

1. Einleitung

1.1 Gegenstand

Automatisierung ist ein Treiber gesellschaftlicher Veränderungen. Sie hat seit der industriellen Revolution am Ende des 18. Jahrhunderts wesentlich zu der enormen Steigerung unseres Güter- und Zeitwohlstandes beigetragen. Sie hat Menschen von mühseliger und monotoner Arbeit befreit, die Verkürzung von Arbeitszeit ermöglicht. Sie hat faszinierende neue Funktionen und Leistungsmöglichkeiten von Maschinen eröffnet. Aber sie ist auch eine Ursache für Arbeitsplatzvernichtung und Abwertung von Produktionsarbeit.

Aus der gesellschaftlichen Sicht erscheint Automatisierung als ein selbstständiger, nicht beherrschbarer Prozess. Es gibt Perioden der Beschleunigung und Verdichtung – auf keinem anderen Gebiet wird so oft von Revolution gesprochen wie im Zusammenhang mit dem Aufkommen neuer Technologien – und es gibt Perioden der Stagnation.

Derzeit gibt es wieder eine Phase der Intensivierung technologischer Entwicklungen unter der Bezeichnung „Industrie 4.0“. Eine Generation neuer Techniken und Geschäftsmodelle tritt auf. Erwartet werden ein großer Automatisierungssprung sowie hohe Produktivitätssteigerungen und als Folge tiefgreifende soziale Transformationsprozesse.

Automatisierung ist aber kein neuartiges Phänomen. Die derzeitige Automatisierungswelle trifft also auf Erfahrungen, die schon früher gemacht wurden, und auf Strukturen und Institutionen, die schon früher geschaffen worden sind, um mit den Folgen umzugehen. In der Automobilindustrie trifft sie auf ein in weiten Bereichen bereits bestehendes hohes Niveau der Automatisierung, die das Ergebnis früherer Automatisierungswellen ist. Die Gegenüberstellung von manueller und automatisierter Arbeit, die heute immer noch im Mittelpunkt vieler Diskussionen steht, ist in vielen Bereichen kaum noch von Relevanz.

Im Zentrum der Analyse in diesem Buch stehen nicht die Techniken der Automatisierung und ihre Potenziale, sondern die Prozesse, in denen sie eingesetzt werden. Automatisierung wird gewissermaßen vom Hallenboden – dem „Shopfloor“ – her betrachtet. Dadurch relativiert sich die Bedeutung von Automatisierung, sie wird in einem umfassenderen Wirkungszusam-

menhang als eine Produktivkraft unter vielen gesehen. Erst in diesem Rahmen lassen sich die Bedeutung und das Veränderungspotenzial der neuen Techniken erschließen. Damit ist das Buch auch ein Versuch der Erdung in einer Diskussion, die oft von übersteigerten Erwartungen und krass falschen Prognosen gekennzeichnet ist. Es geht aber nicht darum, die Bedeutung der Automatisierung zu schmälern – das Buch ist voll von beeindruckenden Beispielen der durch sie gesteigerten Produktivität –, wohl aber darum, ihre Wirkmächtigkeit als primäre Triebkraft für Veränderungen zu relativieren.

In dem Buch wird keine Prognose unternommen und nicht über zukünftige Entwicklungen spekuliert. Bezogen auf die Auswirkungen auf Arbeit wendet es sich gegen technikzentrierte und monokausale Erklärungsansätze und gegen vielfach zu beobachtende vereinfachte Vorstellungen von Automatisierungsfolgen.

Untersuchungsfeld ist die Automobilindustrie als Schlüsselbranche des 20. Jahrhunderts. Sie kann auf eine über hundertjährige Geschichte zurückblicken und hat zu den ökonomischen und sozialen Transformationen in dieser Zeit wesentlich beigetragen. Automatisierung hat bei der Entwicklung der Automobilindustrie von Anfang an eine wesentliche Rolle gespielt. Die Auseinandersetzungen, die hier über Automatisierungsfragen stattfanden, und die Regelungen und Gestaltungsansätze, die hier gefunden wurden, hatten oft über die Industrie hinaus wegweisenden Charakter. Mit dem Fokus auf das Thema Automatisierung und Arbeit beschreibt das Buch damit auch ein zentrales Kapitel der Geschichte der Automobilindustrie, die gegenwärtig in eine neue Ära ihrer Entwicklung eintritt.

Die Darstellung verläuft anhand von drei Automobilunternehmen über einen amerikanischen, japanischen und deutschen Erzählstrang bis hin zur Gegenwart. Die Vorgehensweise ist teils narrativ und interpretierend, teils explorativ, denn nach wie vor gibt es viele offene Fragen auf dem Themengebiet.

Das Buch ist industriesoziologisch und wirtschaftshistorisch ausgerichtet, behandelt aber auch ingenieurwissenschaftliche und betriebswirtschaftliche Aspekte. Es diskutiert historische Entwicklungen, stellt aber keine geschichtswissenschaftliche Abhandlung dar. Es setzt sich mit Theorien auseinander, ist aber keine auf Theoriebildung angelegte Studie. Es richtet sich nicht nur an die Fachexperten. Die Darstellung ist bestrebt, die Sache einfach und nachvollziehbar auch für Nichtexperten zu machen – und hoffentlich auch ein wenig spannend.

1.2 Zentrale Fragen

Im Mittelpunkt der Darstellung stehen drei Gruppen von Fragen:

Erstens Fragen nach dem bisherigen Verlauf und dem derzeit erreichten Stand der Automatisierung.

Hier geht es um die Rekonstruktion der langen Entwicklungslinien. Verließ die Entwicklung des Automatisierungsgrades eher als ein kumulativer Prozess, quasi von links unten nach rechts oben in einem Diagramm? Wie spiegeln sich Phasen der Dynamisierung technischer Veränderungen in Veränderungen des Automatisierungsgrades unterschiedlicher Produktionsbereiche wider?

