrieller Revolutionen: „Informationstechnologie ist für diese Revolution, was neue Energiequellen für die verschiedenen industriellen Revolutionen waren.“<sup>10</sup> Das Konzept von Industrie 4.0 knüpft hieran an und ist mit Cloud, 5G und selbstlernenden Systemen den technischen Pfad in diese Richtung weitergegangen.

### 3 Computersteuerung und rechnerunterstütztes Arbeiten

Die Rationalisierung der Produktion war im 20. Jahrhundert eng verbunden mit der Massenproduktion, die oft positiv konnotiert mit Wohlstand und einer aufstrebenden Konsumgesellschaft in Verbindung gebracht wurde.<sup>11</sup> Gleichzeitig wurden in der Bundesrepublik insbesondere die Werkstätten, die kleinen und mittleren Unternehmen als wesentliche Stützen der Industrie hervorgehoben. Politiker\_innen, Wirtschaftsvertreter\_innen und Wissenschaftler\_innen beschrie-

---

10 Castells, Manuel: Das Informationszeitalter: Wirtschaft, Gesellschaft, Kultur, Wiesbaden <sup>2</sup>2017, S. 33. Zur Kritik an der Markierung der Gegenwart als vierte industrielle Revolution: Heßler, Martina/Thorade, Nora: Die Vierteilung der Vergangenheit. Eine Kritik des Begriffs Industrie 4.0, in: *Technikgeschichte* 86 (2019), H. 2, S. 153–170.

11 Vgl. zum Verhältnis von Massenproduktion und Konsum: König, Wolfgang: Geschichte der Konsumgesellschaft, Stuttgart 2000, S. 33–107.

ben den deutschen Mittelstand immer wieder als zentrales Element der sozialen Marktwirtschaft und Erfolgsfaktor des Wirtschaftswunders.<sup>12</sup>

Die Rationalisierung der Massenfertigung bekam in den 1960er-Jahren mit der Entwicklung und Einführung von NC-Werkzeugmaschinen sowie den ersten Industrierobotern und Fertigungsstraßen einen Schub. Für den mittelständischen Werkstattbetrieb waren diese ersten Maschinen jedoch noch nicht geeignet, da sie zu kostspielig und ihre Programmierung und Bedienung zu umständlich waren. Das Prinzip war jedoch vorgegeben: Aufwendige Einstellungen (z. B. Beim Fräsen komplizierter Formen), körperlich anstrengende und repetitive Arbeiten (z. B. Karosseriepresse) oder Aufgaben, die Genauigkeit erforderten und dadurch zeitaufwendig waren (z. B. Bohren und Verschrauben), wurden mehr und mehr von Maschinen übernommen.<sup>13</sup>

Die Einführung von NC-Werkzeugmaschinen hatte beispielsweise zur Folge, dass die Facharbeiter\_innen nicht nur die geplanten Arbeitsschritte, wie beispielsweise die Bohrung eines Loches, maschinell durchführten, sondern auch den Bohrer nicht mehr selbst auswählen und die Position nicht mehr selbst einstellen mussten. Numerisch gesteuerte Maschinen konnten im Gegensatz zu herkömmlichen Werkzeugmaschinen bestimmte Bewegungen und Arbeitsschritte automatisch durchführen. Die wesentlichen Informationen erhielten sie über ein Speichermedium, das im Vorfeld in der Produktionsplanung erstellt worden war. Dabei waren die Konstruktionszeichnung und Durchführungsplanung in einen numerischen Code übersetzt und auf einem Lochstreifen oder Magnetband gespeichert worden. Anhand der Informationen konnte die Maschine nun die Löcher an der vorgegebenen Position, in der geplanten Größe und Tiefe bohren. Die Facharbeiter\_innen starteten, überwachten und kontrollierten die Maschine oder beseitigten Störungen. Arbeitsaufwendige Zwischenschritte wie etwa das Ausmessen und Anzeichnen der Position eines Bohrlochs oder das

---

12 Zur Einführung in die Geschichte des Mittelstands: Berghoff, Hartmut: *Moderne Unternehmensgeschichte: eine themen- und theorieorientierte Einführung*, Berlin/Boston 2016, S. 108–129.

13 Für einen umfangreichen Überblick zur Geschichte der Werkzeugmaschinen: Spur, Günter: *Vom Wandel der industriellen Welt durch Werkzeugmaschinen. Eine kulturgeschichtliche Betrachtung der Fertigungstechnik*, München 1991; zur Automatisierung: S. 488–589.

Nachmessen und Überprüfen fielen weg. Zudem konnte ein Arbeitsschritt nun leichter wiederholt werden, indem das entsprechende Speichermedium erneut in die Maschine eingelegt wurde.

Die ersten Ergebnisse aus Betrieben, die NC-Maschinen einsetzten, waren erfolgsversprechend. Die Idee, mit der numerischen Steuerung die Arbeitsprozesse in der Fertigung effizienter zu machen, ging insbesondere in den Großbetrieben auf. Davon ausgehend betonten die Entwickler und Anbieter dieser Maschinen die grundsätzliche Möglichkeit, mittels der neuen Steuerung auch jenseits der Massenproduktion die Produktivität zu steigern.<sup>14</sup> Doch auch wenn hier schon früh eine Möglichkeit gesehen wurde, über die Automatisierung der Fertigung geringer Stückgrößen die Rationalisierung kleinerer und mittlerer Unternehmen voranzubringen, dauerte dies noch mehrere Jahrzehnte.

Die Computerisierung der Fabrik war eine Entwicklung, bei der die Bereitstellung, Verarbeitung und Verbreitung von Informationen immer zentraler wurde. Einen wesentlichen Beitrag dazu leisteten die Innovationen der Informationstechnik, die seit den 1960er-Jahren einen rasanten Aufschwung erfuhren. Elektronik, integrierte Schaltkreise und Mikroprozessoren veränderten die Konstruktionen vieler Bauteile und Geräte und leiteten auch einen Prozess der Miniaturisierung, Leistungssteigerung und Preissenkung ein. Eindruck machte diese Entwicklung zudem dadurch, dass sie sich in einem ungekannten Tempo vollzog.

Im folgenden Abschnitt wird ausgehend von der technischen Entwicklung nachgezeichnet, welche Wechselwirkungen sich für Wirtschaft, Politik und Gesellschaft ergaben und wie die unterschiedlichen Akteure Information zunehmend als zentralen Faktor der Wertschöpfung begriffen.

---

14 Vgl. hierzu kritisch Pollock, Friedrich: Automation. Materialien zur Beurteilung der ökonomischen und sozialen Folgen, voll. überarb. Neuauf., Frankfurt am Main 1964.

## 4 Die Informatisierung der Produktion in den 1970er- und 1980er-Jahren

Die NC-Technologie verbuchte relativ schnell Erfolge und setzte sich vielerorts in den Werkstätten der Großindustrie durch, wie eine Umfrage des IFO-Instituts bereits für die 1960er-Jahre andeutete.<sup>15</sup> Jedoch ging aus der Umfrage auch hervor, dass die Durchsetzung der NC-Technik in der Bundesrepublik schleppender verlief als in anderen Ländern. Den Grund sahen die Autoren der Studie vor allem in der Branchenstruktur der Großindustrie. So war deutlich, dass die NC-Technik in den ersten Jahren vor allem im Automobil und Flugzeugbau eingesetzt worden war, also dort, wo kleine Serien hochpreisiger Produkte von großen Industrieunternehmen gefertigt wurden. In der Bundesrepublik waren jedoch gerade die mittelständischen Betriebe der Elektroindustrie und des Maschinenbaus ein wichtiger Pfeiler der Industrie. Hier zeigten sich jedoch einige Probleme bei der Einführung: Die neuen Maschinen konnten die alten Maschinen nicht eins zu eins ersetzen, sondern verlangten Anpassungen weiterer Bereiche im Produktionsprozess. Und auch das Personal in Entwicklung, Konstruktion und Fertigung musste sich zunächst weiterbilden, was hohe Investitionen bedeutete, bevor kostensenkende Effekte spürbar waren.<sup>16</sup> Dennoch wurden die NC-Maschinen seit den 1960er-Jahren als das „Kernstück“ moderner und vor allem automatischer Produktionssysteme angesehen, die als das Maß aller Dinge in der industriellen Produktion galten.

Die verschiedenen Weiterentwicklungen dieser Maschinen in den folgenden Jahrzehnten bezogen sich einerseits auf die Steuerung und andererseits auf die Integration im Produktionsprozess. Dabei wurde von Beginn an auf einen grundlegenden Effekt der NC-Maschinen abgezielt: die Ermöglichung einer

---

15 Ray, George Frank: Die Verbreitung neuer Technologien. Eine Studie über zehn Verfahren in neun Industriezweigen, Berlin 1970 (Schriftenreihe des IFO-Instituts für Wirtschaftsforschung), S. 40–58. Hier wird auch deutlich, dass die Einführung in der Bundesrepublik schleppender verlief als in anderen Ländern.

16 Ebd., Ferner: Kaiser, Walter: Produktionswandel: Automatisierung und Flexibilisierung, in: Braun, Hans-Joachim/Kaiser, Walter (Hgg.): Propyläen Technikgeschichte. Energiewirtschaft, Automatisierung, Information, Berlin <sup>2</sup>1997, S. 410–425, hier S. 214.

flexiblen Produktion. Im Gegensatz zu den Fertigungsmaschinen in der Massenproduktion waren die NC-Maschinen nämlich ähnlich anpassungsfähig wie traditionelle Werkzeugmaschinen und besaßen damit eine Eigenschaft, die besonders bei kleinen und mittleren Serien gebraucht wurde.<sup>17</sup>

Als in den 1970er-Jahren mit dem Einbau mikroelektronischer Bauteile in vielen Produkten die Innovationszyklen, also die Zeitspanne zwischen der Idee und dem verkaufsfertigen Produkt, immer kürzer wurden, suchten Branchen wie die Elektroindustrie und der Maschinenbau nach flexiblen Produktionssystemen. Da die Produkte zudem immer kürzer auf dem Markt waren, musste die Produktion einfacher und schneller und die Maschinen mussten flexibler einsetzbar werden, wenn sich die Investitionen rechnen sollten. Zudem war die Nachfrage immer häufiger von sich schnell wandelnden und individuellen Kund\_innenwünschen geprägt.

Aus wirtschaftlicher und unternehmerischer Perspektive bedeutete dies nun, dass eine Lösung gesucht wurde, um günstige Produkte in kleinen und mittleren Serien zu fertigen. Immer häufiger wurde das Ziel ausgegeben, in Zukunft die automatisierte Produktion bis zur Losgröße 1 ermöglichen zu wollen. Mitte der 1980er-Jahre schien dieses Ziel mit CIM in greifbare Nähe gerückt zu sein.<sup>18</sup>

Eine wichtige Voraussetzung war die Einführung von Mikroprozessoren in den 1970er-Jahren. Dadurch erhielten die Maschinen ihre Informationen nicht mehr über Lochstreifen oder Magnetbänder, sondern konnten direkt mit einem Computer verbunden werden. Die Einbindung der Computer erleichterte die Bedienung und erweiterte die Funktionen, da nun die Bearbeitung direkt am Computer gesteuert wurde.<sup>19</sup> Dadurch erhöhte sich auch die Flexibilität der Produktion und die Bearbeitung wurde beschleunigt. Auf der Ebene der Werkstatt konnten in den 1980er-Jahren mit der Etablierung dieser

---

17 Pollock: Automation, S. V.

18 Vgl. Neipp, Gerhard/Stracke, Hans-J.: Einführung in die CIM-Praxis: Rechnerintegrierte Produktion, Berlin/Heidelberg 1991, S. 7–30.

19 Vgl. zur Technikgeschichte der automatisierten Werkzeugmaschine: Kaiser: Produktionswandel, S. 412. Zeitgenössisch: Moroff, Gerhard: Werkzeugmaschinen in der industriellen Produktion. Kennzeichnung, Planung und Einsatz moderner Fertigungskonzepte aus betriebswirtschaftlicher Sicht, Berlin 1993, S. 86–88.

CNC-Maschinen einzelne Maschinen zu größeren Fertigungsinseln verbunden werden.<sup>20</sup>

Dieser entscheidende technische Schritt für die automatische Produktion ebnete den Weg für das Computer Aided Manufacturing (CAM), worunter der zunehmende Computereinsatz und eine Ausweitung der Datenverarbeitung im Rahmen der Betriebsdatenerfassung verstanden wurden. Mit CAM wurde ein weiteres Element des Produktionssystems digitalisiert und so die Steuerung und Kontrolle der Fertigungsprozesse verbessert. Auch die Konstruktion geschah nun vorwiegend an sogenannten Bildschirmarbeitsplätzen unter Anwendung von CAD-Programmen (Computer Aided Design). Mit der Produktionsplanung (PPS) und der Qualitätssicherung wurden also nach und nach die Säulen einer vollständig computerisierten Fabrik entwickelt.

In den 1980er-Jahren wurden schließlich für die einzelnen Arbeitsbereiche Datenverarbeitungssysteme (DV) entwickelt, die auf Umstellung von manuellen und einfachen maschinellen Lösungen zu computergestützten Lösungen basierten. Der nächste Schritt bestand nun in der Verbindung dieser DV-Inseln zu integrierten Fertigungssystemen. Folglich rückten die Entwicklung von geeigneten Programmen, von Schnittstellen zur Übertragung zwischen den unterschiedlichen Systemen und die Weiterentwicklung der Steuerung ins Zentrum des ingenieurwissenschaftlichen Interesses. Die Integration möglichst vieler Bereiche in einen durchgängigen Informationsfluss prägte fortan Visionen, Anträge und Diskurse. Neue Vorstellungen von Computern, künstlicher Intelligenz und Vernetzung prägten das Bild der Fabrik der Zukunft in den 1980er-Jahren.<sup>21</sup>

#### 4.1 Das ICAM-Programm der US-Luftwaffe

Die Entwicklung der NC-Technologie am Massachusetts Institute of Technology (MIT) in den 1950er-Jahren, die Weiterentwicklungen der Mikroprozessoren und auch die konzeptionelle Neuordnung der Produktion auf Basis der Com-

---

20 Vgl.: Spur: Wandel der industriellen Welt.

21 Für einen international angelegten Überblick über die Vorstellung von einer Fabrik der Zukunft: Jones, Bryn: Forcing the Factory of the Future. Cybernation and Societal Institutions, Cambridge 1997.

puterintegration hatten ihren Ursprung in der Luftfahrtindustrie und der Flugzeugproduktion, wo es darauf ankam, schnell und günstig komplizierte Formen zu produzieren. Besonders die US Air Force investierte seit den 1950er-Jahren in die Förderung der Automatisierungstechnik.<sup>22</sup>

In den 1970er-Jahren sah man erneut Anlass für die Förderung der Automatisierung. Ausschlaggebend war der Eindruck, dass die industrielle Produktion nicht mehr mit den technologischen Veränderungen mithalten konnte und somit hinter ihren Möglichkeiten zurückblieb. In der Begründung jenes Forschungsprogramms der US-Luftwaffe, das die Integration zu einem zentralen Bestandteil der zukünftigen Fertigung erklärte, hieß es daher:

„The U.S. Air Force's program for Integrated Computer-aided manufacturing (ICAM) was brought about needs and pressures in state-of-the-art technologies, economics, increasing human limitations, aerospace design and manufacturing complexity, computer developments, and competitions from abroad.”<sup>23</sup>

Das Programm war federführend von Joseph Harrington gestaltet worden, der bereits 1973 das Konzept einer integrierten Produktion vorgestellt und den Begriff „Computer Integrated Manufacturing“ eingeführt hatte.<sup>24</sup> Sein Grundgedanke beruhte darauf, dass alle wesentlichen Schritte im Produktionsbetrieb bereits computerisiert waren bzw. computerunterstützte Anwendungen konzipiert waren und man diese nur zusammenzuführen bräuchte, um eine vollständige Automatisierung zu erzielen. Harrington sah vor, den gesamten Arbeitsablauf in der Produktion neu zu strukturieren. Dazu sollten alle notwendigen Arbeitsschritte im Sinne der Arbeitsteilung zunächst separiert werden, um anschließend neu zusammengefügt zu werden.

Die Neuordnung lehnte sich dabei mit ihren Schnittstellen, Steuerungen, hierarchischen Strukturen und Rückkopplungen an eine kybernetische Denkweise an und verstand die Produktion als Verteilung und Verarbeitung von Informationen.

---

22 Kaiser: Produktionswandel, S. 412–414.

23 Wisnosky, Dennis E.: ICAM Program Prospectus, o. O. 1977.

24 Harrington, Joseph: Computer Integrated Manufacturing, Huntington, N.Y. 1979.

„We are entering a third and new mode of manufacturing operations. It is characterized by the fact that every one of the many acts of manufacturing, and every bit of the managerial control of those acts, can be represented by data. Data are generated, transformed, and transmitted. To the ultimate analysis, all of manufacturing is a continuum of data processing. It provides the one base to which all the parts of the process may be related, the one thread which ties all of the parts together.“<sup>25</sup>

Die Idee der Vernetzung sämtlicher Arbeitsbereiche setzte technisch jedoch nicht nur ein Datennetz voraus, sondern auch die Verfügbarkeit von Schnittstellen, die einen reibungslosen Datenaustausch erst ermöglichten. Die Einführung von informationstechnisch basierten Produktionskonzepten war somit in vielen Aspekten mit den technologischen Entwicklungen der Informations- und Kommunikationstechnologie und der Mikroelektronik gekoppelt. Arbeitersparnis, Flexibilisierung und Zuverlässigkeit waren dabei die zentralen Anliegen.

Das ICAM-Programm widmete sich jedoch nicht nur der technischen Konzeption, es zielte damit auch ausdrücklich auf die Reduzierung des menschlichen Arbeitsanteils im Produktionsprozess ab. Die Autoren sahen trotz der Maschinensteuerung und Computerunterstützung in vielen Arbeitsbereichen „too much human involvement“ im Produktionsprozess. Unter dem Punkt „human limitations“ wurde dieser Aspekt näher erläutert:

„Current aerospace systems production depends heavily on intermediate stages of human intervention, including design conceptualization, decision making, data communication, report documentation, etc. which, if computer-assisted, can be efficient. If not so aided, then these stages as well as other manned activities (such as materials and products handling) become manpower-intensive.“<sup>26</sup>

Hier wird die klare technikdeterministische Auslegung des Produktionsprozesses deutlich, nach der Menschen im Gegensatz zu Maschinen langsamer und

---

25 Harrington, Joseph: Understanding the Manufacturing Process. Key to Successful CAD/CAM Implementation, New York 1984, S. 6.

26 Wisnosky: ICAM Program Prospectus.

unwirtschaftlicher arbeiteten, weshalb eine fortschrittliche Produktion mit der Reduzierung der menschlichen Arbeiten verbunden wurde.<sup>27</sup>

Das ICAM-Programm gilt in verschiedener Hinsicht als Ursprung für das CIM-Leitbild der 1980er-Jahre: Die Integration sämtlicher Bereiche der Produktion sollte auf Basis von Datennetzen und Computernutzung und mittels Rückkopplung den Prozess beschleunigen und letztlich auch dazu dienen, die menschlichen Einflüsse auf den Prozess weitgehend zu reduzieren. Die Idee ging von technischen Entwicklungen aus, deren Wirkung durch organisatorische Veränderungen im Betrieb optimiert werden konnte. Die Vorstellung von der Automatisierung der Produktion war dabei eng mit einer kybernetischen Idee der Regelungssysteme verbunden. In der Diskussion dieses Ansatzes standen folglich auch die Möglichkeiten der Technik und die organisatorischen Voraussetzungen im Mittelpunkt. Dabei wurden grundlegende Argumente der früheren Automatisierungsdiskussion aufgegriffen und im Hinblick auf die Integration sämtlicher Betriebsfunktionen sowie die ganzheitliche Auslegung der Produktion erweitert.<sup>28</sup>

## 4.2 Die Entwicklung von CIM in der Bundesrepublik

Auch in der Bundesrepublik hatte in den 1970er-Jahren der Computer Einzug in viele Produktionsbereiche erhalten und unterstützte die Arbeitsvorgänge. Diese als Computer Aided (CA) Technologien bezeichneten neuen Technologien zielten allesamt auf eine Effizienzsteigerung der Produktion ab, indem sie repetitive Aufgaben, Berechnungen, Steuerungen und Regelungen sowie den Abgleich des Soll-Ist-Zustandes übernahmen. Auch hier führte dies zu einem verstärkten Diskurs über die vollautomatische Fabrik.

Im Mittelpunkt der neuen Produktionskonzepte standen die Zusammenarbeit und der Datenaustausch mehrerer rechnerunterstützter Fertigungsbereiche und die dadurch ermöglichte Flexibilität. Zunächst wurde in den 1970er-Jahren unter

---

27 Für einen guten Einblick in den Diskurs um die menschenleeren Fabrik seit den 1950er-Jahren: Heßler, Martina: Die Ersetzung des Menschen?, in: *Technikgeschichte* 82 (2015), H. 2, S. 109–136, sowie Uhl: Eine lange Geschichte.