Bezogen auf den heute erreichten Stand der Automatisierung ist die verbreitete Annahme, dass in der industriellen Produktion ein besonders großer Automatisierungssprung stattfinden wird. Aber von welchem Niveau ausgehend dieser Sprung erfolgt, wie weit die Automatisierung der Automobilproduktion bereits fortgeschritten ist, und welche Unterschiede es zwischen den Produktionsbereichen in dieser Hinsicht gibt, ist kaum bekannt. Wie weit ist man von einer Vollautomatisierung noch entfernt, welche Spielräume für eine Höherautomatisierung existieren überhaupt noch?

Im Diskurs über Automatisierung wird der technologischen Entwicklung und dem Aufkommen neuer Techniken eine zentrale Bedeutung beigegeben. Lässt sich dies anhand der Verlaufsmuster der Automatisierung belegen? Waren sie der entscheidende Treiber für Veränderungen in den untersuchten Bereichen, wurden durch sie die Einsatzschwerpunkte und die Arten der Automatisierung bestimmt oder waren es übergreifende Prinzipien und neue Produktionskonzepte, oder gab es andere Gründe? Wie wirkten sich vermeintliche industriellen Revolutionen in den untersuchten Werken aus? Diese Frage bezieht sich auf die neueren Theorien einer Periodisierung der industriellen Entwicklung nach der Abfolge solcher Revolutionen beginnend mit der ersten und „klassischen“ in der Mitte des 18. Jahrhunderts. Als Auslöser dieser Revolutionen wird dabei das Aufkommen neuer Technologien gesehen. Populär wurde dieser Ansatz durch das Kürzel „Industrie 4.0“, das auch im Untertitel dieses Buches genannt wird. Es wurde Anfang der 2010er Jahre mit Blick auf die neuen Techniken der cyberphysischen Systeme und der künstlichen Intelligenz geprägt, die

als Auslöser einer vierten industriellen Revolution gesehen wurden (Vgl. Kagermann et al. 2013).¹

Ein weiteres Thema in diesem ersten Komplex ist der Zusammenhang von Automatisierung und Produktivität. Welchen Beitrag leistet Automatisierung zur Entwicklung der Produktivität? Hat sich ihre Bedeutung im Zeitverlauf zugunsten anderer Einflussfaktoren verändert? Wie groß ist der Unterschied der Produktivität in der Fahrzeugproduktion, wenn man den heutigen Stand mit dem vor über 100 Jahren vergleicht?

Zweitens Fragen nach Faktoren und Kontextbedingungen, die zum Beispiel erklären, weshalb die Automatisierung nicht, wie von den Prognosen oftmals erwartet, schneller vorangeschritten ist, weshalb bestimmte Tätigkeitsbereiche kaum oder nur langsam automatisiert oder bereits erreichte Automatisierungsstände wieder zurückgenommen wurden.

Ein Schwerpunkt des Interesses liegt dabei auf der Frage nach den Ursachen für die Langlebigkeit des Fließbandes. Woran lag es, dass im Bereich der Montage immer noch die Fließbandarbeit vorherrscht und die Tätigkeiten hier, trotz immer wieder aufkommender anderslautender Prognosen, seit den Anfängen der Massenproduktion bei Henry Ford nur zu einem geringen Maße automatisiert wurden.

Indem die Untersuchung auch der Frage nach der Nicht-Automatisierung nachgeht, weitet sie den Bereich der betrachteten Themen stark aus. Damit kommen nun auch Faktoren aus dem Umfeld der Produktion in das Blickfeld: soziale und ökonomische Entwicklungen und damit Veränderungen der Anforderungen an die Produkte, die Bedingungen auf dem Arbeitsmarkt, Veränderungen des Bildungsniveaus und der Ansprüche der Beschäftigten an die Gestaltung der Arbeit, staatliche Regulierung und politische Rahmenbedingungen.

In den Fokus der Betrachtung gelangen so auch stärker die Akteurskonstellationen in den Unternehmen, vorherrschende Denkmuster und Handlungsorientierungen im Hinblick auf Automatisierung als einer möglichen

1 Die Abfolge der Revolutionen wurde hier, zum Grausen für Historiker, wie bei Software-Versionen abgezählt. Die eigentliche erste industriellen Revolution (Industrie 1.0) begann danach um 1750 mit der Einführung mechanisierter Produktionsanlagen, angetrieben von Wasser- oder Dampfkraft; die Bezeichnung Industrie 2.0 bezog sich auf die Einführung der Massenproduktion unter Nutzung von elektrischer Energie und des Fließbandes am Anfang des 20. Jahrhunderts; Industrie 3.0 war gekennzeichnet von dem Einsatz von Elektronik und Computern ab den 1970er Jahren; die Ära der Industrie 4.0 begann danach in den 2010er Jahren und ist gekennzeichnet von der Digitalisierung und dem Einsatz cyber-physischer Systeme.

Form der Bewältigung von Anforderungen und Problemen. Welche Alternativen zum eingeschlagenen Automatisierungspfad wurden diskutiert, welche Faktoren gaben den Ausschlag für einen Richtungswechsel?

Drittens schließlich Fragen nach den Auswirkungen der Automatisierung auf Arbeit. Hierbei stehen strukturelle Aspekte im Vordergrund.

Ein Schwerpunkt liegt hier bei den Veränderungen der Belegschaftsstruktur. Welche Beschäftigtengruppen waren besonders von „Freisetzung“ betroffen, wie veränderte sich als Folge die Zusammensetzung der Belegschaft bezogen auf die unterschiedlichen Beschäftigten- und Statusgruppen?

Eng damit zusammen hängen Fragen nach Veränderungen der Tätigkeitsanforderungen. Welche neuen Tätigkeitsbilder bilden sich in den automatisierten Bereichen heraus, wie verändern sich die Tätigkeiten in den vor- und nachgelagerten Bereichen. Kam es vorwiegend zur höheren oder zu geringeren Qualifikationsanforderungen oder zu einer Polarisierung? Welche Tätigkeitsgruppen waren die Gewinner und welche die Verlierer?

Ein weiterer Schwerpunkt liegt bei Fragen nach Konflikten über Automatisierung und ihrer Auswirkungen. Gab es in der Automobilindustrie Ludditenaufstände wie in England (vgl. dazu in Kap.2) zur Zeit der (ersten) industriellen Revolution? Die Frage wird derzeit im Hinblick auf Industrie 4.0 unter dem Gesichtspunkt der Technikakzeptanz wieder breit diskutiert (vgl. Frey 2019). Welchen Einfluss hatte die Herausbildung von Schutzregelungen, das Vorhandensein einer gewerkschaftlichen Interessenvertretung, gesetzliche Regelungen, Institutionen? Welche Unterschiede in Bezug auf die Auswirkungen auf Arbeit und die Konflikthaftigkeit der Automatisierung lassen sich aufgrund unterschiedlicher institutioneller und organisatorischer Länder- und Unternehmenskontexte beobachten?

1.3 Was bedeutet Automatisierung?

Der Begriff Automatisierung ist im Diskurs über technische Entwicklungen und ihre Folgen allgegenwärtig und wird kaum hinterfragt. Eine neuere Theorie der Automatisierung gibt es nicht, Ansätze in dieser Richtung wurden selten unternommen. Die in diesem Zusammenhang zu erwähnende Literatur stammt zumeist aus den 1950er und 60er Jahren. Im Folgenden wird nun kurz näher auf definitorische Fragen eingegangen. Da es sich hier um eher trockene Ausführungen handelt, können LeserInnen, die

eher an den Inhalten der Untersuchung interessiert sind, diesen Teil auch überspringen.

In diesem Buch wird unter Automatisierung die Ersetzung von menschlicher Arbeit, ganz oder teilweise, durch den Einsatz von Technik verstanden. Dies entspricht dem überwiegenden Verständnis in der neueren Diskussion. Dabei werden in den Definitionen oft unterschiedliche Arten von Auswirkungen betont. Der Brockhaus beispielsweise definiert Automatisierung als „Einrichtung und Durchführung von Arbeits- und Produktionsprozessen durch Einsatz geeigneter technischer Aggregate ... in einer Weise, dass der Mensch weitgehend von Routine- sowie gefährlichen, gesundheits-schädigenden, körperlich schweren Arbeiten entlastet wird und für ihren Ablauf nicht unmittelbar tätig zu werden braucht.“ (Brockhaus 2006: 20) Eine andere Definition, die in der Literatur der 1950er und 1960er Jahre oft verwendet wurde, verstand unter Automatisierung „eine Einrichtung des Ablaufs von Vorgängen verschiedenster Art in solcher Weise, daß der Mensch von der Ausführung ständig wiederkehrender gleicher, manueller oder geistiger Verrichtungen und von zeitlicher Bindung an den Rhythmus technischer Anlagen befreit ist.“ (Dolezalek 1965) Das Deutsche Institut für Normung (DIN) definiert Automatisierung schlichter als das „Ausrüsten einer Einrichtung, so dass sie ganz oder teilweise ohne Mitwirkung des Menschen bestimmungsgemäß arbeitet.“ (DIN 19233)

Anstelle der Ersetzung menschlicher Arbeit werden in wiederum anderen Definitionen die Auswirkungen des Einsatzes von Automatisierungstechniken auf bereits vorhandene Maschinen und Anlagen betont. Automatisierung bedeutet hier Verringerung der Abhängigkeit von Maschinen von Tätigkeiten, die nach wie vor von Menschen durchgeführt werden müssen. Auch wenn damit die Maschinen in den Fokus der Betrachtung gerückt werden, würden in diesem Fall menschliche Tätigkeiten ersetzt. Die unterschiedlichen Definitionsweisen laufen also auf dasselbe hinaus.

Eine Ursache für definitorische Verwirrung stellt die Identifizierung von Automatisierung mit bestimmten Technologien dar. Das Wort „Automat“ und die Konstruktion entsprechender Apparate, die scheinbar ohne menschliches Zutun von selbst funktionieren, existierte schon lange vor der industriellen Revolution. Die Grundlagenwissenschaft, auf der die Funktionsprinzipien dieser Maschinen beruhten, war die Mechanik. Man sprach daher von Mechanisierung, wenn es um die Ersetzung menschlicher Tätigkeiten durch Maschinen ging, wobei es dabei vor allem die Tätigkeiten der Bearbeitung der Produkte und des Transports von Produktteilen und Materialien ging.

Als sich nach dem Zweiten Weltkrieg neue Techniken auf Basis der Elektronik und der Computerwissenschaft verbreiteten, durch die der Mensch auch in der Funktion der Steuerung von Maschinen und der Ausübung geistiger Arbeit ersetzt werden konnte, verwandte man hierfür zur Abgrenzung den Begriff „Automatisierung“. Mechanisierung und Automatisierung wurden nun als komplementäre oder auch alternative Wege zur Ersetzung menschlicher Arbeit gesehen. Diese Unterscheidung geriet aber in der Folgezeit zunehmend in Vergessenheit (in Ingenieurskreisen wird sie aber teilweise auch heute noch aufrechterhalten). Im allgemeinen Sprachgebrauch hat sich „Automatisierung“ aber als übergreifender Begriff durchgesetzt.² Diesem Verständnis folgt auch das vorliegende Buch und verwendet den Automatisierungsbegriff – unabhängig von der zugrundeliegenden Technologie – als Einsatz von Maschinen mit der Folge, dass menschliche Arbeit dadurch ersetzt wird. Der Maschinenbegriff wird dabei entsprechend weit gefasst, bleibt aber begrenzt auf naturwissenschaftlich beschreibbare Wirkungszusammenhänge. Die Analyse folgt hier einer auf älteren Definitionen³ aufbauenden Definition von Benad-Wagenhoff:

„Eine Maschine ist ein sachtechnisches System aus Teilelementen, die mechanisch, thermisch, chemisch, elektrisch, optisch usw. in festgelegter Weise funktionieren und so miteinander verknüpft sind, daß mittels ihrer Naturkräfte genötigt werden können, unter bestimmten Prozeßabläufen bestimmte Wirkungen auszuüben.“ (Benad-Wagenhoff 1993: 49)

2 So heißt es in einer Studie der OECD: „The concept of automation refers to the ability of a machine to perform a given sequence of tasks and meet certain specifications automatically, that is, without human intervention. ... Automation is thus a generic title covering mechanisation, electrification, use of electronics and the substitution of power for human efforts.“ (OECD 1983).