28 Die Diskussion lässt sich besonders gut aus den verschiedenen Tagungsbänden der 1980er-Jahre ableiten.

dem Begriff der „Flexiblen Fertigungssysteme“ eine Kopplung der unterschiedlichen Fertigungsschritte in der Werkstatt und die Verknüpfung mit der Produktionsvorbereitung geplant und entsprechende Umsetzungen von verschiedenen Unternehmen bereitgestellt.<sup>29</sup> Ein großer Teil der praktischen Anwendungen und technischen Lösungen konzentrierte sich zu Beginn der 1980er-Jahre auf die Schnittstellen zum automatischen Informationsaustausch zwischen der Konstruktions- und Fertigungsabteilung, also einer CAD/CAM-Kopplung. Hier ging es darum, dass in der einen Richtung die Grenzen und Möglichkeiten der Maschinen bereits in der Phase des Entwurfs eingeplant wurden und in der anderen Richtung die Arbeitsanweisungen für die Maschinen direkt aus dem Entwurf abgeleitet werden konnten. Dazu sollten beide Arbeitsbereiche, der Entwurf und die Fertigung, ihre Informationen an eine gemeinsame Datenbasis senden, die zugleich als Speicher und Vermittler diente.<sup>30</sup>

Die hierbei aufgegriffene Integrationsidee wurde in Deutschland zunächst als „Rechnerintegrierte Fertigung“ bezeichnet; seit 1985 setzte sich aber auch hier vermehrt der englischsprachige Begriff des Computer Integrated Manufacturing und sein Akronym CIM als Schlagwort für ein neuartiges zukunftsfähiges Produktionskonzept durch. Seine Sternstunde hatte CIM auf der Hannover Messe 1985, wo es gleich von mehreren großen Unternehmen aufgegriffen und CIM als Technologie der Zukunft präsentiert wurde.<sup>31</sup> Günter Spur, Leiter des Produktionstechnischen Zentrums in Berlin, erklärte daraufhin:

„Das Jahr 1986 kann als Wendepunkt für einen Aufbruch zur Weiterentwicklung der Fertigungsbetriebe gelten. CIM wird zunehmend in den Produktionsankündigungen vieler Unternehmen als Leitlinie zukunftsweisender Entwicklungen aufgenommen.“<sup>32</sup>

---

29 Hier erarbeitete sich Japan eine führende Position mit vielen unterschiedlichen Systemen und Anwendungsmöglichkeiten: vgl. Vettin, Günter: Analyse der Konzeptionen Flexibler Fertigungssysteme, in: *VDI-Z* 121 (1979), H. 1/2, S. 14–23.

30 Seit Beginn der 1980er-Jahre finden sich dazu Fachpublikationen in der *VDI-Zeitschrift* und anderen technikkissenschaftlichen Fachzeitschriften, aber auch später wird dieser Verbindung noch eine wesentliche Funktion für die automatische Fabrik zugesprochen: Milberg, Joachim (Hg.): *Von CAD/CAM zu CIM: Leitfaden zum Erfolg*, Berlin 1992, S. 1–15.

31 U.a. Geitner, Uwe W. (Hg.): *CIM-Handbuch*, Wiesbaden 1987.

32 Spur, Günter: Editorial, in: *Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung* 81 (1986), H. 1, S. 1.

Hans-Jörg Bullinger, Leiter des Fraunhofer Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation, sah CIM ebenfalls als Grundlage künftiger Produktionsprozesse und benannte die Integration als Kernproblem:

„Die Fabrik der Zukunft wird zum großen Teil eine rechnergestützte Fabrik sein, darin besteht kein Zweifel. Die Frage ist, wie die gewachsenen Insellösungen Schritt für Schritt in ein Gesamtkonzept integriert werden können.“<sup>33</sup>

Das Konzept beruhte also auf der Idee der vollständigen Integration aller Produktionsschritte: Die vorbereitenden Arbeiten in der Forschung und Entwicklung, die Auftragseingänge und -abwicklungen, die Erstellung von Stücklisten, die Lagerhaltung und die Bestellung der Materialien und Bauteile, die Fertigung und die Qualitätskontrolle – alles sollte über einen durchgängigen Informationsfluss miteinander verknüpft werden.<sup>34</sup>

Um es vorweg zu nehmen: In den folgenden Jahren sollte sich jedoch herausstellen, dass gerade in der Integration ein großes praktisches Problem lag und die Realisierung immer wieder scheiterte.<sup>35</sup>

Die Ziele, die mit CIM erreicht werden sollten (Abbildung 1, Seite 20), waren nicht neu; sie standen seit Jahren im Fokus der produktionstechnischen Forschung und der Entwicklungen im Bereich der Produktionsautomatisierung: So ging es weiterhin um eine Reduzierung der Durchlaufzeiten, die trotz der Einführung von computergestützten Technologien wie CNC-Maschinen oder CAD-Konstruktion bislang nicht erreicht worden war. Noch immer dauerte es von der ersten Idee bis zum marktfertigen Produkt mehrere Jahre, aber die Produkte blieben teilweise nur wenige Jahre auf dem Markt. Die Unternehmen hatten festgestellt, dass der größte Umsatz mit vergleichsweise jungen Produkten gemacht wurde. Zudem gab es eine Tendenz zur Individualisierung:

---

33 Bullinger, Hans-Jörg: CIM – Die Herausforderung der nächsten Jahre, in: Bullinger, Hans-Jörg (Hg.): Produktionsforum '88, die CIM-Fähige Fabrik, Zukunftssichernde Planung und Erfolgreiche Praxisbeispiele. 4./5. Mai 1988 in Stuttgart, Berlin 1988, S. 9–44, hier S. 9.

34 Einen guten technische Überblick bietet Vahrenkamp, Richard: Von Taylor zu Toyota, Lohmar/Köln <sup>2</sup>2013, S. 117–125.

35 Menez/Pfeiffer/Oestreicher: Leitbilder von Mensch und Technik.

Abbildung 1: Die Ziele von CIM nach Bullinger



Quelle: Hans-Jörg Bullinger: CIM – Die Herausforderung der nächsten Jahre, in: ders. (Hg.): Produktionsforum '88. Die CIM-fähige Fabrik. Zukunftssichernde Planung und Erfolgreiche Praxisbeispiele: 4./5. Mai 1988 in Stuttgart (Berlin 1988), S. 13.

Einerseits weil die Kunden immer häufiger individuelle Lösungen schätzten, andererseits weil technische Einzellösungen in den 1970er- und 1980er-Jahren zum Kern der Digitalisierung gehörten.<sup>36</sup> Für die Produktion galt es also flexibler zu werden, um schneller auf aktuelle Bedürfnisse, technologische Entwicklungen und Krisen reagieren zu können. Auch sollte die Qualität der Produkte verbessert werden, was mal direkt, mal indirekt mit der Fehlerhaftigkeit des Menschen in Verbindung gebracht wurde. Die Reduzierung menschlicher Arbeit im Produktionsprozess wurde zudem mit einer Steigerung der Produktivität in Verbindung gebracht. Nicht zuletzt zielte CIM auch darauf ab, die Effekte der einzelnen bereits computerisierten Arbeitsschritte durch Integration besser nutzen zu können. Solche Synergien waren bereits bei den Ideen

36 Vgl. Danyel, Jürgen/Schuhmann, Annette: Wege in die digitale Moderne. Computerisierung als gesellschaftlicher Wandel, in: Bösch, Frank (Hg.): Geteilte Geschichte, Göttingen 2015, S. 283–320. Zur Diskussion der Individualisierungsthese im Zusammenhang mit der Konsumgesellschaft: Fabian, Sina: Boom in der Krise: Konsum, Tourismus, Autofahren in Westdeutschland und Großbritannien, 1970-1990, Göttingen 2016.

zur Kopplung von CAM und CAD betont worden. CIM versprach zudem, nun die Lösung zu sein, mit der Rationalisierung und Produktivitätssteigerung endlich auch für kleinere Serien umzusetzen waren und somit neue Produkte schneller und kostengünstiger hergestellt werden konnten.

Das CIM-Konzept wurde von Wissenschaftler\_innen aus den Bereichen Fertigungstechnik, Arbeitswissenschaften, Informatik und Betriebswissenschaften intensiv diskutiert. Aber auch in der Wirtschaft wurde es nach den ersten Präsentationen Mitte der 1980er-Jahre überaus positiv aufgenommen und löste einen regelrechten Boom in Forschung und Entwicklung aus, der sich unter anderem in den Fachzeitschriften bis in die 1990er-Jahren verfolgen lässt.<sup>37</sup>

Beispielsweise befasste sich das Produktionsforum, eine Arbeitstagung der Fraunhofer-Institute für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) und Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), im Jahr 1988 mit der „CIM-fähigen Fabrik“. Vertreter\_innen aus Wissenschaft und Wirtschaft trugen ihre Konzepte vor, erläuterten Umsetzungskonzepte an einzelnen Fallbeispielen und widmeten sich den Voraussetzungen im Bereich Personal und Qualifikation. Dabei zielte das Produktionsforum ausdrücklich darauf ab, die theoretischen Konzepte um eine praktische Dimension zu erweitern. Im Vorwort erklärt Bullinger:

„Die unmittelbare Realisierung der CIM-fähigen Fabrik übersteigt die finanziellen Ressourcen der meisten Unternehmen ebenso wie deren organisatorische Möglichkeiten und personelle Kapazitäten.“<sup>38</sup>

In diese Richtung zielten Ende der 1980er-Jahre noch andere Veranstaltungsreihen, wie auch die von 1988 bis 1992 stattfindenden Fachtagungen „CIM im Mittelstand“ in Saarbrücken. Denn obwohl die Rationalisierung kleiner und mittlerer Serien häufig als Ziel ausgegeben worden war, war CIM für den Mittelstand kaum attraktiv und eindeutig ein Konzept für die Großindustrie. Die Einführung neuer Computertechnologie in einem Betrieb setzte einerseits Anwenderkenntnisse voraus und erforderte andererseits die Bereitschaft hoher

---

37 Vgl. die Ausgaben der *VDI-Zeitschrift*, der *Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung* und der *Technischen Rundschau*.

38 Bullinger, Hans-Jörg (Hg.): Produktionsforum '88, die CIM-Fähige Fabrik, Zukunftssichernde Planung und Erfolgreiche Praxisbeispiele: 4./5. Mai 1988 in Stuttgart, Berlin 1988, S. 7.

Investitionen, die sich erst nach längerer Zeit amortisieren würden. Ausschlaggebend für das Zögern des Mittelstandes waren Aussagen, dass CIM nicht einfach ein Betriebsprogramm sei, sondern ein Produktionskonzept; ein solches könne man eben „nicht von der Stange“ kaufen. Bullinger erklärte später, dass CIM daher eher als Leitidee für einen langfristigen Prozess der Organisations- und Technikentwicklung anzusehen sei und weniger als ein kurzfristig erreichbarer Zustand.<sup>39</sup> In dieser Vorstellung verlangte die CIM-Idee häufig eine vollständige Überarbeitung des Unternehmenskonzepts und wurde somit nicht als technische Innovation verstanden.<sup>40</sup> Wie Harrington also von Anfang an erklärt hatte, würde eine erfolgreiche Integration auch davon abhängen, ob das Unternehmen zu einer vollständigen Umstrukturierung bereit war.

Die zögerliche Haltung des Mittelstandes wurde vielfach aufgegriffen und seit Ende der 1980er-Jahre verfolgten mehrere Initiativen das Ziel, CIM für den Mittelstand attraktiv zu machen. Damit sollte die bestehende Flexibilität, die im Mittelstand durch die kürzeren Betriebsabläufe und größeren Spezialisierungen bereits vorhanden war, in ein zukunftsfähiges Konzept umgewandelt werden. Die rechnerintegrierte Produktion schien hierfür besonders vorteilhaft. Neben der erwähnten Fachtagung und deren Tagungsbände, die vom Saarbrücker Professor für Wirtschaftsinformatik August Wilhelm Scheer herausgegeben wurden, bemühten sich Projekte wie die CIM-Modellfabriken des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) in Stuttgart und der TU München darum, CIM kompatibel für den Mittelstand zu machen.<sup>41</sup>

Die staatliche Förderung zur Unterstützung digitaler Transformationsprozesse in Unternehmen war mit den sogenannten Datenverarbeitungsprogrammen (DV-Programme) aufgenommen worden. Diese hatten von 1967 bis 1979 hauptsäch-

---

39 Bullinger, Hans-Jörg: Integrierte Informations- und Produktionssysteme in arbeitswissenschaftlicher Betrachtung, in: Noack, Michael u. a. (Hgg.): CIM Integration und Vernetzung: Chancen und Risiken einer Innovationsstrategie, Berlin/Heidelberg 1990, S. 10–22, hier S. 12.

40 Ebd., S. 18.

41 Vgl. die Tagungsbände der Tagung „CIM im Mittelstand“, sowie Domm Martin/Dangelmaier Wilhelm: CIM und flexible Montage in: *Technische Rundschau* 80 (1988), Nr. 50, S. 70–75. Eine gute Quelle für Nachrichten und Informationen zu CIM sind auch die Artikel in der Zeitschrift *Computerwoche*.

lich die Einführung von Hardware unterstützt, aber auch in anderen Bereichen die Computerisierung vorangetrieben, wenn etwa die Einführung von Informatik als Studienfach an Universitäten oder die Fortbildung der Mitarbeiter\_innen gefördert wurde.<sup>42</sup> Jedoch kamen viele dieser Hilfen eher den Großunternehmen zugute als den mittelständischen Unternehmen. Nach umfangreicher Kritik an der Vernachlässigung des Mittelstandes wendete sich in den 1980er-Jahren die staatliche Förderung zunehmend direkt auch an kleine und mittlere Unternehmen, deren Produktion in der Bundesrepublik etwa 50 Prozent der Industrieproduktion ausmachte.

Die Förderlinien lassen sich drei Bereichen zuordnen: Erstens wurden konkrete Anschaffungen im Bereich der rechnergestützten Produktionstechnik gefördert, zweitens wurde die Weiterbildung der Mitarbeiter\_innen unterstützt und drittens wurden 16 Technologietransferzentren in der Bundesrepublik und nach der Wende fünf weitere in den neuen Bundesländern eingerichtet, deren Aufgabe es war, kleine und mittlere Unternehmen bei der Konkretisierung und Umsetzung des CIM-Konzepts zu beraten.<sup>43</sup>

Während die Wissenschaftler\_innen theoretische Konzepte einer Fabrik der Zukunft entwickelten und die Vorteile der CIM-Idee für die unterschiedlichen Unternehmensformen und Branchen analysierten, vertrieben einige Unternehmen aus dem Bereich der Elektro- und Informationstechnik bereits konkrete CIM-Lösungen. Diese zielten teilweise gar nicht auf eine vollständige Umstrukturierung der Betriebe, sondern auf die Verknüpfung von bestehenden Anlagen. Aufbauend auf den bestehenden Einzellösungen sollte CIM hier integrierend wirken und die Informationstechnik dazu nutzen, technische und organisatorische Belange zu verbinden und aus den einzelnen Elementen der Produktion

---

42 Neben der Modernisierung der Unternehmen war es das Ziel dieser DV-Programme, eine eigenständige Computerindustrie in der Bundesrepublik zu schaffen: Schuhmann, Annette: Der Traum vom perfekten Unternehmen. Die Computerisierung der Arbeitswelt in der Bundesrepublik Deutschland (1950er- bis 1980er-Jahre), in: *Zeithistorische Forschungen* 9 (2012), S. 231–256, hier S. 247–248.

43 Die Fördergelder kamen sowohl vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) als auch vom Bundesministerium für Post- und Fernmeldewesen (BMPF), vgl. die Faktenberichte zum Bundesbericht Forschung sowie konkret zur Aufgabe der CIM-Technologietransferzentren: Frey, Volker: Das CIM-Technologietransferzentrum Karlsruhe, in: Scheer, August-Wilhelm (Hg.): *CIM im Mittelstand*, Berlin/Heidelberg 1989, S. 227–236.

eine Einheit machen. Die Integration von verschiedenen CA-Technologien am Arbeitsplatz wurde auch unter dem Konzept der Fertigungsinseln zusammengefasst.<sup>44</sup>

### 4.3 Die deutschen CIM-Modelle zwischen Theorie und Unternehmenspraxis

Die Autor\_innen der folgenden CIM-Modelle waren Ingenieur\_innen, Informatiker\_innen oder Unternehmen. Auch wenn den CIM-Konzepten unterschiedliche Leitbilder zugrunde lagen, beruhten sie auf technikdeterministischen und technokratischen Vorstellungen.<sup>45</sup> Kerngedanke aller Bemühungen war die Notwendigkeit einer kontinuierlichen Produktivitätssteigerung. Die Automatisierung der Produktionsprozesse sowie die Vernetzung der Betriebe wird demnach als große Chance verstanden, um die Prozesse zu beschleunigen, günstiger zu produzieren und somit allgemein um die Produktivität eines Betriebes zu erhöhen. Wichtiges Ziel der wissenschaftlichen Arbeit war daher die Vermittlung des CIM-Konzepts innerhalb ihrer Community, aber auch über die Fachöffentlichkeit hinaus.<sup>46</sup> Dazu wurden Modelle erarbeitet, die einerseits zur Vermittlung der Kerngedanken beitragen sollten und andererseits konkrete Umsetzungsstrategien vorstellten. Diese wissenschaftlichen Modelle wurden von Unternehmen aufgegriffen und in Modelle übersetzt, die ihre spezifisch unternehmerischen Ziele, also den Verkauf von CIM-Systemen, unterstützten. Im Folgenden werden die bekanntesten und in den Fachpubli-

---

44 Vgl. für das Konzept der Fertigungsinsel: Maßberg, Wolfgang (Hg.): *Fertigungsinseln in CIM-Strukturen*, Berlin/Heidelberg 1993.

45 Die CIM-Diskurse sind zeitlich zwar nach der „technokratischen Hochmoderne“ anzuordnen, das Denken der Akteure entsprach jedoch noch immer diesem Muster. Es bestand ein allgemeines Vertrauen, dass technischer Fortschritt Lösungen für nahezu alle Probleme (insbesondere der per se technisch orientierten Industrie) bringen kann. Vgl. dazu Fraunholz, Uwe/Wölfel, Sylvia (Hgg.): *Ingenieure in der technokratischen Hochmoderne*. Münster 2012.

46 Dieses Ziel wurde bereits in einem der ersten und bekanntesten CIM-Modelle, dem von der Computer and Automated Systems Association (CASA), einer Arbeitsgruppe der Society of Manufacturing Engineers (SME) erstellten CIM-Wheel, deutlich. Einen guten Überblick und eine Klassifizierung der CIM-Modelle gibt: Meudt, Tobias/Pohl, Malte/Metternich, Joachim: *Modelle und Strategien zur Einführung des Computer Integrated Manufacturing (CIM) – Ein Literaturüberblick*, Darmstadt 2017.

kationen der 1980er- und 1990er-Jahre am häufigsten zitierten CIM-Modelle vorgestellt.<sup>47</sup>

## Ausschuss für wirtschaftliche Fertigung

Eine wichtige Rolle bei der Etablierung des CIM-Konzepts als Leitbild zukunftsweisender Produktion spielte in der Bundesrepublik der Ausschuss für wirtschaftliche Fertigung (AWF). Diese industrienaher Interessensvertretung bestand seit dem Ersten Weltkrieg, diente dem Austausch über aktuelle Fragen der Fertigung und der Rationalisierung. Hier knüpfte der AWF auch mit seinem CIM-Modell an und verband damit eine traditionelle Vorstellung der Automatisierung mit dem neuen Konzept, wonach Computer als Universalmaschinen möglichst umfangreich in der Produktion eingesetzt werden sollten, um die Produktivität zu steigern. Nach der Definition der AWF beschreibt CIM

„den integrierten EDV-Einsatz in allen mit der Produktion zusammenhängenden Betriebsbereichen. CIM umfasst das informationstechnologische Zusammenwirken zwischen CAD, CAP, CAM, CAQ und PPS. Hierbei soll die Integration der technischen und organisatorischen Funktionen zur Produkterstellung erreicht werden. Dies bedingt die gemeinsame bereichsübergreifende Nutzung einer Datenbasis.“<sup>48</sup>

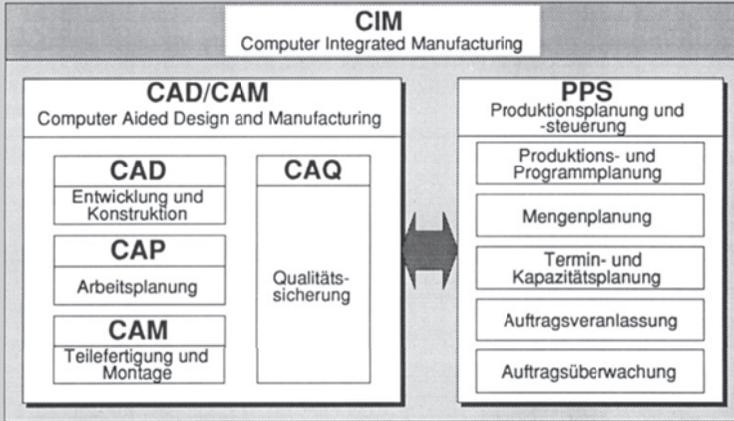
Der AWF vertrat damit ein relativ allgemeines CIM-Konzept, das sich einerseits durch eine technische Sichtweise auf die Produktion kennzeichnete und andererseits durch den Gedanken geprägt war, Rationalisierung ließe sich am besten durch technische Innovationen und organisatorische Anpassungen erreichen. Diese allgemeine Auslegung war der Grund, weshalb das AWF-Modell (Abbildung 2, Seite 25) in vielen Publikationen als Grundlage für die Erläuterung des CIM-Konzepts und als Ausgangspunkt für weitere konkretere CIM-Modelle diente.

---

47 Eine detaillierte Betrachtung der unterschiedlichen Leitbilder, die mit CIM verknüpft waren, findet sich in: Menez/Pfeiffer/Oestreicher: Leitbilder von Mensch und Technik.

48 AWF: Integrierter EDV-Einsatz in der Produktion - CIM computer integrated manufacturing, Eschborn 1985.

**Abbildung 2: Das CIM-Modell des Ausschusses für wirtschaftliche Fertigung**



Quelle: Ludolf Cronjäger (Hg.): Bausteine für die Fabrik der Zukunft. Eine Einführung in die rechnerintegrierte Produktion (CIM) (Berlin/New York/Köln 1990). S. 9.

Das AWF-Modell basierte dabei auf dem Grundgedanken, dass die bis dahin betriebene Computerisierung einzelner Fertigungsschritte erst dann ihren vollen Effekt zeigen würde, wenn die Insellösungen miteinander verbunden würden. In der Darstellung wurden die Produktionsaufgaben in zwei Bereiche unterteilt: Auf der einen Seite waren die technischen Aufgaben Computer Aided Design (CAD), Fertigungsplanung (CAP), rechnergestützte Fertigung (CAM) und Qualitätssicherung (CAQ) angeordnet, wobei Letztere als eigenes Aufgabengebiet etwas getrennt steht. Auf der anderen Seite waren die betriebswirtschaftlichen Aufgaben im Bereich der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) angeführt. Beide Bereiche sollten nun informationstechnisch miteinander verbunden werden, damit der Informationsstrom in beiden Richtungen verlaufen kann.

Während in anderen CIM-Konzepten auch Vertrieb, Beschaffung und Logistik einbezogen waren, beschränkte sich das AWF-Modell auf die Integration jener Bereiche, die direkt mit der Fertigung verbunden waren. Daher wurde beispielsweise die Erstellung von Stücklisten eingebunden, die Lagerhaltung oder die

Beschaffung der Teile von Zulieferern jedoch nicht. Solche Konzepte, die die Einheit und das Ineinandergreifen sämtlicher Unternehmensbereiche betonten, wurden von Beratungsfirmen und Unternehmen wie IBM und Siemens entwickelt, die im Folgenden vorgestellt werden.

## CIM bei IBM

Als eines der ersten Großunternehmen entwickelte IBM in der ersten Hälfte der 1980er-Jahre ein CIM-Konzept und hatte damit wesentlichen Anteil an der Popularisierung des Konzepts in der Praxis. Zu dieser Zeit war IBM führend im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie und hatte mit Abstand die größten Marktanteile in der Computerbranche in Europa.<sup>49</sup> Diese Marktposition ermöglichte es IBM, Standards zu setzen, die teilweise noch heute in der Computertechnologie Gültigkeit haben.<sup>50</sup>

IBM startete verschiedene Initiativen, um CIM zu bewerben und die Leistungsfähigkeit des Konzepts zu unterstreichen. Dabei basierte anders als bei anderen Systemen der IBM-Ansatz ganz deutlich auf der additiven Computerisierung. Als Marktführer sah die Situation nämlich so aus, dass bereits viele Betriebe über einzelne IBM-Geräte wie Rechner oder einzelne Maschinensteuerungen verfügten. Diese sollten weiterhin nutzbar bleiben, sodass CIM hier als Verknüpfung einzelner Module verkauft wurde. Deutlich wird das in einer Werbeanzeige, die 1986 in der schweizerischen Technischen Rundschau anlässlich der Messe „Swissdata“ geschaltet wurde:

„CIM von IBM lässt sich für nahezu jeden Bereich in Ihrem Betrieb mit Modulen schrittweise aufbauen: mit Rechnerfamilien vom IBM-Industriecomputer bis zum Grosssystem, mit IBM Datenbank- und Datenkommunikationssoftware, mit Netzwerken und Anwendungssoftware. Von der Maschinensteuerung bis zur Langfristplanung.“<sup>51</sup>

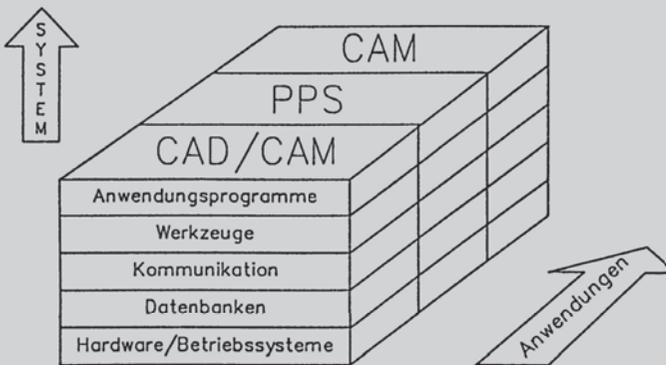
49 Abelshausen, Werner: Deutsche Wirtschaftsgeschichte seit 1945, München 2004, S. 263–264.

50 Für einen ausführlichen Einblick in die Geschichte von IBM und die Marktmacht der 1970er- und 1980er-Jahre sowie die folgende Krise: Cortada, James W.: IBM. The Rise and Fall and Reinvention of a Global Icon, Cambridge, Massachusetts 2019.

51 in: Technische Rundschau 78 (1986), H. 36. o. A.

Das IBM-Konzept basierte somit nicht auf einer Neugestaltung, sondern wollte eine neue Denkweise verkaufen, um die vorhandene Hardware effizient einzusetzen. Aus dem CIM-Modell (Abbildung 3), das IBM zur Erläuterung des Konzepts entwickelt hatte, ging hervor, dass die Anwendungen CAD, CAM und PPS zunächst als eigene Systeme verstanden wurden. Diese waren aus einzelnen Komponenten wie Anwendungsprogrammen, Werkzeugen, Kommunikationsvorgängen, Datenbanken, Hardware und Betriebssystemen aufgebaut. Die Neuerung war nun die Verknüpfung der einzelnen Module und die Zusammenfassung der Anwendungen zu einem Gesamtpaket.

**Abbildung 3: Das CIM-Modell von IBM**



Quelle: Uwe W. Geitner (Hg.): CIM-Handbuch (Wiesbaden 1987), S. 9.

Auch wenn dieses anfängliche CIM-Konzept von IBM noch stark auf die Hardware ausgerichtet war und somit der Position des Unternehmens als größtem Computerbauer gerecht wurde, deutete sich bereits eine neue Strategie des Unternehmens an. Künftig setzte IBM verstärkt auf die Entwicklung von Software, Schnittstellen sowie beratenden Dienstleistungen.<sup>52</sup>

<sup>52</sup> Scheer, August-Wilhelm: CIM. Computer Integrated Manufacturing. Der computergesteuerte Industriebetrieb, Berlin/Heidelberg/New York 1987, S. 119–122.

Nachdem die CIM-Systeme von IBM in den ersten Jahren auf Großrechnern und in Großbetrieben installiert wurden, widmete sich das Unternehmen in den 1990er-Jahren insbesondere der Installation auf der Basis von PCs, womit das Konzept auch für kleine und mittlere Unternehmen attraktiv werden sollte. In den folgenden Jahren wurde das CIM-Konzept dahin gehend ausgeweitet, dass nicht nur innerhalb eines Betriebs die unterschiedlichen Anwendungen Informationen miteinander austauschen konnten, sondern nun im Sinne eines „CIM-Verbunds“ die CIM-Systeme sämtlicher Zulieferer und Werke miteinander verbunden wurden. Mit dem Vertrieb und der Logistik wurden zwar zusätzliche Elemente in das Konzept eingebunden, die Integration basierte jedoch weiterhin auf der Kommunikation zwischen den Systemen und Betrieben, wofür entsprechende Schnittstellen bereitstehen bzw. sämtliche Systembausteine bis hin zu öffentlichen Datennetzen vereinheitlicht werden mussten. Mit dieser IBM-Vision vom „Computer Integrated Business“ (CIB) ging das Konzept also über den Betrieb und die Produktion hinaus und verband sich zu einer „rechnerintegrierten Volkswirtschaft“.<sup>53</sup>

## Computer Aided Industry von Siemens

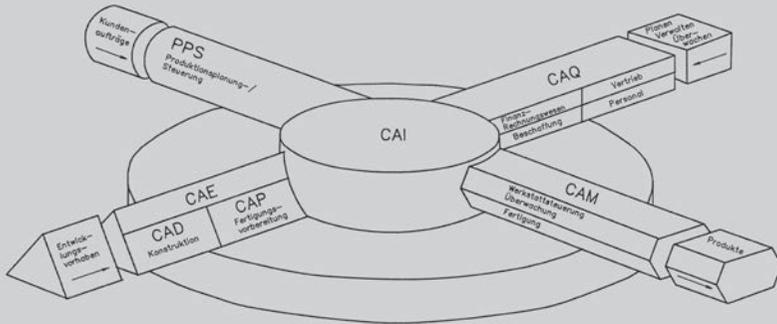
Auch Siemens entwickelte ein eigenes CIM-Konzept und vermarktete es unter dem Namen „CAI – Computer Aided Industry“. Damit knüpfte man an die CA-Terminologie an und erweiterte das üblicherweise auf die Produktion ausgerichtete Konzept auf alle Bereiche des Industrieunternehmens. Sämtliche Dienstleistungen sollten demnach nicht nur durch Computer und Datenverarbeitung unterstützt werden, sondern im „Computer Aided Office“ (CAO) stattfinden.

Das Modell (Abbildung 4, Seite 30) erinnert an einen Satelliten und signalisierte somit eine Vorstellung von der Zukunft, wie wir sie aus der Science-Fiction kennen. Im Mittelpunkt stand CAI, das in vier Richtungen wirkte bzw. die Energie der vier Stränge bündelte. Dem ersten Strang PPS waren die Kundenaufträge zugeordnet. Zum zweiten Strang CAE (Computer Aided

---

53 Geitner (Hg.): CIM-Handbuch, S. 9–10.

Abbildung 4: Das CAI-Modell von Siemens



Quelle: Uwe W. Geitner (Hg.): CIM-Handbuch (Wiesbaden 1987), S. 13.

Engineering) gehörten die Entwicklungsaufgaben, also Entwicklung und Konstruktion (CAD) sowie Fertigungsplanung (CAP). Der dritte Strang CAM war die Fertigung selbst, also die Werkstattsteuerung an dessen Ende das fertige Produkt stand. Der vierte Strang CAQ, den Siemens im Gegensatz zu den anderen Modellen hinzufügte, umfasste den Bereich des Planens, Verwaltens und Überwachens und beinhaltete Finanz- und Rechnungswesen, Beschaffung, Personal und Vertrieb. Siemens bezog sich damit auf die grundlegende Idee, das Unternehmen als Einheit zu denken und eine vollständige Rationalisierung nur durch eine vollständige Integration zu erzielen. Dementsprechend wurde diese Umsetzungsstrategie mit dem Slogan beworben, dass mit CAI ein „sinnvolles Ganzes“ geschaffen werde.

Das Konzept ähnelte auf der technischen Ebene stark dem Konzept von IBM, da auch hier die bestehende Hardware über eine Betriebssoftware miteinander verknüpft werden sollte. Dadurch konnte einerseits bereits genutzte Hardware im neuen System verwendet werden und andererseits war es möglich, die Entwicklung von Hardware teilweise vom System zu entkoppeln und somit offen für spätere Verbesserungen und Veränderungen zu sein.

Wie IBM zielte auch Siemens auf den Verkauf einer Idee bzw. einer Dienstleistung, um den eigenen Produkten eine neue Verkaufslogik zu geben. Dies wird

besonders unter dem Eindruck deutlich, dass Siemens in den 1970er-Jahren zu einem gefragten Anbieter für Steuerungs- und Regelungstechnik geworden war. Daher bot Siemens nicht nur Komplettlösungen an, sondern vor allem Beratungs- und Schulungsmöglichkeiten. Das Unternehmen versprach Kompatibilität der Produktlinien im Bereich der Maschinensteuerung und setzte damit deutlich auf Bestandskunden, denen nun die Weiternutzung bestehender Geräte angeboten werden konnte.

## Das Y-Modell von August Wilhelm Scheer

Wie bereits in den Überlegungen von Harrington angelegt, wurde immer wieder betont, dass CIM nicht nur durch die Vernetzung und Automatisierung bestehender Produktionsabläufe oder die Einführung neuer Technologien umgesetzt werden kann, sondern dem Konzept vor allem auch ein neues Organisations- und Managementkonzept zugrunde liegt. Dazu sollte die gesamte Produktion der Logik eines computerisierten, voll-integrierten Unternehmens angepasst werden. August Wilhelm Scheer, Professor am Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität des Saarlandes, definierte CIM zunächst wie üblich:

„Computer Integrated Manufacturing (CIM) bezeichnet die integrierte Informationsverarbeitung für betriebswirtschaftliche und technische Aufgaben eines Industriebetriebs.“<sup>54</sup>

Aus der Perspektive eines Wirtschaftsinformatikers war jedoch die Verbindung dieser beiden Unternehmensbereiche über eine gemeinsame Datenbasis zentral. Er spezifizierte daher das Konzept in diese Richtung, wenn er erklärte:

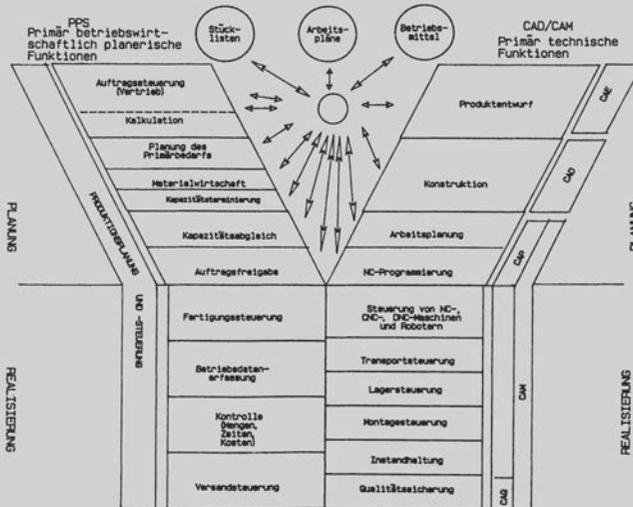
„Neben der Datenintegration, wie sie von einer anwendungsunabhängigen Datenorganisation gewährleistet wird, ist auch das Denken in Vorgangsketten ein Wesensmerkmal von CIM.“

Darüber hinaus war Scheer der Auffassung, dass CIM nur realisiert werden könne, wenn die Unternehmensführung zu umfassenden organisatorischen Verän-

---

54 Scheer: CIM, S. 3.

Abbildung 5: Das Y-Modell von A.-W. Scheer



Quelle: August-Wilhelm Scheer: CIM Computer Integrated Manufacturing (Berlin/Heidelberg 1987), S. 3.

derungen bereit sei. Diese Managementperspektive auf CIM unterstreicht sein Y-Modell (Abbildung 5). Es diente dazu, die Anpassung der Anwendungen zu betonen.<sup>55</sup> Hardware und Software müssten demnach von Beginn an auf die vollständige Integration ausgerichtet sein, indem die Datenstrukturen so allgemein entworfen werden, dass sie für möglichst alle Aufgaben der Produktion verwendet werden können. Der Entwurf eines Bauteils würde nicht nur zentral gespeichert und wäre wiederverwendbar, auch hielte er die wesentlichen Informationen für die Fertigungsplanung, die Erstellung von Stücklisten und die Kalkulation bereit. Der Integrationsgedanke zielt hier also auf die gemeinsame und anwendungsübergreifende Datenorganisation ab.<sup>56</sup>

55 Ebd., S. 1–5.

56 Ebd., S. 12–13.

Die beiden Schenkel des Ypsilon repräsentieren zwei Funktionsbereiche von CIM: auf der einen Seite die planerischen und betriebswirtschaftlichen Funktionen und auf der anderen Seite die technischen Funktionen. Dabei werden die Aufgaben hierarchisch geordnet und im Sinne der Datenintegration so miteinander verknüpft, dass sie möglichst vollautomatisch die relevanten Informationen erhalten und weitergeben können. In der Planungsphase werden die Daten der einzelnen Aufgaben über eine Vermittlungsstelle (z. B. Datenbank) ausgetauscht und in der Phase der Realisierung besteht schließlich ein direkter Austausch zwischen den Aufgabenbereichen. Die Erfassung von Betriebsdaten zur stetigen Optimierung und die Erstellung der für den Betrieb wichtigen Stücklisten und Arbeitspläne erfolgten in dem Modell ebenfalls über die zentrale Datenorganisation. Das Y-Modell war dabei grundlegend hierarchisch organisiert. Zudem setzte es voraus, dass die Unternehmensstruktur frühzeitig dem Informationsfluss angepasst wurde. Darin sah Scheer einen Vorteil, weil somit auch bei Einführung neuer Informationstechnologie, bei neuen Verbindungen und veränderten Programmen nicht mehr in die Organisation eingegriffen werden musste. Dadurch konnte die Integration im Zuge technologischer Verbesserungen, von denen Scheer immer neue Möglichkeiten zur Integration erwartete, weiter ausgebaut werden.<sup>57</sup>

Die Gegenüberstellung der Modelle veranschaulicht die unterschiedliche Ausrichtung der CIM-Konzepte und verdeutlicht die unterschiedlichen Sichtweisen von Institutionen und Unternehmen bei der Konzeptualisierung von CIM. So ging es dem AWF darum, eine Idee zu präsentieren und zu verbreiten, der ein wesentlicher Impuls für die Ausrichtung zukünftiger Fabriken zugesprochen wurde. IBM und Siemens stimmten dieser Prognose grundsätzlich zu und beschrieben in ihren Modellen ebenfalls die Verbindung der unterschiedlichen Unternehmensbereiche als sinnvolle Investition in die Zukunftsfähigkeit der Produktionsbetriebe. Als Unternehmen wollten sie jedoch auch an ihren Vorschlägen zur Umsetzung von CIM verdienen und verbanden daher

---

57 Scheer entwickelte sein Modell immer weiter, wie seine weiteren Veröffentlichungen aus den 1990er- und 2000er-Jahren zeigen. Seine Überlegungen zur Gestaltung von Industrie 4.0 knüpfen dabei auch visuell an das Y-Modell an: Scheer, August-Wilhelm: *Unternehmung 4.0. Vom disruptiven Geschäftsmodell zur Automatisierung der Geschäftsprozesse*, Wiesbaden <sup>3</sup>2020, S. 35.

ihre Modelle mit ihren konkreten Produkten und Dienstleistung. Hier zeigte sich deutlich, wie die praktische Einführung und Umsetzung von CIM von der grundlegenden theoretischen Idee abwichen. Praktisch ließen sich nämlich weder eine vollständige Umgestaltung noch eine Reorganisation und erst recht kein völliger Neuaufbau des gesamten Produktionsbetriebs umsetzen, während in der Theorie betont wurde, dass sich das CIM-Konzept nur mit einer umfassenden Neugestaltung der gesamten Fertigung realisieren ließe.

Diese Divergenz zwischen Anspruch und Wirklichkeit wurde auch von Scheer aufgegriffen, der bereits 1987 besorgt war, dass CIM zu einem Schlagwort zu werden drohe. So sei das Konzept zwar in aller Munde, die vollständige Umsetzung wäre bislang jedoch ausgeblieben.<sup>58</sup> Er bezog sich daher in seinen konzeptionellen Ausführungen nicht nur auf die Potenziale, sondern machte zudem drei Bereiche aus, die über die Zukunft von CIM entscheiden würden. Neben konzeptionellen Schwächen, die er mit seinem Modell aufzubrechen versuchte, machte er eine teilweise noch unausgereifte Technik verantwortlich, die einen Informationsaustausch etwa zwischen den betriebswirtschaftlichen und den Konstruktionsaufgaben erschwerte. Zudem bemängelte er die fehlende Bereitschaft der Unternehmen, ihre Organisation neu zu gestalten und vorausschauend zu planen, obwohl er in der Einführung von CIM für viele Unternehmen die einzige Möglichkeit sah, auf dem sich globalisierenden Markt zu überleben.<sup>59</sup>

Einige Jahre später schien sich diese Sorge zu bewahrheiten. Seit Mitte der 1990er-Jahre wurde immer deutlicher, dass CIM nur ein Schlagwort geblieben war und sich die Versprechen nicht erfüllt hatten. Viele Umsetzungsversuche waren an der Praxis gescheitert, da die vollständige Integration in den meisten CIM-Betrieben viel zu fehler- und störanfällig gewesen war. Teilweise kamen die Betriebe gar nicht über den Testbetrieb hinaus oder die Systeme konnten nur mit ständiger Hilfe von IT-Spezialisten am Laufen gehalten werden. Übrig blieben die CIM-Ruinen. Bullinger, einer der frühen Protagonisten, erklärte 1991 auf dem Forum des Fraunhofer IAO:

---

58 Scheer: CIM.

59 Eine Einführung in das Modell gibt das erste einführende Kapitel: Ebd.

„Es zeigten sich also ähnliche Schwächen wie bei tayloristischen Organisationsformen: Zwar konnten lokale Erfolge erzielt werden, doch wurde eine ganzheitliche Sicht stark vernachlässigt.“<sup>60</sup>

Trotz gegenteiliger Ankündigungen war diese ganzheitliche Sicht in den meisten Fällen nämlich nur im Konzept vorhanden gewesen und auch dort nur oberflächlich. Die Systeme waren schwer zu bedienen und zu warten, sie waren teilweise überhaupt nicht flexibel und manchmal hatte die Planung und Umsetzung so lange gedauert, dass die verbaute Technik bei Inbetriebnahme bereits überholt war.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich die in den 1980er-Jahren entwickelten CIM-Konzepte und Modelle zwar in den Details ihrer Ausrichtung unterschieden, aber allesamt auf der Weiterentwicklung und Verbindung bestehender technischer Komponenten beruhten. Somit wurden sie auch nicht als technische Innovation verstanden, sondern als neuartige Denkweise. Dementsprechend betonten Wissenschaftler\_innen wie Unternehmen häufig, dass CIM nicht einfach gekauft werden könne, sondern individuell geplant werden müsse. In dieser Individualisierung sah man gleichzeitig die Stärke des Konzepts. Nicht nur Unternehmen boten dazu Beratungen an, auch Interessenvertretungen wie der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) widmeten sich intensiv dem neuen Konzept. Besonders deutlich werden die Bemühungen, CIM für die Praxis zu empfehlen, daher auch in der eigenen Publikationsreihe des VDI, die unter dem Reihentitel „CIM-Fachmann“ Anfang der 1990er-Jahre erschien. Hier wurde erläutert, wie konkrete Unternehmensbereiche, Produktionstechnologien und Entwicklungsaufgaben in der rechnerintegrierten Produktion aussehen könnten.<sup>61</sup>

Doch wurde der CIM-Diskurs in den 1990er-Jahren nicht nur auf technologischer Ebene verhandelt. Schließlich standen hinter der technologischen Organisation der Produktion, der Verknüpfung von Betriebssystemen, Schnittstellen

---

60 Bullinger, Hans-Jörg/Otterbein, Thomas: Software-Architekturen im Unternehmen, in: Bullinger, Hans-Jörg (Hg.): Software-Architekturen im Unternehmen, Berlin/Heidelberg 1992, S. 11–45, hier S. 25.