3 Vgl. die vielzitierte Definition von Franz Reulaux, Professor an der TU Berlin um 1900: „Eine Maschine ist eine Verbindung widerstandsfähiger Körper, welche so eingerichtet sind, dass mittels ihrer mechanischen Naturkräfte genötigt werden können, unter bestimmten Bewegungen bestimmte Wirkungen auszuüben.“ (Reulaux 1900: 247). Im Falle von Computern und IuK-Techniken, bei denen es um Zeichen- und Symbolverarbeitung bzw. -übertragung geht, erscheint diese Formulierung allerdings kaum noch angebracht, aber auch hier handelt es sich um deterministische Wirkungszusammenhänge.

1. Einleitung

Die Arbeit kann auf unterschiedliche Weise von Automatisierung betroffen sein. Dies wird an den Beispielen in Abbildung 1 deutlich (Nof 2009):

Abbildung 1: Beispiele automatischer Funktionsabläufe

Maschine/Systeme	Funktion	Ersetzung von
Fliehkraftregler (James Watt, 1788)	Regulierung der Geschwindigkeit	menschlicher Steuerung
Automatischer Webstuhl (Jacquard, 1801)	Weben von Stoffen auch mit komplexen Mustern	menschlicher Arbeit und Überwachung
Automatische Montage von Chassis-Rahmen (A. O. Smith Corp. 1920)	Steuerung der Teile- und Materialzuführung, Steuerung der mechanischen Fertigung und der Montage	menschlicher Arbeit
Wireless Services (ab 2000)	Vorausschauende Steuerung in Verbindung mit Radiofrequenz-Identifizierung (RFID) und Sensor-Netzwerken	keine Ersetzung menschlicher Arbeit, da von Menschen nicht durchführbar

Quelle: modifiziert entnommen aus einer größeren Tabelle in Nof (2009: 19)

Das Beispiel der Wireless Services verweist auf eine neue Qualität – hier stellt sich die Frage der Ersetzung des Menschen laut Nof nicht mehr, ihre Verrichtung durch menschliche Arbeit erscheint als „practically impossible“ (Nof: 19). Mit Blick auf die heutigen neuen Techniken der Elektronik, auf Nanotechnologie, Computer und das Internet erscheint eine solche Einschätzung nicht unplausibel, dennoch wird im Weiteren auch hier die Annahme, dass durch sie auf die eine oder andere Weise menschliche Tätigkeiten ersetzt werden, aufrechterhalten.

Die Frage der Motivation, d.h. ob die Ersetzung Ziel der Maßnahme ist oder nicht, spielt für die Begriffsdefinition keine Rolle. Maßnahmen der Automatisierung können auch, wie in den oben zitierten Definitionen, auf andere Wirkungen abzielen als auf die Ersetzung von Arbeit. Für die Unternehmen können beispielsweise auch Fragen der Produktqualität oder der Verringerung von Belastungen und Beanspruchungen im Vordergrund stehen.

Die übliche Messgröße zur Erfassung des Standes der Automatisierung ist der Automatisierungsgrad, der den Anteil der von Maschinen durchgeführten Tätigkeiten an den insgesamt in dem untersuchten Bereich für die Fertigstellung der Produkte erforderlichen Tätigkeiten angibt. Maschine vs.

Mensch, so lautet die gern so archaisch gehaltene Formulierung für den Grundkonflikt, der mit dem Automatisierungsbegriff verbunden wird.

Eine andere Sichtweise ergibt sich, wenn man die Arbeitsproduktivität⁴ als Indikator nimmt. Sie misst die Menge an Input von erforderlichen Ressourcen, die notwendig ist, um eine bestimmte Menge an Output von Produkten herzustellen. Aus dieser Perspektive erscheint Automatisierung als einer der wichtigsten Einflussfaktoren auf die Produktivität eher im positiven Lichte. Der Mensch wird hier nicht als Opfer der Automatisierung gesehen, ausgeschlossen von dessen selbsttätiger Funktionsweise, sondern (bei der physischen Produktivität) als Erzeuger einer immer größeren Menge von Gütern und Dienstleistungen. Beide Indikatoren sind im Prinzip leicht nachvollziehbar, die Messung selbst ist aber oft schwierig, darauf wird gleich noch zurückgekommen.

Die Ersetzung menschlicher Arbeit durch Maschinen, Automatisierung also, ist ohne Zweifel ein wesentlicher Einflussfaktor auf Produktivität, eine zentrale Produktivkraft. Eine Erhöhung der Produktivität lässt sich aber auch mit anderen Maßnahmen erzielen als durch Automatisierung. Hierzu gehören, um die wichtigsten zu nennen:

- Rationalisierungsmaßnahmen zur Erhöhung der Effizienz der vorhandenen Produktionsanlagen und zur Intensivierung der Arbeit⁵;
- Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen und der Beschäftigungssicherheit, der Qualifizierung und Beschäftigungssicherung, die zur Erhöhung des Leistungsvermögens und der Leistungsmotivation der Beschäftigten führen;
- Maßnahmen der Produktgestaltung beispielweise zur Vereinfachung von Montagetätigkeiten und einer Produktpolitik, die auf verstärkte Standardisierung der Produkte setzt;
- Maßnahmen zur Verlagerung von Produktions- und Dienstleistungstätigkeiten in andere Werke oder Unternehmen, die nur in dem untersuchten Bereich zu einer Erhöhung der Produktivität führen.