61 Ein Band der Publikationsreihe beschäftigte sich beispielsweise mit der praktischen Umsetzung, wenn bestehende CAD/CAM-Kopplungen zu CIM weiterentwickelt wurden: Milberg: Von CAD/CAM zu CIM.

und Datenbanken auch die alte Frage der Automatisierung und die nach der Position der Menschen in der Produktion.

Beachtlich ist, dass die meisten CIM-Modelle weder Arbeit noch Menschen zu kennen scheinen. In den jeweiligen Ausführungen wird dieser Eindruck noch unterstrichen, indem die menschliche Arbeit als Lücke in einer vollständig computerisierten Fabrik interpretiert wird. Diese Vernachlässigung des Menschen wird seit 1990 als Fehler von CIM angesehen. Während sich zunächst die Gewerkschaften sowie die Arbeits- und Sozialwissenschaftler\_innen diesem Aspekt widmeten, schlossen sich später immer wieder auch Ingenieur\_innen, Wirtschaftsvertreter\_innen und Unternehmen dieser Kritik am frühen CIM-Konzept an.<sup>62</sup>

## 5 CIM und die Arbeitswelt der Fabrik

Während in den technischen CIM-Modellen die Rolle des Menschen der technischen Funktion der Systeme untergeordnet war, sahen die stärker organisatorisch angelegten Modelle die Arbeitsteilung als Schlüssel für einen funktionierenden Betrieb. Diese Sichtweise findet sich bereits im Konzept von Harrington aus den frühen 1970er-Jahren. Dieser setzte eine hochgradig arbeitsteilig organisierte Fabrikproduktion voraus und nahm somit kleine Arbeitsschritte und

---

62 Ein guter Überblick zur Position des Menschen und Scheitern von CIM: Menez/Pfeiffer/Oestreicher: Leitbilder von Mensch und Technik. Eine gute Vergleichsfolie bietet das Leitbild vom „Mensch im Mittelpunkt“, das im Zuge von Industrie 4.0 auch im Hinblick auf CIM betont, dass man nicht noch einmal den Fehler machen dürfe, den Mensch zu vernachlässigen. Vgl. u. a.: Berthold, Maik: Industrie 4.0: Warum der Mensch im Mittelpunkt steht ... und nicht im Weg, in: *Fraunhofer IAO [Blog]*, 29.04.2016, <https://blog.iao.fraunhofer.de/industrie-4-0-warum-der-mensch-im-mittelpunkt-steht-und-nicht-im-weg/> (zuletzt abgerufen am 16.11.2020); Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Hompel, Michael ten: Digitalisierung industrieller Arbeit: Entwicklungsperspektiven und Gestaltungsansätze, in: Vogel-Heuser, Birgit/Bauernhansl, Thomas/Hompel, Michael ten (Hgg.): *Handbuch Industrie 4.0*, Berlin/Heidelberg 2017, S. 357–376; Guhlemann, Kerstin/Georg, Arno/Katenkamp, Olaf: Der Mensch im Mittelpunkt oder im Weg? Grenzen und Potenziale menschengerechter Arbeitsgestaltung in der digitalen Transformation, in: *WSI-Mitteilungen* 71 (2018), H. 3, S. 211–218.

Aufgaben als Ausgangspunkt für eine Neuordnung der Produktion. Die Umstrukturierung orientierte sich dabei vor allem am Informationsfluss, der darauf abzielte, die einzelnen Arbeitsschritte so zusammzusetzen, dass sich viele Synergieeffekte ergaben. Technische und organisatorische Grundlage war also die gemeinsame Datenspeicherung und ein durchgängiger und automatischer Informationsfluss. Die besondere Bedeutung des Datenspeichers lässt sich auch aus den CIM-Modellen ablesen; häufig stand in der Visualisierung des Konzepts die Datenbank im Mittelpunkt und ordnete den Informationsaustausch.

Für die Arbeitspraxis bedeutete dies nun, dass die in einem Arbeitsschritt generierten Daten in einer Datenbank abgelegt wurden und somit automatisch auch anderen Abteilungen zur Verfügung standen. Die Informationsübermittlung von einem zum nächsten Arbeitsschritt konnte somit nicht nur ohne menschliches Zutun erfolgen, auch erübrigte sich dadurch eine wiederholte Neuerfassung der Daten. Die Computerisierung der Datenerfassung und -verarbeitung war zu dieser Zeit nicht neu. Jenseits der Fabrik, in Banken oder der Verwaltung, waren bereits umfassende DV-Programme in Anwendung.<sup>63</sup> Neu war in der Produktion, dass für die Vermittlung zwischen den Arbeitsbereichen zum einen Informationen übersetzt werden mussten. Beispielsweise war es notwendig geometrische Daten für die Maschinensteuerung aufzubereiten, zum anderen mussten daraus aber auch die notwendigen Angaben zur Produktionsorganisation, zu Erstellung von Stücklisten oder der Kostenkalkulation abgeleitet werden. Es wurden hier also einerseits Vorgänge automatisiert, die von großer Routine, Monotonie und Fehleranfälligkeit geprägt waren, andererseits aber auch Arbeitsschritte, die eine große Expertise voraussetzten.<sup>64</sup>

Hier erweiterte das CIM-Konzept die klassische Vorstellung der Automatisierung, wie sie bereits Friedrich Pollock in der Einleitung zu seinem viel zitierten Werk „Automation“ beschrieb.

---

63 Zur Computerisierung der Banken: Schmitt, Martin: Vernetzte Bankenwelt. Computerisierung in der Kreditwirtschaft der Bundesrepublik und der DDR, in: Bösch, Frank (Hg.): Wege in die digitale Gesellschaft: Computernutzung in der Bundesrepublik 1955-1990, Göttingen 2018, S. 126-147.

64 Martin, Hans: Auswirkungen auf die Arbeitssituation, in: Geitner, Uwe W. (Hg.): CIM-Handbuch, Wiesbaden 1987, S. 469-476.

„Automation als Produktionstechnik hat zum Ziel, die menschliche Arbeitskraft in den Funktionen Bedienung, Steuerung und Überwachung von Maschinen sowie der Kontrolle der Produkte soweit durch Maschinen zu ersetzen, daß vom Beginn bis zur Beendigung des Arbeitsprozesses keine menschliche Hand das Produkt berührt.“<sup>65</sup>

Denn nun ging es nicht mehr darum, dass die Arbeiter\_innen nicht mit dem Produkt in Berührung kamen, sondern vielmehr auch darum, dass die Übersetzung und Übertragung von Informationen an Maschinen ebenfalls vom Menschen entkoppelt werden sollte. Die menschliche Arbeit fand hier nur noch im Hintergrund statt und hatte oftmals nur noch einen kontrollierenden Charakter.

Wie in früheren Automatisierungskonzepten lagen aber auch bei CIM zwei Interpretationen quer zueinander: Auf der einen Ebene wurde CIM als Möglichkeit gesehen, möglichst viele Tätigkeiten zu automatisieren und die Prozesse damit schneller, stabiler und weniger fehleranfällig zu machen. Auf der anderen Ebene wurde in der Neuorganisation der Fabrikarbeit eine Möglichkeit zur Überwindung monotoner und repetitiver Arbeiten, also eine Aufwertung der Fabrikarbeit gesehen.<sup>66</sup>

## 5.1 Rationalisierung der Tätigkeiten

In der ersten Vorstellung wurde die menschliche Arbeit in einer CIM-Fabrik zur „Restarbeit“, füllte Lücken und erfüllte Aufgaben, die (noch) nicht von Computern übernommen werden konnten. In der Konsequenz musste die weitere Ausgestaltung der Automatisierung hier ansetzen. Hauptaufgabe der technologisch-organisatorischen Entwicklung war demnach, technische Lösungen zur Übernahme dieser verbliebenen Arbeitsschritte zu finden und so eine weitere Rationalisierung zu erzielen.

---

65 Pollock: Automation.

66 Besonders deutlich wird dies in einem Begleitartikel zur Swissdata '86: Erismann, Alfred: Chancen, Herausforderungen und Ziele einer sinnvollen Automation, in: *Technische Rundschau* 78 (1986), H. 36, S. 212–215.

Ein solches Verständnis von Fabrikarbeit suchte danach Arbeitsschritte zu formalisieren und bewertete dementsprechend nur die formale Ausführung der Aufgaben. Die Bearbeitung einer Aufgabe durch menschliche Arbeitskräfte erschien grundlegend suboptimal, weil sie fehleranfällig oder langsam war. Störend waren dabei vor allem jene Faktoren, die den Produktionsprozess verzögerten oder häufig zu Fehlern führten. Indem Fehler jedoch als ein grundlegend menschliches Problem gesehen wurden, galt die Computerisierung als Möglichkeit zur Fehlerreduzierung und wurde in dieser Hinsicht grundsätzlich positiv bewertet.<sup>67</sup> Weil computergesteuerten Prozessen also die Vorstellung anhaftete, effizienter, produktiver und schneller zu sein, ging CIM zunächst von der Computerisierung sämtlicher Arbeitsschritte aus – eben auch der Zwischenschritte und Restarbeiten wie Verteilung, Verarbeitung und Vermittlung von Informationen.

Besonders in der Argumentation der Unternehmer\_innen wurde jedoch auch noch eine andere Argumentation verfolgt: Facharbeiter\_innen galten als wesentlicher Kostenfaktor mit begrenzter Produktivität. Es erschien vielerorts schlicht lukrativ und wirtschaftlich, Maschinen statt Menschen einzusetzen. Denn neben ihrer Fehlerhaftigkeit hatte menschliche Arbeitskraft auch den Nachteil, dass sie kontinuierlich Geld kostete, Lohnerhöhungen und Steigerungen der Lohnnebenkosten hinzukommen konnten oder bei Unzufriedenheit die Möglichkeit der Arbeitsniederlegung bestand, ganz abzusehen von Ausfällen wegen Krankheit und Urlaub.

## 5.2 Neuorganisation der Arbeit

Neben dieser Sichtweise, in der Kritiker eine strukturelle Abwertung der Fabrikarbeit sahen, ließ die Integration sämtlicher Arbeitsbereiche mittels Informationstechnologie aber auch eine andere Interpretation zu. Hier knüpfte die Argumentation an einer grundlegenden Kritik der Fabrikarbeit durch Arbeiter\_innen und Gewerkschaften an. Im Mittelpunkt standen tayloristische Arbeits-

---

<sup>67</sup> Heßler, Martina: Fehlerhafte Menschen, in: Heßler, Martina/Liggieri, Kevin (Hgg.): Technikanthropologie. Handbuch für Wissenschaft und Studium, Baden-Baden 2020, S. 303–307.

teilung, Fließband- und Akkordarbeit, die geprägt waren von hoher Monotonie und ermüdenden Routinen.<sup>68</sup>

Einer solchen Ausrichtung folgte beispielsweise Scheer, der nun die neuen informationstechnischen Verknüpfungen als Überwindung der tayloristischen Arbeitsteilung beschrieb.

„Ein wesentlicher Grund für die Einrichtung der arbeitsteiligen Prozesse war, daß die Informationsverarbeitungskapazität des Menschen begrenzt ist und deshalb nur Teilausschnitte eines einheitlichen Vorgangs überblickt und bearbeitet werden konnten. Durch die Unterstützung von Datenbanksystemen und benutzerfreundlichen Dialogverarbeitungssystemen wachsen aber die Fähigkeiten des Menschen zur Bewältigung komplexerer Arbeitspakete. Damit entfallen Gründe, die früher zu einer konsequenten Arbeitsteilung gedrängt hatten, und es können wieder Teilfunktionen an Arbeitsplätzen zusammengeführt werden.“<sup>69</sup>

Diese Sichtweise zeigt die Verbindung betriebswirtschaftlicher Interessen mit Vorstellungen einer Humanisierung der Fabrikarbeit. Denn die Neustrukturierung der Produktion auf Grundlage von Fertigungsinseln bedeutete, dass Durchlaufzeiten reduziert werden konnten, da die Integration unterschiedlicher Funktionen an einem Arbeitsplatz zu einem wesentlich autonomeren Agieren führte, als in der arbeitsteiligen Produktion.<sup>70</sup> Dadurch ergab sich ein arbeitsorganisatorisches Verständnis, das auf der Interaktion von Mensch und Technik basierte.

Hier setzte auch die Auseinandersetzung der Arbeitswissenschaftler\_innen an, die unter dem Schlagwort der „Informatisierung der Arbeit“ die Neuorganisation der Produktionsarbeit im Rahmen des CIM-Konzepts fokussierten.<sup>71</sup> Be-

---

68 Eine gute Einführung in diese Perspektive bieten: Beck, Joachim/Liesenkötter, Mathias/Teucher, Renate: Der Mensch im Industriebetrieb: Gestaltung von Arbeit und Technik in der modernen Organisation, Opladen 1996.

69 Scheer: CIM, S. 5–6.

70 Maßberg: Fertigungsinseln.

71 Einen guten Einblick in die arbeitswissenschaftliche Perspektive gibt: Below, Fritz von/Hackstein, Rolf/Heeg, Franz-Josef (Hgg.): Arbeitsorganisation und Neue Technologien. Impulse für eine weitere Integration der traditionellen arbeitswissenschaftlichen Entwicklungsbereiche, Berlin 1986.

sonders die umfangreichen Arbeiten des Fraunhofer IAO zeigten Möglichkeiten zur Realisierung auf. Laut Bullinger müssten nicht nur technische Lösungen zur Umsetzung von CIM entwickelt werden, sondern es müssten auch die Egoismen in den Fachabteilungen zugunsten gemeinschaftlichen Denkens aufgelöst und eine neue betriebliche Organisation entwickelt werden. Diese neue Organisation diene letztlich auch dazu, den Betrieb mitarbeitergerechter zu machen.<sup>72</sup> Auch Scheer sah gerade in der von ihm vorgeschlagenen Kombination aus Top-Down und Bottom-Up eine Möglichkeit, das Wissen, die Hoffnungen und Sorgen der Mitarbeiter\_innen auf verschiedenen hierarchischen Ebenen miteinzubeziehen und so eine größere Akzeptanz für die späteren automatisierten Prozesse zu schaffen.<sup>73</sup>

Peter Brödner, der sich in den 1980er-Jahren aus einer fertigungstechnischen Perspektive mit der Humanisierung des Arbeitslebens auseinandersetzte, formulierte ebenfalls eine deutliche Kritik am „technozentrischen“ CIM-Konzept. In seiner „Alternative“ wird deutlich, dass es nicht darum ging, technische Entwicklungen abzuwerten, sondern vielmehr um eine Neuausrichtung ingenieurwissenschaftlichen Denkens. Dazu sollten die bestehenden technischen Sichtweisen mit einer „anthropozentrischen“ verbunden werden. Indem beide Bereiche gleichwertig betrachtet werden, könnten ein erfolgreiches Produktionskonzept entwickelt und gleichzeitig die Bedürfnisse der Menschen geachtet werden. Brödners Vorstellung einer Fabrik der Zukunft sah letztlich die Überwindung des bestehenden Rationalisierungsparadigmas vor, nach dem Rationalisierung und Produktivitätssteigerung immer mit einer technischen und algorithmischen Übersetzung menschlicher Handlungen einhergehen.<sup>74</sup>

Letztlich kam es zwar nicht zu einem flächendeckenden Umdenken und einer Abwendung von der technikzentrierten Gestaltung. Jedoch kristallisierten sich mit dem technikzentrierten und dem humanen Ansatz zwei Leitbilder heraus, die fortan den CIM-Konzepten zugrunde lagen. Bis auf wenige Ausnahmen beruhten die meisten konkreten CIM-Lösungen allerdings auf dem technischen

---

72 Bullinger: Integrierte Informations- und Produktionssysteme, S. 19.

73 Scheer: CIM, S. 65–84.

74 Brödner, Peter: Fabrik 2000. Alternative Entwicklungspfade in die Zukunft der Fabrik, Berlin 1985.

Leitbild, das menschliche Arbeitsleistung, von der Zuarbeit bis zur Expertise, als möglichst vermeidbare Restarbeit auslegte.<sup>75</sup> Fraglich ist, ob die Vorschläge, CIM stärker arbeitswissenschaftlich und -organisatorisch zu betrachten, letztlich die Abwendung von dem Leitbild der automatisch gesteuerten Fabrik und CIM in den 1990er-Jahren unterstützte.<sup>76</sup>

Zu dieser Zeit waren bereits einige CIM-Projekte und Automationsprojekte gescheitert. Computer und Mikroelektronik hatten an Glanz verloren, denn im Betrieb zeigten sich die Systeme zu störanfällig, wartungsintensiv und technisch überkomplex.<sup>77</sup> Nun widmeten sich verschiedene Wissenschaftler\_innen neuen Konzepten. Beispielsweise schlug Hans-Jürgen Warnecke, dessen Name als Leiter des Fraunhofer IPA eng mit der Entwicklung von CIM-Konzepten verknüpft war, Anfang der 1990er-Jahre ein neues Konzept für die Fabrik der Zukunft vor. Die „Fraktale Fabrik“ sah nun vor, den Produktionsbetrieb dezentral zu organisieren.<sup>78</sup>

Die Erfahrung mit CIM scheint in diesem und anderen Produktionskonzepten der 1990er- und 2000er-Jahre zunächst zu einer Abwendung des technikzentrierten Leitbilds geführt zu haben.<sup>79</sup> Dezentrale Organisation, Teamarbeit und Logistik rückten in den Mittelpunkt. Der Mensch sollte nun nicht mehr möglichst umfassend durch die Maschine ersetzt werden, sondern die Maschine sollte den Menschen bei seiner Arbeit unterstützen.<sup>80</sup>

---

75 Vgl. dazu für die Suche nach alternativen Lösungen auch die Projekte zur Humanisierung und Mitbestimmung: Kapitel 7.

76 Menez/Pfeiffer/Oestreicher: Leitbilder von Mensch und Technik.

77 Vgl. dazu auch den Fall der Halle 54: Heßler, Martina: Die Halle 54 bei Volkswagen und die Grenzen der Automatisierung. Überlegungen zum Mensch-Maschine-Verhältnis in der industriellen Produktion der 1980er-Jahre, in: *Zeithistorische Forschungen/Studies in Contemporary History* 11 (2014), H. 1, S. 56–76. Menez/Pfeiffer/Oestreicher: Leitbilder von Mensch und Technik.

78 Warnecke, Hans-Jürgen: Die fraktale Fabrik: Revolution der Unternehmenskultur, Berlin/New York 1992.

79 Das Umdenken steht auch im Zusammenhang mit der Auseinandersetzung mit den japanischen Produktionsmodellen, die seit den 1970er-Jahren zugenommen hatte. Elis, Volker: Von Amerika nach Japan – und zurück. Die historischen Wurzeln und Transformationen des Toyotismus, in: *Zeithistorische Forschungen* 6 (2009), H. 2, 255–275.

80 Einen Überblick über die verschiedenen Produktionskonzepte rund um CIM bietet: Vahrenkamp: Von Taylor zu Toyota; zur Ablösung des technikzentrierten durch das humanorientierte Leitbild in den 1990er-Jahren vgl. Menez/Pfeiffer/Oestreicher: Leitbilder von Mensch und Technik.

### 5.3 Verlust von Arbeitsplätzen

Während die ingenieurwissenschaftliche und planerische Perspektive vor allem die (fehlende) Realisierung des Konzepts betrachtete, bedeutete CIM für die Arbeitnehmer\_innen und ihre Vertretungen immer auch die Sorge vor technologisch bedingter Arbeitslosigkeit.<sup>81</sup> Getrieben wurde diese Sorge einerseits von den Erfahrungen mit den neuen Computertechnologien und deren Auswirkungen auf die Arbeitsplätze und andererseits von einer bereits hohen Arbeitslosenquote in den 1980er-Jahren. Schließlich begleitete das Bild der Mikroelektronik als „Jobkiller“ seit Jahren den gesellschaftlichen Diskurs zur Automatisierung und war eng verflochten mit dem zeitgenössisch wahrgenommenen und diagnostizierten Wandel von der Industrie- zur Dienstleistungsgesellschaft.