Diese Maßnahmen stehen in unterschiedlicher Weise in einem Wechselverhältnis zueinander, setzen einander teilweise voraus und bestärken sich wechselseitig, können aber auch einander widersprechen und als Gestal-

4 Im Weiteren wird der Begriff 'Produktivität' ausschließlich im Sinne der Arbeitsproduktivität verstanden.

5 In der Literatur schließt der Rationalisierungsbegriff teilweise Automatisierung mit ein, so z.B. Landau (2013: 285f). Dem wird hier nicht gefolgt.

1. Einleitung

tungsalternativen miteinander konkurrieren. Sie basieren auf ganz unterschiedlichen Handlungslogiken, reflektieren unterschiedliche Interessenlagen und besitzen unterschiedliche Konfliktpotenziale, sollen daher im vorliegenden Buch analytisch von Automatisierung unterschieden werden.

Die beiden zentralen Einflussfaktoren auf die Produktivitätsentwicklung sind Automatisierung und Rationalisierung, die erstere kommt mit dem Mantel des wissenschaftlichen Fortschritts einher, die letztere mit dem des sparsamen Wirtschaftens mit den vorhandenen Ressourcen, der Optimierung der vorhandenen Mittel, des Vorgehens in kleinen Schritten. Beide tragen auf ihre Weise zur Erhöhung der Produktivität bei, woraus sich Verteilungsspielräume ergeben für höhere Profite, Lohnsteigerungen, Rückflüsse an Aktionäre. An der Höhe des Produktivitätszuwachses sind alle Stakeholder interessiert. Von Seiten der Gewerkschaften wird in Zusammenhang mit ihren Forderungen nach Lohnerhöhungen mit Blick auf das Management daher auch von einer „Produktivitätspeitsche“ gesprochen. Die Automatisierung durch Nutzung neuer Techniken erscheint der beste Weg, um die Forderungen nach höheren Löhnen erfüllen zu können, ohne einen verschärften Leistungsdruck auf die Arbeiter auszuüben und in Billiglohnstandorte auszuweichen. Durch ihre Wirkung auf Produktivität und trägt die Automatisierung zu einer High Road Entwicklung bei.

1.4 Untersuchungsfeld, Methoden und Quellen der Untersuchung

1.4.1 Untersuchungsfeld

Die Wahl der Automobilindustrie als Untersuchungsfeld muss nicht lange begründet werden. Sie wurde zu einem der wichtigsten Anwendungsbereiche von Automatisierungstechniken und unterliegt seit Langem den durch sie bewirkten transformatorischen Auswirkungen auf Arbeits- und Sozialstrukturen.

Im Zentrum der Untersuchung stehen mit Ford, Toyota und VW drei führende Hersteller von Automobilen mit jeweils einigen ihrer Werke in ihren Stammländern. In den Werken richtet sie das Augenmerk auf einige ausgewählte Produktionsbereiche (Gewerke). Die Untersuchung umfasst damit nur einen Ausschnitt der Automobilindustrie insgesamt und auch nur einen Teil der Aktivitäten der untersuchten Unternehmen.

Die Analyse fokussiert dabei jeweils für bestimmte Zeitperioden auf ein bestimmtes Unternehmen und Land:

- für den Zeitraum 1900 bis 1970 auf die Ford Motor Company in den USA und hier insbesondere die Werke Highland Park und River Rouge;
- für den Zeitraum 1950 bis 1990 auf die Toyota Motor Corporation und seine Montagewerke im Umfeld der Unternehmenszentrale in Japan;
- für den Zeitraum 1950 bis heute auf die Volkswagen AG in Deutschland und hier auf das Werk Wolfsburg.

Für die Unternehmensauswahl waren zwei Überlegungen ausschlaggebend: Zum einen sind alle drei Unternehmen Massenhersteller und von ähnlicher Größe; alle drei können, wenn auch mit Einschränkungen, als repräsentativ für Produktionskonzepte und Konfliktlösungsmuster in ihren Ländern angesehen werden. Zum anderen haben alle drei Unternehmen bezogen auf ihre Produktionssysteme phasenweise eine prägende Rolle in der Automobilindustrie besessen. Ford steht für die bahnbrechenden Innovationen, die die Ära der Massenproduktion einleiteten und für die Herausbildung des Produktionssystems, das die Entwicklung der Automobilindustrie mehr als ein halbes Jahrhundert lang maßgeblich prägte. Toyota war der Entstehungsort und das Leitmodell für das Produktionssystem, das das Fordsche System ablöste bzw. wesentlich modifizierte (ein umstrittener Punkt) und das von seinen Protagonisten als *das* Produktionssystem des 21. Jahrhunderts ausgerufen wurde (Womack et al. 1991); Volkswagen steht für eine dezidierte Strategie der Automatisierung unter Bedingungen der Mitbestimmung.

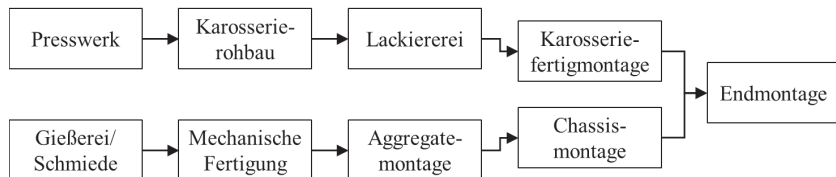
Gegenstand der Untersuchung sind die Prozesse der Produktion von Automobilen. Auch wenn damit die Produkte nicht im Mittelpunkt stehen, so spielen Fragen der Produktgestaltung und der Produktpolitik doch eine wichtige Rolle. Die Herstellverfahren und Tätigkeitsanforderungen in der Produktion werden durch sie stark beeinflusst. Das Automobil in der Frühzeit der Automobilindustrie unterscheidet sich um Welten von den Fahrzeugen, die wir heute kennen. In Bezug auf die grundlegende Fahrzeugarchitektur und die zentralen Komponenten und Funktionsprinzipien besteht dennoch in vieler Hinsicht eine Kontinuität, die es ermöglicht, intertemporale Vergleiche vorzunehmen. Derzeit steht das Produkt im Zentrum eines epochalen Wandels, der mit tiefergreifenden Veränderungen einhergeht. Mit der Beendigung von Antriebssystemen auf Basis von Verbrennungsmotoren wird das Automobil praktisch neu erfunden. Die bisherigen zentralen, Komponenten entfallen, gleichzeitig wird mit dem autonomen Fahren

der Schritt zu einer Vollautomatisierung des Automobils als einer sich selbst steuernden Maschine unternommen, was eigentlich schon immer in seiner Begriffsbezeichnung enthalten war.