Dieser Übergang wurde zu dieser Zeit in der Medienöffentlichkeit breit diskutiert. Viele kleine und größere Beiträge in den großen deutschen Wochenzeitschriften thematisierten die Wirkung der Mikroelektronik auf die Arbeitsplätze, die Arbeitswelt und die Beschäftigungsstruktur. Der Bayerische Rundfunk strahlte beispielsweise 1980 eine Sendereihe „Situation: Arbeitsplatz“ aus, in deren Mittelpunkt nicht nur die Möglichkeiten der Automatisierung standen, sondern auch die Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt. Hier wurde vor einer drohenden Übermacht der Computer gewarnt, aber auch danach gefragt, wie sich die neuen Technologien zugunsten der Arbeiter\_innen nutzen ließen.<sup>82</sup> Dabei wurde weniger die Frage diskutiert, ob die Arbeit der Zukunft von neuen Technologien bestimmt sein würde, sondern wie Technik die Zukunft der Arbeit gestalten werde und welche Sorgen und Hoffnungen berechtigt waren.

Hinzu kamen Stimmen der politischen Linken, die eine mögliche Lösung zur Problematik der technologisch bedingten Arbeitslosigkeit in Arbeitszeitverkürzung und bedingungslosem Grundeinkommen sahen. In dieser Argumentation wurden Strategien zur Computerisierung und Automatisierung, wie sie dem

---

81 Noack, Michael u. a. (Hgg.): CIM Integration und Vernetzung, Berlin/Heidelberg 1990, S. 9; Menez/Pfeiffer/Oestreicher: Leitbilder von Mensch und Technik.

82 Vgl. Artikel wie Ralf Dahrendorf: Wenn uns die Arbeit ausgeht. Die Zukunft verlangt neue Gestaltung des sozialen Lebens, in: *Die Zeit*, 39/1978, <https://www.zeit.de/1978/39/wenn-uns-die-arbeit-ausgeht> (zuletzt abgerufen 15.11.2020).

CIM-Konzept zugrunde lagen, als Möglichkeit zur Befreiung von der zwanghaften Lohnarbeit angesehen. Das Statement, dass der Gesellschaft die Arbeit ausgehe, konnte so positiv gedeutet werden.<sup>83</sup>

Von Wirtschaftsvertreter\_innen wurde dagegen argumentiert, dass die Anwendung und Verbreitung neuer Technologien in der Produktion Notwendigkeit und Sachzwang seien, um den Status quo einer Nation, einer Region oder einer Industrie zu sichern. Diese Sichtweise stand vielfach noch unter dem Eindruck des Wirtschaftswunders und der Jahre des wirtschaftlichen Wiederaufbaus. Seit dieser Zeit hatte sich die Überzeugung gefestigt, dass der Industriestandort Deutschland nur bei hoher Produktivität der Industrie gesichert werden könne. Auf die Arbeitsplätze bezogen bedeutete dies, dass der Verlust einiger weniger Arbeitsplätze aufgrund technologischer Rationalisierungsmaßnahmen mit der Sicherung vieler Arbeitsplätze durch die verbesserte Weltmarktposition gerechtfertigt werde.<sup>84</sup>

Es gab verschiedene Fallbeispiele, die diese Annahme bestätigten, wie etwa eine Studie zeigt, die Ende der 1980er-Jahre nach den Möglichkeiten der Mitbestimmung von Betriebsrät\_innen bei der Einführung neuer Technologien fragte.

„Im Werk hier am Ort sind mit der letzten Modernisierung Arbeitsplätze verlorengegangen, die Produktionskapazität ist um 40 % gestiegen. Mit der Zustimmung zum Arbeitsplatzabbau hat der Betriebsrat mit dafür gesorgt, daß die verbliebenen Arbeitsplätze sicherer geworden sind, weil das Unternehmen am Markt konkurrenzfähig ist.“<sup>85</sup>

---

83 Diese viel diskutierte Sichtweise zieht sich bis heute durch die Diskussion zum Grundeinkommen. Für eine zeitgenössische Perspektive: Schmid, Thomas (Hg.): Befreiung von falscher Arbeit: Thesen zum garantierten Mindesteinkommen, Berlin <sup>2</sup>1986; Kontinuität und Wandel der Diskussion wird verdeutlicht in Vobruba, Georg: Entkoppelung von Arbeit und Einkommen. Das Grundeinkommen in der Arbeitsgesellschaft, Wiesbaden 2006.

84 Diese Argumentation findet sich in verschiedenen Beiträgen von Fachzeitschriften, Eröffnungsvorträgen von Fachtagungen, aber auch im politischen Diskurs um die Bewertung und Bekämpfung der hohen Arbeitslosigkeit. Sorge, Arndt: Arbeitsplatzschaffung oder Arbeitsplatzvernichtung durch Mikroelektronik?, in: Dierkes, Meinolf/Strümpel, Burkhard (Hgg.): Wenig Arbeit, aber viel zu tun: neue Wege der Arbeitsmarktpolitik, Opladen 1985, S. 36–47.

85 Aussage zitiert nach Bartölke, Klaus/Fuchs, Karl-Detlef: Neue Technologien und betriebliche Mitbestimmung, Opladen 1991, S. 197.

Der hier deutlich werdende Zwiespalt, in dem sich die betrieblichen Arbeitnehmer\_innenvertretungen befanden, wird auch in anderen Interviews und den gewerkschaftlichen Diskussionen deutlich. Die Aussage, dass neue Technologien keine „Jobkiller“ seien, sondern notwendig, um die Produktivität zu steigern und Wirtschaftswachstum zu generieren bzw. zu sichern, kann somit nicht nur als Sichtweise der Industrie und wirtschaftsnahen Politik verstanden werden. Vielmehr zeigt sich hier ein Leitbild, das grundlegend für die Wahrnehmung der Arbeitswelt und die Gestaltungspotentiale einer Arbeit der Zukunft in den 1980er-Jahren war.<sup>86</sup>

## 6 CIM in der sozialwissenschaftlichen Diskussion

Die Automatisierung wurde in der Bundesrepublik intensiv von den Sozialwissenschaften begleitet. Insbesondere in den 1970er- und 1980er-Jahren waren wichtige Begleitstudien entstanden. Diese sollten etwa Aufschluss darüber geben, was die neuen automatisierten Fertigungsgruppen für die Industriearbeit bedeuteten. Waren sie positiv zu beurteilen, weil sie die viel kritisierte Arbeit am Fließband ablösten? Oder brachten sie nur neue technologische Abhängigkeiten? Würden sie die Arbeitsbedingungen verbessern? War mit der Computerisierung eine Abwertung von Arbeitsplätzen und Qualifikationen verbunden?

Als wichtige Begleitstudien sind die umfangreichen Analysen von Horst Kern und Michael Schuhmann, die Interviews von Arndt Sorge, aber auch internationale Studien wie die zur Massenproduktion von Michael Piore und Charles Sabel zu nennen.<sup>87</sup> Hinzu kommen die Arbeiten des Instituts für Sozialwissen-

---

86 Ausführlich wird dies aufgegriffen in: Bartölke/Fuchs: Neue Technologien und betriebliche Mitbestimmung.

87 Kern, Horst/Schumann, Michael: Industriearbeit und Arbeiterbewusstsein, Frankfurt am Main 1977; Sorge, Arndt u. a. (Hgg.): Mikroelektronik und Arbeit in der Industrie: Erfahrungen beim Einsatz von CNC-Maschinen in Großbritannien und der Bundesrepublik Deutschland, Frank-

schaftliche Forschung (ISF), der Projektgruppe Automation und Qualifikation (PAQ), und viele weitere, durch öffentliche Programme geförderte Studien an universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen.

Diese empirische sozialwissenschaftliche Forschung lieferte interessante Quellen zur Automatisierung in den 1980er-Jahren und zeigt, welche Ambivalenzen und Widersprüche die Automatisierung begleiteten und wie diese von der Forschung aufgegriffen und interpretiert wurden. Dennoch kritisierten die Zeitgenoss\_innen die sozialwissenschaftliche Begleitforschung durchaus scharf, wobei besonders ihre enge Orientierung an ideologischen Fragen und ihre antikapitalistische Prägung im Mittelpunkt standen. Besonders deutlich wird dies etwa bei den Arbeiten der PAQ, die sich klar positionierte und etwa unter dem Schlagwort der „Automation von unten“ nach Möglichkeiten suchte, wie Arbeiter\_innen von der Automatisierung profitieren und kapitalistische Machtverhältnisse überwunden werden könnten.

Auch wenn sich nur wenige sozialwissenschaftliche Studien dezidiert mit CIM beschäftigten, zeigen sie dennoch eine weitere Perspektive auf die Transformation der Arbeit durch Teilautomatisierung und die Einführung der Mikroelektronik.

## 6.1 Qualifikation

Die Veränderung der Position der Arbeitskräfte in der automatisierten Fabrik wurde in den vielen Studien der 1970er- und 1980er-Jahre diskutiert. Die Begleitstudien brachten Ergebnisse hervor, die immer wieder ein heterogenes Bild der Arbeiter\_innen in der Fabrik zeichneten. Die Arbeiter\_innenschaft teilte sich demnach in unterschiedliche, an Qualifikation und Aufgabe ausgerichtete Gruppen: Produktionsarbeiter\_innen, Instandhaltungs- und Reparaturarbeiter\_innen oder Automationsarbeiter\_innen nahmen die Veränderungen der Produktionstechnik und ihrer Arbeitswelt dabei verschieden wahr, hatten

---

furt am Main 1982; Piore, Michael J./Sabel, Charles F.: Das Ende der Massenproduktion. Studie über die Requalifizierung der Arbeit und der Rückkehr der Ökonomie in die Gesellschaft, Berlin 1985.

unterschiedliche Arbeitserfahrungen und dadurch in vielen Betrieben kein kollegiales, kein integratives, sondern ein polarisierendes Verhältnis.<sup>88</sup>

Als Gründe dafür machten sowohl Kern/Schumann als auch die Projektgruppe Automation und Qualifikation erworbene Qualifikationen, die konkreten Aufgaben, ihre persönliche Ersetzbarkeit oder auch die unterschiedlichen Entlohnungssysteme aus: Während Facharbeiter\_innen wie beispielsweise Elektriker\_innen oder Schlosser\_innen, die nach Zeitlohn beschäftigt waren, kein dringendes Interesse an einer schnellen Störungsbehebung hatten, war der störungsfreie Betrieb für die Einrichter\_innen und Bediener\_innen der Maschinen enorm wichtig, da ihr Lohn oder ihre Arbeitszeit am Ergebnis gemessen wurde. Die unterschiedlichen Entlohnungssysteme führten zudem zu einer verschobenen Wahrnehmung: Die Maschine war so ausgelegt, dass sie automatisch stoppte – z. B. Rausfliegen einer Sicherung –, wenn sie einen Fehler feststellte. Der Arbeitsablauf sah vor, dass dann ein Techniker den Fehler abschätzte und die Maschine wieder startete – z. B. durch das Reindrehen einer Sicherung. Die Akkordarbeiter\_innen nahmen das Stoppen jedoch als Störung der eigenen Tätigkeit, als Unterbrechung ihrer Arbeit und ihres Akkords wahr und nicht als Feedback des technischen Systems und der automatischen Regelung. Sie handelten daher häufig eigenmächtig und suchten nach einfachen Lösungen, um Störungen schnell zu handhaben.<sup>89</sup>

Solche Divergenzen im Bereich der Wahrnehmung und Erfahrung mit Automatisierung bildeten zusammen mit der wachsenden Schere zwischen qualifizierten und unqualifizierten Arbeiter\_innen und der aus ihrer Qualifikation abgeleiteten Ersetzbarkeit die Grundlage der Polarisierungsdiskussion. Demnach veränderte sich die Arbeit in der automatischen Produktion dahingehend, dass die Nachfrage nach qualifizierten Arbeitskräften für die teilweise autonomen Tätigkeiten stieg, während die Nachfrage nach ungelerten Arbeitskräften für repetitiven Tätigkeiten stark zurückging. Die Unterschiede

---

88 Kern/Schumann: *Industriearbeit und Arbeiterbewusstsein*; Projektgruppe Automation und Qualifikation (Hg.): *Zerreißproben: Automation im Arbeiterleben. Empirische Untersuchungen*, Teil 4, Berlin 1983, S. 92–127.

89 Ebd.

innerhalb der Arbeiterschaft wurden von Vertreter\_innen der Polarisierungsthese auch als Gefahr für „die Einheit der Arbeiterschaft“ gewertet.<sup>90</sup>

Grundlage der Polarisierung und der Teilung zwischen Automationsarbeiter\_innen, die auch als Arbeiter\_innenaristokratie bezeichnet wurde, und den Fabrikarbeiter\_innen, die in Folge der Automatisierung eine „Leidensgemeinschaft der Dequalifizierten“ bildeten, war immer wieder deren erworbenen Qualifikationen. Daher zielte die Diskussion auch auf die Bewertung der Zukunftsfähigkeit von Qualifikationen, Aus- und Weiterbildungsstrukturen.<sup>91</sup>

Auch wenn die Polarisierungsthese bis heute in den Auseinandersetzungen mit der Veränderung der Arbeitswelt durch Digitalisierung und Industrie 4.0 eine große Rolle spielt, blieb sie nicht ohne Widerspruch. Die Kritik galt unter anderen der fehlenden historischen Einordnung der These. So wurde erstens infrage gestellt, inwiefern es jemals eine einheitliche Arbeiter\_innenklasse gegeben habe. Zweitens wurde daran anschließend kritisiert, dass viele Studien in den 1970er-Jahre der Kritischen Theorie folgten und davon ausgingen, dass die Arbeiter\_innenklasse nur als Einheit geschlossen gegen Missstände aufbegehren

---

90 Viel beachtet wurde: Kern/Schumann: Industriearbeit und Arbeiterbewusstsein. Kern, Horst/Schumann, Michael: Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion. Bestandsaufnahme, Trendbestimmung, München 1984. Vgl. zur Kritik: Gottschalch, Holm/Ohm, Christoph: Kritische Bemerkungen zur Polarisierungsthese bei Kern und Schumann, in: Soziale Welt 28 (1977) 3, S.340–363. Außerdem zur neueren Perspektive: Moldaschl, Manfred: Organisierung und Organisation von Arbeit, in: Böhle, Fritz/Vofß, G. Günter/Wachtler, Günther (Hgg.): Handbuch Arbeitssoziologie, Wiesbaden 2018, S. 359–400, hier S. 368.

91 Aktuelle Auseinandersetzungen mit der Polarisierungsthese durch Computerisierung und Digitalisierung wurden durch die viel zitierte Studie zur Zukunft von Beruf und Qualifikation von Frey/Osborne aus 2013 angeregt: Frey, Carl Benedikt/ Osborne, Michael A.: The Future of Employment. How Susceptible are Jobs to Computerisation? Oxford 2013, [https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf) (zuletzt abgerufen am 17.11.2020); Bonin, Holger/Gregory, Terry/Zierahn, Ulrich: Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland, Mannheim 2015, <https://www.bmas.de/DE/Service/Medien/Publikationen/Forschungsberichte/Forschungsberichte-Arbeitsmarkt/forschungsbericht-fb-455.html> (zuletzt abgerufen am 17.11.2020); Tiemann, Michael: Polarisierung von Tätigkeiten in der Wirtschaft 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Fachkräftebedarf in der digitalisierten Arbeit von morgen, [Bonn] 2016, [https://www.bibb.de/dokumente/pdf/AB22\\_Polar\\_Polarisierungsthese-Frey\\_V2.1.pdf](https://www.bibb.de/dokumente/pdf/AB22_Polar_Polarisierungsthese-Frey_V2.1.pdf) (zuletzt abgerufen am 17.11.2020); Staab, Philipp/Prediger, Lena J.: Digitalisierung und Polarisierung. Eine Literaturstudie zu den Auswirkungen des digitalen Wandels auf Sozialstruktur und Betriebe, Düsseldorf 2019.

könne und somit die Polarisierung letztlich zu einem Machtverlust der Arbeiter\_innenklasse führen würde.<sup>92</sup>

Die Qualifikation war aber auch aus einem anderen Grund immer wieder Bestandteil der wissenschaftlichen Begleitforschung. Bereits bei den ersten Umsetzungsstrategien von CA-Technologien in den Industriebetrieben hatte sich gezeigt, dass die Mitarbeiter\_innen nicht ausreichend auf diese Umstellung vorbereitet bzw. nicht für die neuen Aufgaben qualifiziert waren.<sup>93</sup> Dies hemmte besonders bei kleinen und mittleren Unternehmen das Interesse an einer Umstellung der Fertigung und die Anwendung neuer Technologien. Folglich betonten auch die Unternehmer\_innen und Arbeitgeber\_innenverbände, dass der Einsatz von Technologie und die Qualifikation von Mitarbeiter\_innen stets integriert geplant werden müsse.<sup>94</sup> An dieser Stelle wurden die Mitarbeiter\_innen Position zu relevanten Faktoren für eine erfolgreiche Umsetzung und Einführung von CIM. Während diese Perspektive relativ neu war, hatte die Bundesregierung bereits im Rahmen des 2. DV-Programms die Weiterbildung in digitalen Technologien gefördert, um die vorgesehene Umstellung der Produktion auf neue Technologien nicht zu gefährden.<sup>95</sup>

Die Qualifikations-Diskussion im Hintergrund automatisierter Produktionsprozesse verlief in den 1980er-Jahren aber auch in anderer Hinsicht kontrovers: Die einen sahen in der Mikroelektronik in erster Linie eine Technologie, die Arbeitskräfte überflüssig machte. Besonders gering qualifizierte Arbeitskräfte würden durch Maschinen ersetzt. Eng damit verbunden war die These von der Abwertung menschlicher Tätigkeit, da ehemals geschätzte Fähigkeiten und Fertigkeiten nicht mehr gebraucht wurden, wenn die Arbeitskräfte nur noch die Arbeit der Maschinen kontrollierten. Davon ausgehend wurde angeführt, dass „die meisten

---

92 Moldaschl: *Organisierung und Organisation von Arbeit*.

93 Fiedler, Angela/Regenhard, Ulla: *Mit CIM in die Fabrik der Zukunft?* Wiesbaden 1991, S. 149–160.

94 Vgl. u. a. Leder, Loni/Louis, Eric: *Zum Stellenwert von Qualifikation und Ökologie in Unternehmen mit rechnerunterstützten integrierten Produktionssystemen – Ergebnisse betrieblicher Fallstudien*, in: Cyraneck, Günther (Hg.): *CIM: Herausforderung an Mensch, Technik, Organisation*, Zürich 1993, S. 141.

95 Die Ausrichtung und Zielsetzung der DV-Programme finden sich in den jeweiligen Bundesberichten zur Forschung.

Qualifikationen ihren unmittelbar fachbezogenen Charakter verlieren und sich eher auf (technische und organisatorische) Gesamtfunktionen beziehen, wozu ein Verständnis technischer Zusammenhänge und gesamtbetrieblicher Abläufe erforderlich ist.“<sup>96</sup>

In dieser Entwicklung sahen einige nun einen Fortschritt in Richtung Humanisierung der Arbeit: Denn wenn das Mitdenken und Mithandeln der Arbeitskräfte für einen optimalen Ablauf des Produktionsprozesses wichtig und Flexibilität und Kreativität zu einer Kernkompetenz zukünftiger Fabrikarbeiter\_innen wurden, konnten hier auch Potenziale für eine Mitgestaltung liegen. Ähnlich argumentierten auch Kern und Schumann:

„In der Frage, wo im Betrieb die produktionsnotwendige Intelligenz verankert werden soll: allein in werkstattexternen Planungs- und Dispositionsagenturen, denen eine rein ausführende Fertigung ohne jede Kompetenz und Qualifikation gegenübersteht (das wäre die Fortschreibung alter Linien) oder aber auch in der Produktion selbst, deren Know-how und Erfahrung nicht als ärgerliches Residuum, sondern als unverzichtbarer Bestandteil der Produktivkraftentwicklung anerkannt wäre (das sind die neuen Produktionskonzepte), gewinnt die zweite Position allmählich die Oberhand. Deshalb sprechen wir in Bezug auf die industriellen Kernsektoren vom möglichen Ende der Arbeitsteilung und der (Re-)Professionalisierung der Produktionsarbeit.“<sup>97</sup>

## 6.2 Humanisierung

In der Automatisierungsdiskussion des 20. Jahrhunderts war immer wieder die Hoffnung auf eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen genannt worden. Diese Vorstellung drehte die technische Idee der Automatisierung gewisser-

<sup>96</sup> Fiedler/Regenhard: Mit CIM in die Fabrik der Zukunft?, S. 152.

<sup>97</sup> Kern/Schumann: Das Ende der Arbeitsteilung?, S. 323. In diese Richtung argumentierte auch die PAQ. Die Kritik an der Interpretation von Kern/Schumann bezog sich u. a. darauf, dass sich eine Höherqualifizierung und Kompetenzerweiterung zu diesem Zeitpunkt nur aus den technologischen Leitbildern ableiten ließ, aber nicht in der Realität zu erkennen war. Zu weiteren Kritikpunkten an Kern/Schumann vgl. Fach, Wolfgang/Weigel, Ulrich: Die Lücke als Leistung Über das lautlose „Ende der Arbeitsteilung“, in: *Zeitschrift für Soziologie* 15 (1986), H. 2, S. 133–140.

maßen um: Wenn computergesteuerte Maschinen und Roboter vor allem dort sinnvoll im Produktionsprozess eingesetzt werden konnten, wo regelmäßig dieselben Handgriffe bzw. Arbeitsschritte unternommen werden mussten, konnten sie der Überwindung von repetitiven und physisch anstrengenden Tätigkeiten und letztlich der tayloristisch und fordistisch geprägten Massenproduktion dienen.<sup>98</sup>

In den 1980er-Jahren begleitete die Idee, dass die Automatisierung zur Humanisierung der Arbeit beitragen könne, die sozialwissenschaftlichen Diskurse zur rechnerintegrierten Produktion. Verantwortlich dafür war einerseits die zeitlich parallel stattfindenden Programme zur Humanisierung des Arbeitslebens und andererseits die breite Kritik an der technikzentrierten Auslegung von CIM und die Suche nach einer Aufwertung menschlicher Arbeit.