Eine weitere Entscheidung betrifft den Untersuchungsansatz auf der Ebene der Gewerke⁶. Automobile bestehen aus Tausenden von Teilen, die auf unterschiedliche Weise und oft in räumlich und organisatorisch eigenständigen Bereichen hergestellt werden. Alle Grundverfahren des Produzierens (gemäß DIN 8580)⁷ und die entsprechenden Gewerke sind im Automobilbau vertreten, davon wurden die wichtigsten in die Studie einbezogen.

An dieser Stelle sollen diese Gewerke kurz vorgestellt werden. Abbildung 2 zeigt in sehr vereinfachter Form die Wertschöpfungskette des Automobilproduktion:

Abbildung 2: Prozesskette der Gewerke bei der Automobilproduktion



Quelle: eigene Darstellung

Die untere Prozesskette in Abbildung 2 umfasst hier das Gießen bzw. Schmieden von Teilen aus Metall, größtenteils aus Stahl; vorgelagert sind die Rohstoffgewinnung sowie Eisen- und Stahlerzeugung, auf die nur in Kapitel 2 kurz eingegangen wird. In der Prozesskette folgt die Mechanische Fertigung; hier werden die Rohteile in ihre endgültige Form gebracht, indem überschüssiges Material abgetragen wird (daher wird dieser Prozess auch „spanabhebende“ Fertigung genannt). In der Anfangszeit der industriellen Automobilproduktion waren dies gemessen an der Anzahl der Be-

6 Der Begriff „Gewerke“ wird heutzutage nur noch selten benutzt. Er bezeichnet Produktionsbereiche in der Wertschöpfungskette von Unternehmen, die sich aufgrund ihrer eigenen Fertigungsverfahren und Tätigkeitsstrukturen deutlich voneinander unterscheiden und oft auch organisatorisch deutlich voneinander abgegrenzt sind.

7 Die Norm teilt die Fertigungsverfahren in sechs Hauptgruppen ein: (1) Zusammenhalt schaffen durch Urformen, (2) Zusammenhalt beibehalten durch Umformen, (3) Zusammenhalt vermindern durch Trennen, (4) Zusammenhalt vermehren durch Fügen oder (5) durch Beschichten, (6) Stoffeigenschaften ändern, z.B. durch Wärmebehandeln oder Konditionieren.)

schäftigten und der Wertschöpfung die wichtigsten Gewerke. Es folgt die Montage der Teile zum Motor, Getriebe, Kühler (den sog. Aggregaten) und abschließend die Montage des Chassis bestehend aus dem Antriebssystem und dem Fahrwerk.

Die obere Prozesskette beginnt mit dem Presswerk, einem Gewerk, das erst mit den Stahlkarosserien an Bedeutung gewann. Hier erfolgt die Umformung von Stahlblechen (später aus Blechen aus Leichtmetallen wie Aluminium und anderen Materialien) in Karosserieteile. Im anschließenden Karosseriebau (auch einfach als Rohbau bezeichnet) werden diese zur vollständigen Karosserie zusammengefügt. Dies ist genau genommen ein Montageprozess, in Bezug auf die eingesetzten Techniken unterscheidet er sich allerdings stark von den übrigen Montagetätigkeiten und wird daher als gesonderter Bereich behandelt.⁸ In der Prozesskette folgen danach die Lackiererei und daran anschließend die Fahrzeugmontage. Diese umfasst die Karosseriefertigmontage, in der Anbau- und Einbauteile befestigt werden, den Zusammenbau von Chassis und Karosserie und zuletzt die Endmontage mit abschließenden Einbau- und Prüftätigkeiten. Wenn nicht näher spezifiziert wird, bezieht sich die Bezeichnung "Montage" im Weiteren auf alle drei Teilprozesse.

Die Bedeutung der Gewerke hat sich bezogen auf ihren Anteil an der Wertschöpfung und der Beschäftigung im Zeitverlauf stark verändert. In der Anfangsphase lag das Gewicht, wie oben erwähnt, auf den Gewerken im unteren Teil der Abbildung. Heute liegt es bei den Gewerken im oberen Teil. Die Montageprozesse wurden mehr und mehr zur Kernaktivität der Automobilhersteller. Mit der Umstellung auf E-Fahrzeuge verändert sich die untere Prozesskette in der Abbildung derzeit grundlegend, die obere ist nicht so stark davon betroffen.

1.4.2 Methoden und Quellen der Untersuchung

Die wichtigste Untersuchungsmethode war die Sekundäranalyse der (deutsch- und englischsprachigen) Literatur, wobei hier sowohl zeitgenössische als auch neuere Studien herangezogen wurden.

Eine weitere Methode sind eigene Recherchen in den historischen Archiven von Ford und Volkswagen und entsprechende Dokumentenanalysen,

⁸ Das ist vor allem in der amerikanischen Literatur anders, was zu Missverständnissen führen kann, wie sich im weiteren Verlauf der Darstellung noch zeigen wird.

wobei dies im Falle der Ford Motor Company Archives coronabedingt nur online und mit Unterstützung der dortigen Mitarbeiter geschehen konnte.

Für die Zeit ab den 1980er Jahren wurde teilweise auch auf eigene Forschungen zurückgegriffen, die bis Anfang der 2010er Jahre in verschiedenen Projekten mit unterschiedlichen Fragestellungen durchgeführt wurden.⁹ Die Untersuchungsmethoden waren dabei Interviews mit Managern, Beschäftigten und betrieblichen Interessenvertretern, Dokumentenanalysen und Beobachtungen in den Betrieben. Zu einzelnen Aspekten aktueller Entwicklungen wurden vom Autor darüber hinaus im Rahmen der vorliegenden Studie weitere Interviews durchgeführt.

Eine wichtige Quelle waren schließlich auch Fotos, die die historischen Archive von Ford und Volkswagen dankenswerterweise zur Verfügung gestellt haben. Diese und weitere in den Archiven eingesehene Fotos dienten insbesondere der Analyse von Fertigungsstrukturen in der Anfangszeit und spielen auch eine wichtige Rolle bei der Darstellung, da ein Foto oft mehr sagt als eine lange Beschreibung.

Der Schwerpunkt der Untersuchung lag bei möglichst dichten Beschreibungen der Abläufe und der eingesetzten Prozesstechniken und Tätigkeitsstrukturen, um dem Leser dazu zu verhelfen, sich ein eigenes Bild zu machen.

Die Untersuchung war bestrebt, auch quantitativ ein möglichst präzises Bild des Verlaufs und des jeweils erreichten Standes der Automatisierung zu gewinnen. Eigene Messungen des Automatisierungsgrades oder der Arbeitsproduktivität wurden nicht durchgeführt. Soweit eigene Schätzungen unternommen werden, beschränken sie sich in der Regel auf eine Einordnung in Zwanziger-Schritte auf der Prozentskala (sehr niedrig-niedrig-mit-

9 Hierbei handelte es sich oft um Projekte mit einem Fokus auf Entwicklungen in der Automobilindustrie, darunter ein Projekt über Umstrukturierungen in Produktionsbetrieben in den USA, Großbritannien und Deutschland, das 1983 bis 1987 im Rahmen des Projekts „The Future of the Automobile“ am MIT durchgeführt wurde (vgl. Jürgens/Dohse/Malsch 1989), ein Projekt über Automatisierung der Montagearbeit in Deutschland und Japan 1990 bis 1994 (vgl. Shimokawa et al. 1997), Projekte über das japanische Produktionsmodell und die Rezeption von Lean Production in deutschen Unternehmen und über Veränderungen der Zulieferbeziehungen und Produktionsverlagerungen im Zuge der Osterweiterung in der EU im Rahmen des internationalen Forschungsprogramms GERPISA 1996 bis 2006 (vgl. Boyer et al. 1998; Jürgens/Krzywdzinski 2010) sowie Projekte im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung zwischen dem Wissenschaftszentrum Berlin und dem Institut für Arbeit und Personalmanagement an der Autouniversität von Volkswagen (IFAP) 2008–2017 (vgl. Jürgens/Krzywdzinski 2016).

tel-hoch-sehr hoch). Wenn von den Unternehmen Angaben über den Automatisierungsstand veröffentlicht bzw. in der Forschungsliteratur genannt werden, wurden diese für die Analyse herangezogen. Insgesamt konnte sich die Untersuchung in dieser Hinsicht nur auf wenige Datenquellen stützen; hier besteht ein deutlicher Kontrast zwischen dem großen Interesse an Fragen der Automatisierung im Diskurs und der dazu vorliegenden empirischen Evidenz über den Stand und den Entwicklungsverlauf in den Betrieben.

Auch bezogen auf den Verlauf der Produktivitätsentwicklung konnte sich die Studie nur auf wenige Datenquellen stützen. Dies gilt insbesondere für Daten über die langfristigen Entwicklungen der Produktivität auf der Ebene der Gewerke.

Exkurs: Messung von Automatisierung

Die am häufigsten verwendete Messgröße ist der *Automatisierungsgrad*. Dies ist an sich ein einfach nachzuvollziehender Indikator. Er misst den Anteil der von Maschinen (im weiten Sinne) verrichteten Funktionen¹⁰ an den insgesamt im untersuchten Bereich von Menschen und Maschinen ausgeübten Tätigkeiten bzw. Funktionen, die der Fertigstellung der hier hergestellten Produkte dienen. Eine andere Möglichkeit, Automatisierung zu messen, basiert auf dem Ansatz der Automatisierungsstufen, der auf Unterschiede im Entwicklungsstand der eingesetzten Automatisierungstechniken abstellt, auf ihn soll an dieser Stelle aber nicht weiter eingegangen werden (mehr dazu in Kapitel 5).

Die Ermittlung des Automatisierungsgrades setzt die genaue Kenntnis der Prozessabläufe in der Fertigung sowie der begleitenden Tätigkeiten, die für die Fertigstellung der (Teil-) Produkte erforderlich sind, in dem jeweiligen Bereich voraus. Für die Betriebsinsider ist die Messung des Automatisierungsgrades kein Problem. Wenn es sich um größere Bereiche der Produktion handelt, ist allerdings auch hier ein erheblicher Aufwand notwendig.

10 Die Formulierung erscheint aufgrund der Unterscheidung zwischen Tätigkeiten und Funktionen recht umständlich, damit soll auf den grundlegenden Unterschied zwischen Menschen und Maschine hingewiesen werden. Die Maschinen üben keine Tätigkeiten aus, sondern führen bestimmte Funktionen aus, die ihnen durch ihre Konstruktion und Steuerung vorgeben sind. Daher ersetzen sie auch nicht die menschlichen Tätigkeiten. Das Problem der Vermenschlichung von Maschineneigenschaften oder -funktionen überdeckt, was die Maschinen wirklich „tun“.