Die Forderung nach einer humanen Ausrichtung der neuen Produktionstechnologien bekam durch das Bundesprogramm Humanisierung der Arbeitswelt (HdA) enormen Aufwind.<sup>99</sup> Bei dem HdA-Projekt handelte es sich um ein von der Bundesregierung bzw. den Ministerien für Forschung und Technologie sowie Arbeit und Sozialordnung initiiertes Projekt mit einer Laufzeit von 1974-1989. Neben der Politik beteiligten sich insbesondere auch die Gewerkschaften, Arbeitgeber\_innenverbände und Expert\_innen aus der Wissenschaft, die sich im Fachausschuss „Humanisierung des Arbeitslebens“ versammelten, an der Ausgestaltung. Dabei wurden in den 15 Jahren der Projektlaufzeit etwa 1600 Projekte gefördert, die sich mit unterschiedlichen Aspekten des Arbeitslebens auseinandersetzen, deren gemeinsamer Schwerpunkt aber die Frage nach einer Verbesserung der Arbeitsbedingungen war. Die Ziele lagen neben Partizipation, Arbeitssicherheit, Gesundheit und Umwelt sowohl auf dem Gebiet der Arbeitsorganisation als auch im Bereich der Gestaltung neuer Technologien. Dabei waren neue Technologien zunächst vor allem als Möglichkeiten zur Entlastung der

---

98 Einen guten Überblick in die Geschichte der gewerkschaftlichen Auseinandersetzung mit Rationalisierung und der damit verknüpften Vorstellung besserer Arbeitsbedingungen bietet Hachtmann, Rüdiger: Gewerkschaften und Rationalisierung. Die 1970er-Jahre – ein Wendepunkt?, in: Andresen, Knud/Bitzegeio, Ursula/Mittag, Jürgen (Hgg.): „Nach dem Strukturbruch“? Kontinuität und Wandel von Arbeitsbeziehungen und Arbeitswelt(en) seit den 1970er-Jahren, Bonn 2011, S. 181–209.

99 Vgl. Kleinöder/Müller/Uhl: Humanisierung der Arbeit.

Arbeitskräfte, zur Übernahme gefährlicher Tätigkeiten und zum Einsatz in gefährlichen Arbeitsumgebungen diskutiert worden.<sup>100</sup>

Seit den 1980er-Jahren kam die konkrete Auseinandersetzung mit der Computerisierung hinzu. Unter den zahlreichen Publikationen der Schriftenreihe „Humanisierung des Arbeitslebens“ finden sich mehrere, die sich dezidiert mit den Veränderungen in der Produktion auseinandersetzen.<sup>101</sup> Es wurde hinterfragt, ob die Computerisierung und Informatisierung der Produktion die Bestrebungen erfülle, körperlich schwere und repetitive Tätigkeiten durch die Einführung von Robotern und Maschinen obsolet zu machen und dadurch die Bedingungen für die Arbeitskräfte zu verbessern oder ob es vielmehr bedeute, dass ein großer Teil der gering und unqualifizierten Mitarbeiter\_innen ihren Arbeitsplatz verlieren würde.

Die im Rahmen des Programms entstandene Studie „Bedingungen und Möglichkeiten menschengerechter Arbeitsgestaltung im Bereich computergestützter Produktionsprozesse“ untersuchte die Dynamik und Verlaufsformen der auf Computertechnologie beruhenden Rationalisierungs- und Automatisierungsmaßnahmen. Unter anderem wurde die Frage gestellt, inwiefern sich die Arbeitsbedingungen durch die Computerisierung veränderten. In den drei untersuchten Branchen, der Automobilindustrie, der Elektroindustrie und dem Maschinenbau zeigten sich unterschiedliche Wirkungen der computergestützten Produktion auf die Arbeitsbedingungen. Vier Typen der Automationsarbeit identifizierten die Autor\_innen der Studie: Jedermannsarbeit, komplexe Anlern­tätigkeit, qualifizierte Automationsarbeit und hochkomplexe Kopfarbeit. Eine Entlastung der Arbeitskräfte zeichnete sich dabei nur im Bereich der körperlichen Arbeit ab, die psychische Belastung hingegen wurde

---

100 Vgl. hierzu den Steckbrief zum Programm „Humanisierung des Arbeitslebens“ vom 7.8.2020 auf: <https://hdainhd.hypotheses.org/283> (zuletzt abgerufen 15.11.2020).

101 Z. B.: Altenwerth, Ferdinand: Arbeitssysteme mit integrierten Handhabungsgeräten. Planung des Einsatzes, Lösungskatalog für das Ordnen und Zuführen von Werkstücken, Düsseldorf 1984; Arbeitsgemeinschaft Handhabungssysteme: Einsatzmöglichkeiten von flexibel automatisierten Montagesystemen in der industriellen Produktion: Montagestudie, Düsseldorf 1984; Altmann, Norbert/Düll, Klaus/Lutz, Burkart: Zukunftsaufgaben der Humanisierung des Arbeitslebens. Eine Studie zu sozialwissenschaftlichen Forschungsperspektiven, Frankfurt am Main/New York 1987, S. 19–43.

durch die Computerisierung eher erhöht. Ihr Fazit war daher, dass eine humanere Arbeitsgestaltung vom Einsatz computergestützter Produktionssysteme kaum zu erwarten sei.<sup>102</sup>

Obwohl sich die sozialwissenschaftlichen Studien selten konkret mit CIM auseinandersetzten, lassen sich dennoch viele als direkte Kommentare zu den Überlegungen lesen, die produktionsseitig zur Neugestaltung und zu neuen Formen der Arbeitsorganisation durch die Computerintegration angestellt wurden. Die Einführung neuer Technologien wurde somit nicht nur seitens der Unternehmen auf ihre wirtschaftlichen Wirkungen geprüft, sondern von der sozial- und arbeitswissenschaftlichen oder psychologischen Forschung und den gewerkschaftlichen Auseinandersetzungen begleitet.<sup>103</sup>

Die Ergebnisse des Projekts zur Humanisierung der Arbeit wurden von den Gewerkschaften durchaus kritisch betrachtet: Beispielsweise warnten Vertreter\_innen der IG Metall davor, dass man aufpassen müsse, weil teilweise der Versuch unternommen würde, Rationalisierung als Humanisierung zu verkaufen und dafür eine Finanzierung des Bundes zu bekommen.<sup>104</sup> Andere bemängelten, dass die Ergebnisse häufig zu wissenschaftlich und abstrakt und die Publikationen nicht allgemeinverständlich seien. Die wissenschaftliche Begleitforschung erschien also auch hier teilweise wirklichkeitsfremd und ideologisch determiniert.<sup>105</sup>

---

102 Benz-Overhage, Karin u. a. (Hgg.): Computergestützte Produktion: Fallstudien in ausgewählten Industriebetrieben, Frankfurt am Main/New York 1983, S. 353–386.

103 Kleinöder, Nina/Müller, Stefan/Uhl, Karsten: Die Humanisierung des Arbeitslebens. Einführung und methodische Überlegungen, in: Kleinöder, Nina/Müller, Stefan/Uhl, Karsten (Hgg.): „Humanisierung der Arbeit“: Aufbrüche und Konflikte in der rationalisierten Arbeitswelt des 20. Jahrhunderts, Bielefeld 2019, S. 9–32.

104 Müller, Moritz: „Die Robbys kommen“. Die IG Metall und die Durchsetzung der Mikroelektronik in den 1970er und 1980er Jahren, Dissertation, Ruhr-Universität Bochum 2020, S. 171.

105 Müller: Das Forschungs- und Aktionsprogramm »Humanisierung des Arbeitslebens« (1974–1989).

## 7 Mitbestimmung in der Computerisierung der Fabrik

Der technische Wandel der Produktionstechnik in den 1970er-Jahren, die Bestrebungen zur umfangreichen Computerisierung und Vernetzung und die begleitenden und unterstützenden Programme der Bundesregierungen erforderten von den Gewerkschaften ein Umdenken.<sup>106</sup> Folglich sollte es nicht mehr alleine um eine Arbeitszeit-, Sozial- und Tarifpolitik gehen, sondern auch um die Mitgestaltung der Computerisierung. Grundsätzlich bedeutete dies, dass die Arbeiter\_innen und Gewerkschaften von ihrer häufig einseitigen Ablehnung neuer Technologien wegkommen und Technik als Hilfsmittel wertschätzen sollten.

Diese strategische Neuorientierung der Gewerkschaften als Gestalterinnen von Arbeit und Technik spiegelte sich sowohl in den gewerkschaftlichen Gremien als auch in den Aktionsprogrammen wider.<sup>107</sup> Die Technikgestaltung sollte nicht länger allein den Ingenieur\_innen überlassen werden, sondern sich stärker an den betrieblichen Bedürfnissen orientieren.

Diese Neuorientierung war eng verbunden mit einer Interpretation von Technik und Arbeit, die davon ausging, dass nicht die Technik Arbeitsplätze vernichtet, sondern die Art und Weise wie sie eingesetzt wird. Die Kritik richtete sich somit nicht gegen die Technik selbst, sondern gegen Unternehmen, die darauf abzielten, mittels vermehrtem Technikeinsatz Arbeitsplätze einsparen zu können. In einer solchen Auslegung waren fortan arbeits- und menschenorientierte technische Lösungen denkbar. Industrieroboter und Mikroelektronik konnten positiv

---

106 Zur gewerkschaftlichen Perspektive auf die Automatisierung vor den 1970er-Jahren: Platz, Johannes: „Revolution der Roboter“ oder „Keine Angst vor Robotern“? Die Verwissenschaftlichung des Automatisierungsdiskurses und die industriellen Beziehungen von den 50ern bis 1968, in: Commaile, Laurent (Hg.): *Entreprises et crises économiques au XXe siècle*, Metz 2009, S. 36–59.

107 Mitte der 1980er-Jahre gab es z. B. das Aktionsprogramm „Arbeit und Technik“ der IG Metall und die Technologiepolitische Konferenz des DGB: Drinkuth, Andreas: Das IG Metall-Aktionsprogramm „Arbeit und Technik“ – Eine Zwischenbilanz, in: *Gewerkschaftliche Monatshefte* 37 (1986), H. 10, S. 617–622.

bewertet werden – beispielsweise beim Einsatz in gefährlichen Umgebungen oder zur Verbesserung der Arbeitsumwelt.<sup>108</sup>

Die Mitgestaltung war in der Praxis jedoch schwierig. Dies lag unter anderem daran, dass die Arbeitnehmervertreter\_innen selten im Vorfeld technologischer Umstellungen miteinbezogen wurden. Jedoch hatte sich auch gezeigt, dass mit der Einführung neuer digitaler Technologien in den Betrieben die Gestaltung der Technik bereits abgeschlossen und es für eine arbeitsorientierte humane Ausrichtung zu spät war. Statt einer Mitgestaltung konnte zu diesem Zeitpunkt nur noch eine Begleitung der Einführung erfolgen. Die Gewerkschaften formulierten daher den Anspruch, dass das Unternehmen nicht länger allein für die Einführung neuer Technologien im Betrieb verantwortlich sein durfte, wie es bislang der Fall war.<sup>109</sup>

Wenn nun die Mitgestaltung aber an einem früheren Punkt einsetzen sollte, benötigten die Gewerkschaften dafür qualifizierte Leute. Sowohl auf Verbands-ebene als auch in den Betrieben mussten Stellen eingerichtet werden, die sich frühzeitig mit der humanen Gestaltung von CIM und anderen Konzepten beschäftigten. Die Gewerkschaften benötigten also in dem Moment auch neue Expertise, wo ihre Hauptanliegen nicht die Tarifverhandlung und der Arbeitsschutz waren, sondern die menschenfreundliche Gestaltung digitaler Arbeitswelt.<sup>110</sup>

---

108 Müller: „Die Robbys kommen“, 106–111.

109 Kamp, Lothar/Kluge, Norbert: Technikgestaltung – ein schwieriges Projekt der Mitbestimmung, in: Schabedoth, Hans-Joachim (Hg.): Gestalten statt Verwalten. Aktive Mitbestimmung bei Arbeit und Technik, Köln 1991, S. 134–146.

110 Hier lag jedoch auch ein Problem, das in den 1980er-Jahren häufig benannt wurde, denn die Gewerkschaften sahen sich als Vertretung der Arbeiter\_innen und standen akademisch ausgebildetem Personal kritisch gegenüber. So warnte beispielsweise Lothar Kamp vor der Gefahr, wenn die Aufgabe der Technikgestaltung bedeutete, dass nur noch Akademiker die Betriebsratsposition ausfüllen könnten. Kamp, Lothar: CIM und gewerkschaftliche Politik, in: Kamp, Lothar (Hg.): Der Mensch im computergesteuerten Unternehmen. Möglichkeiten und Grenzen der Gestaltung vernetzter Produktionssysteme, Köln 1993, S. 23–27; vgl. auch: Volmerg, Birgit: Ingenieure in der IG Metall – zwischen gewerkschaftlicher Schutz- und Technikgestaltungspolitik, in: Senghaas-Knobloch, Eva/Volmerg, Birgit (Hgg.): Technischer Fortschritt und Verantwortungsbewusstsein. Die gesellschaftliche Verantwortung von Ingenieuren, Opladen 1990, S. 124–136.

Diese Neuorientierung der Gewerkschaften in den 1970er- und 1980er-Jahren war der Hintergrund für zwei größere Projekte, die die gewerkschaftliche Auseinandersetzung mit CIM flankierten: das europäische Projekt „Human Centred CIM“ und das Projekt „Entwicklung und Erprobung eines Konzepts gewerkschaftlicher Technologieberatung zur Förderung sozialer Innovationen bei rechnerintegrierten Fabrikstrukturen“ (kurz: CIM-Projekt).

## 7.1 Human Centred CIM

Human Centred CIM wurde von 1986 bis 1989 im Rahmen des ESPRIT-Programms der Europäischen Gemeinschaft gefördert und war eines der größeren internationalen und vor allem interdisziplinären CIM-Projekte. Auf Initiative europäischer Gewerkschaften, unter anderem der IG Metall, wurde auf europäischer Ebene untersucht, welche Möglichkeiten zur Mitgestaltung bei CIM gegeben waren und wie diese umgesetzt und ausgebaut werden konnten. In dem Projekt führten Unternehmen, Institutionen und Wissenschaftler\_innen aus Dänemark, Großbritannien und Deutschland drei Forschungsprogramme mit dem Ziel durch, bestehende CA-Technologien weiterzuentwickeln. Diese Vorhaben sollten sich dabei nicht an technischen Maßstäben, sondern an den Arbeitskräften orientieren. In Dänemark wurde eine Verbesserung der CAD-Systeme entwickelt, die sich an den Bedürfnissen der Konstrukteur\_innen orientierte. In England wurde eine CNC-Steuerung entwickelt, die auf den Einsatz qualifizierter Facharbeiter\_innen ausgerichtet war. In der Bundesrepublik wurden zwei Prototypen der werkstatorientierten Planung entwickelt, die die Leistungsfähigkeit teilautonomer Fertigungsinseln überprüfen sollten.<sup>111</sup> Ziel des Projekts war es, die Position der Arbeiter\_innen zu verbessern, indem individuelle Ansprüche berücksichtigt, Kompetenzen gefördert und Entscheidungskompetenzen an die Mitarbeiter\_innen zurückgegeben wurden.

---

111 Hamacher, Bernd: Das europäische Projekt „Human Centered CIM“: Darstellung, Entwicklungen und Erfahrungen, in: Kamp, Lothar (Hg.): Der Mensch im computergesteuerten Unternehmen. Möglichkeiten und Grenzen der Gestaltung vernetzter Produktionssysteme, Köln 1993, S. 105–116.

„In this project technical and social aspects have been considered from the beginning of design in order to harness the skills, knowledge and flexibility of system users and support personal to the full, both during design and after the system is implemented in an organisation.“<sup>112</sup>

Aus den Ergebnissen wurde zudem abgeleitet, dass die Umsetzung von CIM nicht nur durch technische Expert\_innen durchgeführt werden sollte, sondern Fachleute unterschiedlicher Disziplinen, wie Informatik, Ökonomie, Arbeits- und Sozialwissenschaften beteiligt werden sollten. Diese interdisziplinäre Zusammenarbeit sollte ferner nicht erst bei der Umsetzung, sondern bereits bei der vorgelagerten Entwicklung von Software, Systemen und Standards einsetzen.<sup>113</sup>

Eng mit diesem interdisziplinären Ansatz war verbunden, dass es verschiedene Wege zur humanen Gestaltung von CIM gebe. Die zentrale Position der Informationstechnik wurde dabei jedoch nicht in Frage gestellt, was einigen Akteuren nicht weit genug ging und damit auch der größte Ansatzpunkt der Kritik aus Gewerkschaftskreisen bzw. der Vertreter\_innen humanorientierter CIM-Konzepte war. Diese bemängelten, dass auch in den Vorschlägen des ESPRIT-Projekts Computer und nicht Menschen im Mittelpunkt standen und die Betroffenen in den Fabriken weiterhin nicht oder zu spät beteiligt würden.<sup>114</sup>

## 7.2 CIM-Projekt

Das CIM-Projekt wurde von 1987 bis 1991 vom Bundesministerium für Forschung und Technologie gefördert und erarbeitete ein Konzept zur gewerkschaftlichen Technologieberatung von Betrieben. Die Leitung hatte Andreas

---

112 Murphy, Shaun: The ESPRIT Project, in: Rosenbrock, Howard H. (Hg.): Designing Human-Centred Technology. A Cross-Disciplinary Project in Computer-Aided Manufacturing, London/New York 1989, S. 145–168, hier S. 153. Dieser Sammelband von Rosenbrock ordnet die unterschiedlichen interdisziplinären Ansätze und Perspektiven auf human centred CIM.

113 Corbett, J. Martin/Rasmussen, Lauge Baungaard/Rauner, Felix: Crossing the Border. The Social and Engineering Design of Computer Integrated Manufacturing Systems, London 1991.

114 Vgl. Gottschalch, Holm: Zur Interdisziplinarität in CIM-Projekten, in: Kamp, Lothar (Hg.): Der Mensch im computergesteuerten Unternehmen: Möglichkeiten und Grenzen der Gestaltung vernetzter Produktionssysteme, Köln 1993, S. 117–119. Hierzu auch der folgende Diskussionsbeitrag von Udo Blum, in ebd., S. 122–123.

Drinkuth übernommen, der seit 1983 Leiter der Abteilung Automation/Technologie beim Vorstand der IG Metall war. Die Vorannahmen des CIM-Projekts ähnelten dem ESPRIT-Projekt deutlich. Es wurde davon ausgegangen, dass eine Mitbestimmung bei Rationalisierungskonzepten wie CIM dann gelingen könnte, wenn das Experten- und Erfahrungswissen der Arbeiter\_innen nicht nur anerkannt, sondern von Beginn an in den Umgestaltungsprozess in den Betrieben implementiert würden.

Die methodische Herangehensweise war jedoch wesentlich praktischer: Betriebsrät\_innen aus neun Betrieben wurden Anleitungen und Empfehlungen gegeben, wie CIM-Projekte sozialverträglich und human umgesetzt werden könnten. Dazu wurde zunächst der Stand der CIM-Entwicklungen im Betrieb analysiert, dann wurden die Betriebsrät\_innen im Hinblick auf ihr technisches Verständnis und ihre Gestaltungsmöglichkeiten geschult und abschließend Gestaltungskriterien für betriebliche CIM-Vorhaben entwickelt, die die Interessen und Kompetenzen der Beschäftigten würdigten.<sup>115</sup>

Das Ergebnis war jedoch zunächst ernüchternd für die Projektbeteiligten, denn die Betriebsrät\_innen schienen die Vorschläge aus der Beratung kaum umzusetzen. Nach diversen Konflikten wurde die Technologieberatung einer Evaluation unterzogen, die für das Projektteam ein erstaunliches Ergebnis hervorbrachte: Während die Berater\_innen die Betriebsrät\_innen teilweise als beratungsresistent wahrnahmen und die Beratung damit als gescheitert ansahen, empfanden die Betriebsrät\_innen die Technologieberatung als äußerst lehrreich und wichtig für ihre Aufgabe im Betrieb. Die Gründe für diese unterschiedliche Wahrnehmung waren vielfältig und ließen einige wichtige Schlüsse für die Konzeption der gewerkschaftlichen Technologieberatung zu. Besonders prägnant war das Ergebnis, dass die Betriebsrät\_innen nicht als zu qualifizierende Objekte verstanden werden durften und die Beratung keinem linearen Lernverständnis folgen durfte. Erfolgversprechender war es stattdessen, ein vielfältiges Informationsangebot bereitzustellen, aus dem sich die Betriebsrät\_innen selbstständig die für ihre Situation wichtigen Anleitungen

---

<sup>115</sup> Drinkuth, Andreas: Abschlussbericht. Entwicklung und Erprobung eines Konzeptes gewerkschaftlicher Technologieberatung zur Förderung sozialer Innovationen bei rechnerintegrierten Fabrikstrukturen (CIM), Frankfurt am Main 1991, S. 1–19.

und Empfehlungen herausgreifen konnten.<sup>116</sup> Im Abschlussbericht wurde daher zusammengefasst:

„Ebenso wenig, wie es das CIM-Konzept im Sinne des ‚one best way‘ für die betriebliche Praxis gibt, ebenso wenig gibt es ein gewerkschaftliches Gestaltungskonzept mit dem Gütesiegel ‚sozialverträglich‘.“<sup>117</sup>

Die Untersuchungen in verschiedenen Betrieben hatten jedoch noch eine zweite Linie betont, die schon in technischer Perspektive aufgefallen waren: Jedes Unternehmen unterliegt spezifischen Bedingungen, die unter anderem mit der Branche, Lage und Größe zusammenhängen. Die Betriebsebene und die Besonderheiten der einzelnen Betriebe dürfen demnach nicht nur die technologische Umsetzung beeinflussen, sondern müssen auch im Bereich der Humanisierung von CIM miteinfließen.<sup>118</sup>

Die gewerkschaftliche Idee einer menschenzentrierten und menschlichen Ausgestaltung von CIM wurde auch als Bottom-up-Ansatz beschrieben, der im Gegensatz zum Top-down-Ansatz der ingenieurwissenschaftlichen und technikzentrierten Konzepte dezentral angelegt war und autonome Arbeit gestattete. „Der arbeitende Mensch bedient sich werkstattnah der intelligenten Technik.“<sup>119</sup> Diese Erläuterung, die IG-Metall Vorstandsmitglied Siegfried Bleicher auf der Fachtagung der Innovations- und Technologieberatungsstelle der IG Metall 1986 gab, verdeutlichte die Stoßrichtung, in die gewerkschaftliche Initiativen zur Mitgestaltung von CIM zielten: Automatisierung und Computerisierung wurden als Hilfsmittel anerkannt, der Umfang ihres Einsatzes sollte jedoch in der Hand der Mitarbeiter\_innen liegen. Die rechnerintegrierte Produktion sollte demnach

---

116 Katerndahl, Regina/Kunkel, Roland/Scholz, Dieter: Erfahrungen und Widersprüche gewerkschaftlicher CIM-Beratung, in: Kamp, Lothar (Hg.): Der Mensch im computergesteuerten Unternehmen. Möglichkeiten und Grenzen der Gestaltung vernetzter Produktionssysteme, Köln 1993, S. 59–82.

117 Drinkuth: Abschlussbericht, S. 2.

118 Drinkuth, Andreas: Konsequenzen und Anforderungen an CIM-Strategien aus gewerkschaftlicher Sicht, in: Noack, Michael u. a. (Hgg.): CIM Integration und Vernetzung, Berlin/Heidelberg 1990, S. 23–33.

119 Bleicher, Siegfried: Arbeit in der Zukunft – eine Aufgabe gewerkschaftlicher Technikgestaltung, in: Bleicher, Siegfried (Hg.): CIM oder die Zukunft der Arbeit in rechnerintegrierten Fabrikstrukturen, Frankfurt am Main 1987, S. 7–10, hier S. 8.

nicht als Feindbild bekämpft, sondern ihr Nutzen für eine Humanisierung der Fabrik erkannt werden. So könnte CIM dazu genutzt werden gewerkschaftliche Ideale wie den Abbau von Arbeitsteilung und Kontrolle, die Reintegration von Arbeitsinhalten oder die Veränderung der Betriebshierarchie umzusetzen.<sup>120</sup>

## 8 Fazit: CIM 2.0 oder Industrie 4.0

Eine Vorgeschichte von Industrie 4.0 kann zeitlich weit zurückgehen und verschiedene technische und organisatorische Entwicklungen in den Blick nehmen, die zum einen die Wertschöpfung steigerten und zum anderen die Bedingungen von Arbeit und Produktion veränderten: Dampfmaschinen und Fließbänder ließen sich ebenso anführen wie Akkord und Arbeitsteilung oder analytisches Denken und Programmierung. Aber auch die Etablierung des Leistungsprinzips oder die Idee gesellschaftlicher Wandlungsprozesse von der Industrie- und Arbeitsgesellschaft zur Informations- oder Dienstleistungsgesellschaft sind wichtige Hintergrundüberlegungen.<sup>121</sup> Neuere historische Forschungen zum Strukturwandel der 1970er- und 1980er-Jahre bieten somit ebenso Anknüpfungspunkte für eine Vorgeschichte von Industrie 4.0 wie die Arbeiten zur Automatisierung.<sup>122</sup>

Während sich die technischen Diskurse rund um CIM anhand der vielfältigen Fachliteratur und verschiedener Initiativen zur betrieblichen Umsetzung gut nachzeichnen lassen, sind die gesellschaftlichen und gewerkschaftlichen Auseinandersetzungen schwerer zu greifen. Unter anderem lag dies daran, dass CIM

---

<sup>120</sup> Ebd., S. 8–9.

<sup>121</sup> Verheyen, Nina: Die Erfindung der Leistung, München 2018; Ambrosius, Gerold: Agrarstaat oder Industriestaat – Industriegesellschaft oder Dienstleistungsgesellschaft? Zum sektoralen Strukturwandel im 20. Jahrhundert, in: Spree, Reinhard (Hg.): Geschichte der deutschen Wirtschaft im 20. Jahrhundert, München 2001, S. 50–69.

<sup>122</sup> Doering-Manteuffel, Anselm/Raphael, Lutz/Schlemmer, Thomas (Hgg.): Vorgeschichte der Gegenwart: Dimensionen des Strukturbruchs nach dem Boom, Göttingen 2016; Raphael, Lutz: Jenseits von Kohle und Stahl. Eine Gesellschaftsgeschichte Westeuropas nach dem Boom, Berlin 2019; Schwarz, Martin: „Werkzeuge der Geschichte“, in: *Technikgeschichte* 82 (2015), H. 2, S. 137–156; Heßler: Die Ersetzung des Menschen?; Uhl: Eine lange Geschichte.

als technologisches Leitbild in den 1980er-Jahren für die Gesellschaft weniger zugänglich war als heute Industrie 4.0. Jedoch gab es in dieser Zeit weitreichende gesellschaftliche, sozialwissenschaftliche und politische Diskussionen um die Zukunft der Arbeit, in die sich auch die Überlegungen zu CIM einordnen lassen. So zielten die Argumente etwa auf die Computertechnologie als Jobkiller, die Abwertung von Qualifikationen, die betriebs- oder volkswirtschaftliche Notwendigkeiten zur Computerisierung. Zudem weisen Projekte wie Human Centred CIM auf vielfache Verbindungen zu anderen Initiativen hin, die sich für anthropozentrische Ausrichtung der Automatisierung aussprachen und die Bedeutung des Bottom-up-Ansatzes betonten.<sup>123</sup>

Die Beziehung zur Technik ist historisch ambivalent: Technische Entwicklungen gaben häufig neue Impulse, beschleunigten und prägten Entwicklungsprozesse, verstellten und eröffneten neue Wege. Technik, Produktivität und Wertschöpfung sind und waren eng miteinander verbunden. Die technologischen Versprechen für die Zukunft bezogen sich in erster Linie darauf produktiver, effizienter, günstiger und schneller produzieren zu können. Die Kehrseite hiervon war, dass die Einführung neuer Technologien immer wieder Rationalisierung und Effizienzsteigerung mit sich brachte, durch die Arbeitsplätze und ganze Berufe und Branchen verschwanden. Die Auseinandersetzungen um Rationalisierungsschutz etwa der Schriftsetzer\_innen in den Druckereien ist ein markantes Beispiel.<sup>124</sup> An diesem Punkt setzten auch die gewerkschaftlichen Auseinandersetzungen mit neuen digitalen Technologien in den 1970er-Jahren an. Aus Sorge vor technologisch bedingter Arbeitslosigkeit, einer Abwertung etablierter Qualifikationen und einem Ungleichgewicht zwischen Mensch und Maschine formierte sich jedoch nicht nur Widerstand, sondern auch der Ruf nach einer humaneren Technikgestaltung und einer Mitbestimmung des technologischen Wandels durch die Arbeitskräfte.<sup>125</sup>

---

123 Rauner, Felix/Rasmussen, Lauge/Corbett, J. Martin: The Social Shaping of Technology and Work: Human Centred CIM Systems, in: *AI & Society* 2 (1988), H. 1, S. 47–61.

124 Uhl, Karsten: Maschinenstürmer gegen die Automatisierung? Der Vorwurf der Technikfeindlichkeit in den Arbeitskämpfen der Druckindustrie in den 1970er und 1980er Jahren, in: *Technikgeschichte* 82 (2015), H. 2, S. 157–179.

125 Kleinöder/Müller/Uhl (Hgg.): Humanisierung der Arbeit; Müller, „Die Robbys kommen“.

Die vorliegende Studie zeigt, dass CIM in einen historischen Diskurs um die Fabrik der Zukunft einzubetten ist, der mit dem Einzug der numerischen Steuerung in die Fabriken begonnen hatte: Integration und vollautomatische Prozesse, Regelkreise und Kontrolle standen Autonomie, Humanisierung und der Sorge vor technischen Jobkillern gegenüber. Zudem lässt sich CIM als eines der großen Leitbilder der Produktionstechnik im 20. Jahrhundert verstehen. Schon Ende der 1990er-Jahre war die CIM-Euphorie jedoch Geschichte. Das Konzept galt nach nicht einmal zehn Jahren als in der Umsetzung gescheitert. In den meisten Fällen war es bei Teilintegrationen geblieben, die Praxis war von vielfachen Störungen gekennzeichnet oder der Betrieb konnte nach vollzogener Umrüstung nicht die erwarteten Steigerungen erzielen. CIM-Ruinen wurden zum Sinnbild für die bestehende Lücke zwischen Theorie und Praxis, die sich gerade in den Computerisierungsvisionen häufig zeigte.<sup>126</sup> Seit einigen Jahren wird jedoch immer mal wieder von Zeitzeug\_innen auf das CIM-Konzept als Vorläufer von Industrie 4.0 verwiesen. Kritiker\_innen bemerkten daher auch bald, dass Industrie 4.0 nur „alter Wein in neuen Schläuchen“ sei und Befürworter\_innen warnen davor, dass Industrie 4.0 aufpassen müsse nicht zu CIM 2.0 zu werden.<sup>127</sup>

Die Warnungen kommen nicht von ungefähr: Wie CIM ist Industrie 4.0 als großes produktionstechnisches Konzept aufgetreten, das nicht nur neue Technologien anwenden, sondern mit einer konzeptionellen Umgestaltung der Produktionsbetriebe die Fabrik der Zukunft schaffen wollte. Die Notwendigkeit zu dieser umfassenden Umgestaltung der Industrie wurde erneut aus der Marktposition des Industriestandorts Deutschland abgeleitet, wodurch sich die Forschungs- und Entwicklungsprojekte grundsätzlich für eine staatliche Förderung qualifizierten. Die staatliche Förderung umfasste jedoch noch weitere Bereiche und bezog sich unter anderem auch auf die entsprechenden Initiativen zur Beratung, wie die CIM-Technologie-Transferzentren oder die Plattform Industrie 4.0.

---

126 Below, Fritz, von/Hackstein, Rolf/Heeg, Franz-Josef (Hgg.): Arbeitsorganisation und Neue Technologien.

127 Darauf verweisen seit einigen Jahren insbesondere jene Wissenschaftler\_innen, die bereits die Debatte um CIM mitgestaltet haben: u.a. Hartmut Hirsch-Kreinsen, August Wilhelm Scheer und Institutionen wie das Fraunhofer IPA oder der DGB.

Obwohl CIM als Begriff in der öffentlichen Diskussion weit weniger populär war als heute Industrie 4.0, prägte die technische Vision dennoch die Auseinandersetzung mit den Mensch-Maschine-Verhältnissen in der Arbeitswelt der Zukunft. Angesprochen wurden etwa die ambivalenten Wahrnehmungen der Arbeiter\_innen: Diese beschrieben teilweise das Gefühl, von der Technik und den technischen Innovationen abhängig zu sein und sich den Funktionen der Technik anpassen zu müssen. Sie formulierten aber auch die Erwartung, dass neue Technologien die Arbeit besser, leichter und risikoärmer machen und zu interessanteren und verantwortungsvolleren Aufgaben führten. Die Suche nach humaner Arbeitsgestaltung und die gleichzeitige Sorge vor der Vernichtung der Arbeitsplätze und Abwertung des Menschen waren kennzeichnend für eine gesellschaftliche Auseinandersetzung mit der Mikroelektronik, die für CIM historisch bislang nicht erforscht ist.<sup>128</sup>

Wie bereits in der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung der 1980er-Jahre anklang, verweisen Sozialwissenschaftler\_innen erneut darauf, dass eine erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0 nicht nur die Technik in den Blick nehmen dürfe. Denn auch im Zuge von Industrie 4.0 wurde in den letzten Jahren verstärkt auf die Arbeitswelten der Zukunft geblickt.<sup>129</sup> Dabei wurde auch hier stets betont, dass die Digitalisierung nicht nur technisch gedacht werden dürfe, sondern gleichzeitig neue Möglichkeiten für eine Humanisierung eröffne.<sup>130</sup> In kaum einer öffentlichen Stellungnahme von Vertreter\_innen aus Industrie und Wirtschaft fehlt inzwischen die Erklärung, dass der Mensch bei Industrie 4.0 im Mittelpunkt stehe. Denn auch hier hat nach gut einem Jahrzehnt die Praxis gezeigt, dass Cyber-Physical Systems nicht nur die Bedingungen der Produktion verändern oder die Beziehungen zwischen Arbeiter\_innen, Maschinen, Produk-

---

128 Noch weiter zurück in der Geschichte der Arbeit der Zukunft gehen die Beiträge in: Rehlinghaus, Franziska/Teichmann, Ulf (Hgg.): *Vergangene Zukünfte der Arbeit. Aussichten, Ängste und Aneignungen im 20. Jahrhundert*, Bonn 2019.

129 Vgl. z. B. das Thema des Wissenschaftsjahres 2018 „Arbeitswelten der Zukunft“, die Ausstellung des Futuriums in Berlin sowie die Denkfabrik des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales zum Thema „Digitalisierung der Arbeitswelt“.

130 Einen guten Einstieg bietet: Huchler, Norbert: Die „Rolle des Menschen“ in der Industrie 4.0 – Technikzentrierter vs. humanzentrierter Ansatz, in: *AIS-Studien* 9 (2015), H.1, 57–79. Eng damit verbunden wird auch Arbeit 4.0: Liggieri, Kevin/Ochsner, Beate/Zons, Alexander (Hgg.): *Arbeit 4.0. Zur Entgrenzung der Arbeit*, Marburg 2018.

ten und Konsument\_innen neu ordnen, sondern dass die sozialen Faktoren auf die technischen Systeme rückwirken.

Der Soziologe Hartmut Hirsch-Kreinsen schlägt daher vor, Produktionskonzepte als soziotechnische Systeme zu verstehen und koppelt daran nicht nur die Integration von menschlichen und technischen Systemen, sondern auch die Dynamik einer allmählichen, aber permanenten Entwicklung. Folglich ist Industrie 4.0 ein historisch gewachsenes Konzept oder die „zweite Phase der Digitalisierung“ der Fabrik.<sup>131</sup>

CIM und Industrie 4.0 können folglich als zwei Phasen in der Geschichte der Automatisierung verstanden werden. Cloudspeicher, Echtzeitsimulation und Diagnosesysteme werden heute als bahnbrechende Innovationen gepriesen und es scheint als könnte damit technisch umgesetzt werden, was teilweise schon mit CIM konzipiert wurde. Tatsächlich zeigen sich viele Parallelen, und dennoch ist Industrie 4.0 mehr als die technische Umsetzung der Konzepte der 1980er-Jahre: die Rolle des Menschen, die Beziehungen von Mensch und Maschine, die Organisation von Informationen und Speicherung haben sich verändert. Um die Veränderungskraft dieser Innovationen zu würdigen, müssen die 2010er-Jahre aber nicht als Beginn einer erneuten industriellen Revolution charakterisiert werden.

---

131 Zur Diskussion des Begriffs Industrie 4.0: Heßler/Thorade: Die Vierteilung der Vergangenheit. Hirsch-Kreinsen/ten Hompel: Digitalisierung industrieller Arbeit. Einführend zu Soziotechnischen Systemen: Karafyllis, Nicole C.: Soziotechnisches System, in: Liggieri, Kevin/Müller, Oliver (Hgg.): Mensch-Maschine-Interaktion: Handbuch zu Geschichte – Kultur – Ethik, Stuttgart 2019, S. 300–303.

## Literatur

*Abelshauser, Werner*: Deutsche Wirtschaftsgeschichte seit 1945, München 2004.

*Altenwerth, Ferdinand*: Arbeitssysteme mit integrierten Handhabungsgeräten: Planung des Einsatzes, Lösungskatalog für das Ordnen und Zuführen von Werkstücken, Düsseldorf 1984.

*Altmann, Norbert/Düll, Klaus/Lutz, Burkart*: Zukunftsaufgaben der Humanisierung des Arbeitslebens: eine Studie zu sozialwissenschaftlichen Forschungsperspektiven, Frankfurt am Main/New York 1987.

*Ambrosius, Gerold*: Agrarstaat oder Industriestaat – Industriegesellschaft oder Dienstleistungsgesellschaft? Zum sektoralen Strukturwandel im 20. Jahrhundert, in: Spree, Reinhard (Hg.): Geschichte der deutschen Wirtschaft im 20. Jahrhundert, München 2001, S. 50–69.

*Arbeitsgemeinschaft Handhabungssysteme*: Einsatzmöglichkeiten von flexibel automatisierten Montagesystemen in der industriellen Produktion. Montagestudie, Düsseldorf 1984.

*Ausschuss für wirtschaftliche Fertigung (AWF)*: Integrierter EDV-Einsatz in der Produktion – CIM computer integrated manufacturing, Eschborn 1985.

*Bartölke, Klaus/Fuchs, Karl-Detlef*: Neue Technologien und betriebliche Mitbestimmung, Opladen 1991.

*Beck, Joachim/Liesenkötter, Mathias/Teucher, Renate*: Der Mensch im Industriebetrieb. Gestaltung von Arbeit und Technik in der modernen Organisation, Opladen 1996.

*Below, Fritz von/Hackstein, Rolf/Heeg, Franz-Josef*: Arbeitsorganisation und Neue Technologien. Impulse für eine weitere Integration der traditionellen arbeitswissenschaftlichen Entwicklungsbereiche, Berlin 1986.

*Benz-Overhage, Karin u. a. (Hgg.)*: Computergestützte Produktion. Fallstudien in ausgewählten Industriebetrieben, Frankfurt am Main/New York 1983.

*Berghoff, Hartmut:* Moderne Unternehmensgeschichte: eine themen- und theorieorientierte Einführung, Berlin/Boston ²2016.

*Berthold, Maik:* Industrie 4.0: Warum der Mensch im Mittelpunkt steht ... und nicht im Weg, in: Fraunhofer IAO [Blog], 29.04.2016, <https://blog.iao.fraunhofer.de/industrie-4-0-warum-der-mensch-im-mittelpunkt-steht-und-nicht-im-weg/> (zuletzt abgerufen am 16.11.2020).

*Bleicher, Siegfried:* Arbeit in der Zukunft – eine Aufgabe gewerkschaftlicher Technikgestaltung, in: Bleicher, Siegfried (Hg.): CIM oder die Zukunft der Arbeit in rechnerintegrierten Fabrikstrukturen, Frankfurt am Main 1987, S. 7–10.

*Bonin, Holger/Gregory, Terry/Zierahn, Ulrich:* Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland, Mannheim 2015, <https://www.bmas.de/DE/Service/Medien/Publikationen/Forschungsberichte/Forschungsberichte-Arbeitsmarkt/forschungsbericht-fb-455.html> (zuletzt abgerufen am 7.11.2020).

*Brand, Peter:* Industrie 4.0 – Was lernen wir aus früheren Informatisierungswellen, Düsseldorf 2017, <https://nrw.dgb.de/archiv/++co++976b7a6c-c53f-11e7-91fb-52540088cada> (zuletzt abgerufen am 17.11.2020).

*Brödner, Peter:* Fabrik 2000. Alternative Entwicklungspfade in die Zukunft der Fabrik, Berlin 1985.

*Bullinger, Hans-Jörg:*

- Integrierte Informations- und Produktionssysteme in arbeitswissenschaftlicher Betrachtung, in: Noack, Michael u. a. (Hgg.): CIM Integration und Vernetzung. Chancen und Risiken einer Innovationsstrategie, Berlin/Heidelberg 1990, S. 10–22.
- CIM – Die Herausforderung der nächsten Jahre, in: Bullinger, Hans-Jörg (Hg.): Produktionsforum '88, die CIM-fähige Fabrik: Zukunftssichernde Planung und erfolgreiche Praxisbeispiele: 4./5. Mai 1988 in Stuttgart, Berlin 1988, S. 9–44.
- Produktionsforum '88, die CIM-fähige Fabrik: Zukunftssichernde Planung und erfolgreiche Praxisbeispiele: 4./5. Mai 1988 in Stuttgart, Berlin 1988.

*Bullinger, Hans-Jörg/Otterbein, Thomas*: Software-Architekturen im Unternehmen, in: Bullinger, Hans-Jörg (Hg.): Software-Architekturen im Unternehmen, Berlin/Heidelberg 1992, S. 11–45.

*Castells, Manuel*: Das Informationszeitalter: Wirtschaft, Gesellschaft, Kultur, Wiesbaden <sup>2</sup>2017.

*Corbett, J. Martin/Rasmussen, Lauge/Rauner, Felix*: Crossing the Border. The Social and Engineering Design of Computer Integrated Manufacturing Systems, London 1991.

*Cortada, James W.*: IBM. The Rise and Fall and Reinvention of a Global Icon, Cambridge, Mass. 2019.

*Cronjäger, Ludolf (Hg.)*: Bausteine für die Fabrik der Zukunft. Eine Einführung in die rechnerintegrierte Produktion (CIM), Berlin/New York/Köln 1990.

*Dahrendorf, Ralf*: Wenn uns die Arbeit ausgeht. Die Zukunft verlangt neue Gestaltung des sozialen Lebens, in: Die Zeit, 39/1978, <https://www.zeit.de/1978/39/wenn-uns-die-arbeit-ausgeht> (zuletzt abgerufen 15.11.2020).

*Danyel, Jürgen/Schuhmann, Annette*: Wege in die digitale Moderne. Computerisierung als gesellschaftlicher Wandel, in: Bösch, Frank (Hg.): Geteilte Geschichte, Göttingen 2015, S. 283–320.

*Doering-Manteuffel, Anselm/Raphael, Lutz/Schlemmer, Thomas*: Vorgeschichte der Gegenwart. Dimensionen des Strukturbruchs nach dem Boom, Göttingen 2016.

*Domm, Martin/Dangelmaier, Wilhelm*: CIM und flexible Montage in: Technische Rundschau 80 (1988), Nr. 50, S. 70–75.

*Drinkuth, Andreas*:

- Abschlussbericht. Entwicklung und Erprobung eines Konzeptes gewerkschaftlicher Technologieberatung zur Förderung sozialer Innovationen bei rechnerintegrierten Fabrikstrukturen (CIM), Frankfurt am Main 1991.
- Konsequenzen und Anforderungen an CIM-Strategien aus gewerkschaftlicher Sicht, in: Noack, Michael u. a. (Hgg.): CIM Integration und Vernetzung, Berlin/Heidelberg 1990, S. 23–33.

- Das IG-Metall-Aktionsprogramm „Arbeit und Technik“ – Eine Zwischenbilanz, in: Gewerkschaftliche Monatshefte 37 (1986), H. 10, S. 617–622.

*Elis, Volker:* Von Amerika nach Japan – und zurück. Die historischen Wurzeln und Transformationen des Toyotismus, in: Zeithistorische Forschungen 6 (2009), H. 2, 255–275.

*Erismann, Alfred:* Chancen, Herausforderungen und Ziele einer sinnvollen Automation, in: Technische Rundschau (1986), H. 36, S. 212–215.

*Fabian, Sina:* Boom in der Krise: Konsum, Tourismus, Autofahren in Westdeutschland und Großbritannien, 1970–1990, Göttingen 2016.

*Fach, Wolfgang/Weigel, Ulrich:* Die Lücke als Leistung. Über das lautlose „Ende der Arbeitsteilung“, in: Zeitschrift für Soziologie 15 (1986), H. 2, S. 133–140.

*Fiedler, Angela/Regenhard, Ulla:* Mit CIM in die Fabrik der Zukunft? Wiesbaden 1991.

*Fraunholz, Uwe/Wölfel, Sylvia (Hgg.):* Ingenieure in der technokratischen Hochmoderne, Münster 2012.

*Frey, Carl Benedikt/ Osborne, Michael A.:* The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?, Oxford 2013, [https://www.oxford-martin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](https://www.oxford-martin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf) (zuletzt abgerufen am 17.11.2020).

*Frey, Volker:* Das CIM-Technologietransferzentrum Karlsruhe, in: Scheer, August-Wilhelm (Hg.): CIM im Mittelstand, Berlin/Heidelberg 1989, S. 227–236.

*Geitner, Uwe W. (Hg.):* CIM-Handbuch, Wiesbaden 1987.

*Gottschalch, Holm:* Zur Interdisziplinarität in CIM-Projekten, in: Kamp, Lothar (Hg.): Der Mensch im computergesteuerten Unternehmen. Möglichkeiten und Grenzen der Gestaltung vernetzter Produktionssysteme, Köln 1993, S. 117–119.

*Gottschalch, Holm/Ohm, Christoph:* Kritische Bemerkungen zur Polarisierungstheorie bei Kern und Schumann, in: *Soziale Welt* 28 (1977) 3, S. 340–363

*Guhleemann, Kerstin/Georg, Arno/Katenkamp, Olaf:* Der Mensch im Mittelpunkt oder im Weg? Grenzen und Potenziale menschengerechter Arbeitsgestaltung in der digitalen Transformation, in: *WSI-Mitteilungen* 71 (2018), H. 3, S. 211–218.

*Hachtmann, Rüdiger:* Gewerkschaften und Rationalisierung: Die 1970er-Jahre – ein Wendepunkt?, in: Andresen, Knud/Bitzegeio, Ursula/Mittag, Jürgen (Hgg.): „Nach dem Strukturbruch“? Kontinuität und Wandel von Arbeitsbeziehungen und Arbeitswelt(en) seit den 1970er-Jahren, Bonn 2011, S. 181–209.

*Hamacher, Bernd:* Das europäische Projekt „Human Centered CIM“. Darstellung, Entwicklungen und Erfahrungen, in: Kamp, Lothar (Hg.): Der Mensch im computergesteuerten Unternehmen. Möglichkeiten und Grenzen der Gestaltung vernetzter Produktionssysteme, Köln 1993, S. 105–116.

*Harrington, Joseph:*

- Understanding the Manufacturing Process. Key to Successful CAD/CAM Implementation, New York 1984.
- Computer Integrated Manufacturing, Huntington, N.Y. 1979.

*Heßler, Martina:*

- Fehlerhafte Menschen, in: Heßler, Martina/Liggieri, Kevin (Hgg.): Technikanthropologie. Handbuch für Wissenschaft und Studium, Baden-Baden 2020, S. 303–307.
- Zur Persistenz der Argumente im Automatisierungsdiskurs, in: *Aus Politik und Zeitgeschichte* 66 (2016), H. 18–19, S. 17–24.
- Die Ersetzung des Menschen?, in: *Technikgeschichte* 82 (2015), H. 2, S. 109–136.
- Die Halle 54 bei Volkswagen und die Grenzen der Automatisierung. Überlegungen zum Mensch-Maschine-Verhältnis in der industriellen Produktion der 1980er-Jahre, in: *Zeithistorische Forschungen/Studies in Contemporary History* 11 (2014), H. 1, S. 56–76.

*Heßler, Martina/Thorade, Nora:* Die Vierteilung der Vergangenheit. Eine Kritik des Begriffs Industrie 4.0, in: *Technikgeschichte* 86 (2019), H. 2, S. 153–170.

*Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Hompel, Michael ten:* Digitalisierung industrieller Arbeit: Entwicklungsperspektiven und Gestaltungsansätze, in: Vogel-Heuser, Birgit/Bauernhansl, Thomas/Hompel, Michael ten (Hgg.): Handbuch Industrie 4.0, Berlin/Heidelberg 2017, S. 357–376.

*Huchler, Norbert:* Die „Rolle des Menschen“ in der Industrie 4.0 – Technikzentrierter vs. humanzentrierter Ansatz, in: AIS-Studien 9 (2015), H. 1, 57–79.

*Jones, Bryn:* Forcing the Factory of the Future. Cybernation and Societal Institutions, Cambridge 1997.

*Kaiser, Walter:* Produktionswandel: Automatisierung und Flexibilisierung, in: Braun, Hans-Joachim/Kaiser, Walter (Hgg.): Propyläen Technikgeschichte. Energiewirtschaft, Automatisierung, Information, Berlin <sup>2</sup>1997, S. 410–425.

*Kamp, Lothar:* CIM und gewerkschaftliche Politik, in: Kamp, Lothar (Hg.): Der Mensch im computergesteuerten Unternehmen. Möglichkeiten und Grenzen der Gestaltung vernetzter Produktionssysteme, Köln 1993, S. 23–27.

*Kamp, Lothar/Kluge, Norbert:* Technikgestaltung – ein schwieriges Projekt der Mitbestimmung, in: Schabedoth, Hans-Joachim (Hg.): Gestalten statt Verwalten. Aktive Mitbestimmung bei Arbeit und Technik, Köln 1991, S. 134–146.

*Karafyllis, Nicole C.:* Soziotechnisches System, in: Liggieri, Kevin/Müller, Oliver (Hgg.): Mensch-Maschine-Interaktion: Handbuch zu Geschichte – Kultur – Ethik, Stuttgart 2019, S. 300–303.

*Katerndahl, Regina/Kunkel, Roland/Scholz, Dieter:* Erfahrungen und Widersprüche gewerkschaftlicher CIM-Beratung, in: Kamp, Lothar (Hg.): Der Mensch im computergesteuerten Unternehmen: Möglichkeiten und Grenzen der Gestaltung vernetzter Produktionssysteme, Köln 1993, S. 59–82.

*Kern, Horst/Schumann, Michael:*

- Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion. Bestandsaufnahme, Trendbestimmung, München 1984.
- Industrierarbeit und Arbeiterbewusstsein, Frankfurt am Main 1977.

*Kleinöder, Nina/Müller, Stefan/Uhl, Karsten:* Die Humanisierung des Arbeitslebens. Einführung und methodische Überlegungen, in: Kleinöder, Nina/Müller, Stefan/Uhl, Karsten (Hgg.): „Humanisierung der Arbeit“. Aufbrüche und Konflikte in der rationalisierten Arbeitswelt des 20. Jahrhunderts, Bielefeld 2019, S. 9–32.

*König, Wolfgang:*

- Geschichte der Konsumgesellschaft, Stuttgart 2000.
- Technikakzeptanz in Geschichte und Gegenwart, in: König, Wolfgang/Landsch, Marlene (Hgg.): Kultur und Technik. Zu ihrer Theorie und Praxis in der modernen Lebenswelt, Frankfurt am Main/New York 1993, S. 253–275.

*Leder, Loni/Louis, Eric:* Zum Stellenwert von Qualifikation und Ökologie in Unternehmen mit rechnerunterstützten integrierten Produktionssystemen – Ergebnisse betrieblicher Fallstudien, in: Cyranek, Günther (Hg.): CIM: Herausforderung an Mensch, Technik, Organisation, Zürich 1993, S. 141.

*Liggieri, Kevin:* Der Mensch im „Mittelpunkt“ der Arbeit 4.0? Technikanthropologische Überlegungen von Konzepten zwischen „Mensch“ und „Arbeit“ in der digitalen Gesellschaft, in: Liggieri, Kevin/Ochsner, Beate/Zons, Alexander (Hgg.): Arbeit 4.0. Zur Entgrenzung der Arbeit, Marburg 2018, S. 59–77.

*Liggieri, Kevin/Ochsner, Beate/Zons, Alexander:* Arbeit 4.0. Zur Entgrenzung der Arbeit, Marburg 2018.

*Liggieri, Kevin:* Vom „Un-Menschlichen“ zum „Ur-Menschlichen“. Die emotionale Neucodierung der Technik in den 1950er und 1960er Jahren, in: Heßler, Martina (Hg.): Technikemotionen, Paderborn 2020, S. 39–59.

*Martin, Hans:* Auswirkungen auf die Arbeitssituation, in: Geitner, Uwe W. (Hg.): CIM-Handbuch, Wiesbaden 1987, S. 469–476.

*Maßberg, Wolfgang:* Fertigungsinseln in CIM-Strukturen, Berlin/Heidelberg 1993.

*Menez, Raphael/Pfeiffer, Sabine/Oestreicher, Elke:* Leitbilder von Mensch und Technik im Diskurs zur Zukunft der Fabrik und Computer Integrated Management (CIM), Hohenheim 2016.

*Meudt, Tobias/Pohl, Malte/Metternich, Joachim:* Modelle und Strategien zur Einführung des Computer Integrated Manufacturing (CIM) – Ein Literaturüberblick, Darmstadt 2017.

*Milberg, Joachim:* Von CAD/CAM zu CIM. Leitfaden zum Erfolg, Berlin 1992.

*Moldaschl, Manfred:* Organisierung und Organisation von Arbeit, in: Böhle, Fritz/Voß, G. Günter/Wachtler, Günther (Hgg.): Handbuch Arbeitssoziologie, Wiesbaden <sup>2</sup>2018, S. 359–400.

*Moroff, Gerhard:* Werkzeugmaschinen in der industriellen Produktion. Kennzeichnung, Planung und Einsatz moderner Fertigungskonzepte aus betriebswirtschaftlicher Sicht, Berlin 1993.

*Müller, Moritz:* „Die Robbys kommen“. Die IG Metall und die Durchsetzung der Mikroelektronik in den 1970er und 1980er Jahren, Dissertation, Ruhr-Universität Bochum 2020.

*Müller, Stefan:* Das Forschungs- und Aktionsprogramm »Humanisierung des Arbeitslebens« (1974–1989), in: Kleinöder, Nina/Müller, Stefan/Uhl, Karsten (Hgg.): „Humanisierung der Arbeit“. Aufbrüche und Konflikte in der rationalisierten Arbeitswelt des 20. Jahrhunderts, Bielefeld 2019, S. 59–88.

*Murphy, Shaun:* The ESPRIT Project, in: Rosenbrock, Howard H. (Hg.): Designing Human-Centred Technology. A Cross-Disciplinary Project in Computer-Aided Manufacturing, London/New York 1989, S. 145–168.

*Neipp, Gerhard/Stracke, Hans-J.:* Einführung in die CIM-Praxis. Rechnerintegrierte Produktion, Berlin/Heidelberg 1991.

*Noack, Michael u. a.:* CIM. Integration und Vernetzung, Berlin/Heidelberg 1990.

*Piore, Michael J./Sabel, Charles F.:* Das Ende der Massenproduktion. Studie über die Requalifizierung der Arbeit und der Rückkehr der Ökonomie in die Gesellschaft, Berlin 1985.

*Pollock, Friedrich:* Automation. Materialien zur Beurteilung der ökonomischen und sozialen Folgen, voll. überarb. Neuaufl., Frankfurt am Main 1964.

*Platz, Johannes:* „Revolution der Roboter“ oder „Keine Angst vor Robotern“? Die Verwissenschaftlichung des Automatisierungsdiskurses und die industriellen Beziehungen von den 50ern bis 1968, in: Commaille, Laurent (Hg.): *Entreprises et crises économiques au XXe siècle*, Metz 2009, S. 36–59.

*Projektgruppe Automation und Qualifikation:* Zerreißproben. Automation im Arbeiterleben. Empirische Untersuchungen, Teil 4, Berlin 1983.

*Raphael, Lutz:* Jenseits von Kohle und Stahl. Eine Gesellschaftsgeschichte Westeuropas nach dem Boom, Berlin 2019.

*Rauner, Felix/Rasmussen, Lauge/Corbett, J. Martin:* The social shaping of technology and work: Human centred CIM systems, in *AI & Society* 2 (1988), H. 1, S. 47–61.

*Ray, George Frank:* Die Verbreitung neuer Technologien. Eine Studie über zehn Verfahren in neun Industriezweigen, Berlin 1970.

*Rehlinghaus, Franziska/Teichmann, Ulf:* Vergangene Zukünfte der Arbeit. Aussichten, Ängste und Aneignungen im 20. Jahrhundert, Bonn 2019.

*Rothenhäusler, Andie:* „Wegweiser Richtung Steinzeit“? Die Debatte um „Technikfeindlichkeit“ in den 1980er Jahren in Westdeutschland, in: Böhn, Andreas/Metzner-Szigeth, Andreas (Hgg.): *Wissenschaftskommunikation, Utopien und Technikzukünfte*, Karlsruhe 2018, S. 281–305.

*Scheer, August-Wilhelm:*

- Unternehmung 4.0. Vom disruptiven Geschäftsmodell zur Automatisierung der Geschäftsprozesse, Wiesbaden <sup>3</sup>2020.
- CIM. Computer Integrated Manufacturing. Der computergesteuerte Industriebetrieb, Berlin/Heidelberg/New York 1987.

*Schmid, Thomas:* Befreiung von falscher Arbeit. Thesen zum garantierten Mindesteinkommen, Berlin <sup>2</sup>1986.

*Schmitt, Martin:* Vernetzte Bankenwelt. Computerisierung in der Kreditwirtschaft der Bundesrepublik und der DDR, in: Bösch, Frank (Hg.): Wege in die digitale Gesellschaft. Computernutzung in der Bundesrepublik 1955–1990, Göttingen 2018, S. 126–147.

*Schuhmann, Annette:* Der Traum vom perfekten Unternehmen. Die Computerisierung der Arbeitswelt in der Bundesrepublik Deutschland (1950er- bis 1980er-Jahre), in: Zeithistorische Forschungen 9 (2012), S. 231–256.

*Schwarz, Martin:*

- „Werkzeuge der Geschichte“, in: Technikgeschichte 82 (2015), H. 2, S. 137–156.
- „Zauberschlüssel zu einem Zukunftsparadies der Menschheit“. Automatisierungsdiskurse der 1950er- und 1960er-Jahre im deutsch-deutschen Vergleich, Dresden 2015.

*Sorge, Arndt:*

- Arbeitsplatzschaffung oder Arbeitsplatzvernichtung durch Mikroelektronik?, in: Dierkes, Meinolf/Strümpel, Burkhard (Hgg.): Wenig Arbeit, aber viel zu tun. Neue Wege der Arbeitsmarktpolitik, Opladen 1985, S. 36–47.
- Mikroelektronik und Arbeit in der Industrie. Erfahrungen beim Einsatz von CNC-Maschinen in Großbritannien und der Bundesrepublik Deutschland, Frankfurt am Main 1982.

*Spur, Günter:*

- Vom Wandel der industriellen Welt durch Werkzeugmaschinen. Eine kulturgeschichtliche Betrachtung der Fertigungstechnik, München 1991.
- Editorial, in: Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung 81 (1986), H. 1, S. 1.
- Produktionstechnik im Wandel, München 1979.

*Staab, Philipp/Prediger, Lena J.:* Digitalisierung und Polarisierung. Eine Literaturstudie zu den Auswirkungen des digitalen Wandels auf Sozialstruktur und Betriebe, Düsseldorf 2019.

*Tiemann, Michael:* Polarisierung von Tätigkeiten in der Wirtschaft 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Fachkräftebedarf in der digitalisierten Arbeit von morgen, [Bonn] 2016, [https://www.bibb.de/dokumente/pdf/AB22\\_Polar\\_Polarisierungsthese-Frey\\_V2.1.pdf](https://www.bibb.de/dokumente/pdf/AB22_Polar_Polarisierungsthese-Frey_V2.1.pdf) (zuletzt abgerufen am 17.11.2020).

*Uhl, Karsten:*

- Eine lange Geschichte der „mensenleeren Fabrik“. Automatisierungsvisionen und technologischer Wandel im 20. Jahrhundert, in: Butollo, Florian/Nuss, Sabine (Hgg.): Marx und die Roboter. Vernetzte Produktion, künstliche Intelligenz und lebendige Arbeit, Berlin 2019, S. 74–90.
- Maschinenstürmer gegen die Automatisierung? Der Vorwurf der Technikfeindlichkeit in den Arbeitskämpfen der Druckindustrie in den 1970er und 1980er Jahren, in: Technikgeschichte 82 (2015), H. 2, S. 157–179.
- Räume der Arbeit. Von der frühneuzeitlichen Werkstatt zur modernen Fabrik, in: Europäische Geschichte Online (2015), <http://www.ieg-ego.eu/uhlk-2015-de> (zuletzt abgerufen am 16.11.2020).

*Vahrenkamp, Richard:* Von Taylor zu Toyota, Lohmar/Köln <sup>2</sup>2013.

*Verheyen, Nina:* Die Erfindung der Leistung, München 2018.

*Vettin, Günter:* Analyse der Konzeptionen flexibler Fertigungssysteme, in: VDI-Z 121 (1979), H. 1/2, S. 14–23.

*Vobruba, Georg:* Entkoppelung von Arbeit und Einkommen. Das Grundeinkommen in der Arbeitsgesellschaft, Wiesbaden 2006.

*Volmerg, Birgit:* Ingenieure in der IG Metall – zwischen gewerkschaftlicher Schutz- und Technikgestaltungspolitik, in: Senghaas-Knobloch, Eva/Volmerg, Birgit (Hgg.): Technischer Fortschritt und Verantwortungsbewusstsein. Die gesellschaftliche Verantwortung von Ingenieuren, Opladen 1990, S. 124–136.

*Warnecke, Hans-Jürgen:* Die fraktale Fabrik. Revolution der Unternehmenskultur, Berlin/New York 1992.

*Wisnosky, Dennis E.:* ICAM Program Prospectus, o. O. 1977.

Die Schlagworte Industrie 4.0. oder „Smart Factory“ verkünden, dass wir vor einer vierten industriellen Revolution stünden. In der vorliegenden Studie untersucht Nora Thorade die Konzepte des Computer Integrated Manufacturing (CIM) der 1980er- und 1990er-Jahre und diskutiert mit Blick auf die aktuellen Debatten um vernetzte Produktion die historischen Kontinuitäten.

Dr. Nora Thorade untersucht an der TU Darmstadt die Geschichte der Industrie 4.0 und die Fabrikkonzepte der Ingenieurwissenschaften in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Sie studierte Wissenschafts- und Technikgeschichte, Geschichte und Literaturwissenschaften in Berlin und Lissabon und promovierte 2017 in Bochum zum Thema „Das Schwarzes Gold. Eine Stoffgeschichte der Steinkohle im 19. Jahrhundert“.