Ein Beispiel ist eine in der zweiten Hälfte der 1950er Jahre vom Leiter des Daimler-Benz-Werks Untertürkheim in der Mechanischen Fertigung durchgeführte Untersuchung. (Moll 1961; Moll/Ulbricht 1957), auf die in der späteren Darstellung mehrfach Bezug genommen wird. In diesem Bereich arbeiteten zu dieser Zeit etwa 12.000 Beschäftigte an rund 5.000 Werkzeugmaschinen. Zur Ermittlung des Automatisierungsgrades wurden von Moll/Ulbricht die folgenden Schritte durchgeführt:

Die von Menschen an den Maschinen durchgeführten Arbeiten wurden im ersten Schritt in Grundfunktionen aufgegliedert. Jede der vorgefundenen 32 Grundfunktion wurde im zweiten Schritt unter Berücksichtigung der physischen und psychischen Anstrengung nach ihrer Schwierigkeit bewertet. Im dritten Schritt wurde der Anteil jeder Grundfunktion am Bearbeitungszyklus jeder einzelnen Maschine ermittelt. Das Produkt von Schwierigkeitsgrad und aufgewendeter Zeit ergab den sog. Arbeitswert der jeweiligen Grundfunktion. Im vierten Schritt wurde die Anzahl und Art der automatisierten Grundfunktionen an jeder Einzelmaschine festgestellt. Die Summe der Arbeitswerte der automatisierten Grundfunktionen ergab dann den Automatisierungsgrad der Maschine. Im fünften Schritt wurde der Automatisierungsgrad in der gesamten Mechanischen Fertigung festgestellt, indem der durchschnittliche Automatisierungsgrad der 81 unterschiedlichen Maschinenarten des Betriebes errechnet wurde. Aus dem durchschnittlichen Automatisierungsgrad der einzelnen Maschinenarten und der Anzahl der Maschinen je Maschinenart ergab sich schließlich der Grad der Automatisierung der gesamten Mechanischen Fertigung. (Zusammenfassung auf Basis von Moll/Ulbricht 1957: 117f.)

Ein so großer Aufwand wie bei Daimler-Benz wurde seither, soweit bekannt, von keinem anderen Unternehmen zur Ermittlung des Automatisierungsgrades betrieben. Dabei bezog sich die Messung nur auf einen Zeitpunkt. Moll/Ulbricht stellten in dem Artikel, in dem sie ihre Untersuchungsergebnisse präsentierten, auch einige Überlegungen zum Stand der Automatisierung in der Vergangenheit bis in das 19. Jahrhundert hinein an, auf die in der weiteren Darstellung noch Bezug genommen wird. Ansonsten aber liegen für die Zeit vor 1950 keine vergleichbaren Daten vor. Für diese Zeit konnten in den folgenden Kapiteln nur eigene Schätzungen auf Basis der Beschreibungen vorgenommen werden.

Noch aufwendiger als bei der Untersuchung von Moll/Ulbricht wird es, wenn die Veränderung des Automatisierungsgrades im Zeitverlauf nachver-

folgt werden soll. Die Schwierigkeit bei der Nachverfolgung längerfristiger Veränderungsverläufe besteht in der Kontrolle von Faktoren, die die Höhe des Automatisierungsgrades beeinflussen, ohne dass in dem Bereich, in dem er gemessen wird, Veränderungen bei der eingesetzten Technik stattgefunden haben. Hierbei kann es sich um Veränderungen in der Produktkonstruktion handeln, durch die Arbeitsumfänge entfallen oder zunehmen oder um Veränderungen in der Fertigungs- oder Dienstleistungstiefe, durch die Arbeitsumfänge ebenfalls entfallen oder zunehmen (durch Outsourcing oder Insourcing) können, um nur die wichtigsten zu nennen. Eine Vergleichbarkeit von Angaben über Automatisierungsgrade zu unterschiedlichen Zeitpunkten oder auch zwischen unterschiedlichen Unternehmen ist nur gegeben, wenn diese Faktoren berücksichtigt werden, und dies wird im Falle längerfristiger Verläufe zu einer immer schwieriger werdenden Aufgabe.

Der Automatisierungsgrad ist für die Unternehmen keine relevante Steuerungsgröße (wie z.B. die Produktivität), daher wird er nur selten erhoben und wenn, dann für die Außendarstellung aus Imagegründen. Daher gehen sie üblicherweise bei der Erfassung pragmatisch vor, was in der Regel auch in der Forschungsliteratur geschieht.

Zum einen beschränken sich die Untersuchungen des Automatisierungsgrades oft auf die unmittelbaren produktbezogenen (direkten) Tätigkeiten, die übrigen für die Durchführung der Produktion erforderlichen (im engeren oder im weiteren Sinne direkten) Tätigkeiten des Transports, der Qualitätskontrolle, Instandhaltung, aber auch der Programmierung der Anlagen, Qualifizierung u.a. werden nicht mitberücksichtigt.

Zum andern bezieht sich die Messung des Automatisierungsgrades nur auf quantitative Größen (Menge der ersetzten Tätigkeiten, Menge der hergestellten Produkte), ohne Berücksichtigung qualitativer Unterschiede. Im Falle der produzierten Fahrzeuge aber ist der Arbeitsaufwand aufgrund wachsenden Anteiles an höherwertigen Fahrzeugen im Produktionsprogramm und der Zunahme unterschiedlicher Varianten und Modelle im Zeitverlauf stark gestiegen, was bei der Betrachtung allein der Menge produzierter Fahrzeuge nicht zum Ausdruck kommt. Ein Ansatz könnte in der Verwendung einer Stufenleiter der Automatisierung bestehen, wie sie in den 1950er/60er Jahren breit diskutiert wurden. Darauf wird in Kapitel 5 näher eingegangen.

Die Einschränkungen, die sich durch die Verwendung von Mengengrößen bei der Messung des Automatisierungsgrades ergeben, gelten teilweise auch für Produktivitätsanalysen, die auf Basis physischer Größen

vorgenommen werden, wie im Falle der in späteren Kapiteln häufig verwendeten Messgröße der ‚Anzahl produzierter Fahrzeuge pro geleisteter Stunde Arbeit‘ (Jobs per Hour). Ein Anstieg der Produktivität ergibt sich hier, wenn dieselbe Menge an Fahrzeugen durch einen geringeren Einsatz von Arbeit hergestellt werden kann. Eine Alternative wäre die ökonomische Produktivitätsanalyse, die auf Basis von Preisgrößen erfolgt und (für unternehmensbezogene Analysen) Daten der Gewinn- und Verlustrechnung verwendet. Veränderungen der Qualität der Fahrzeuge würden in diesem Falle berücksichtigt, da diese sich in höheren Preisen widerspiegeln würden.

Ein Vorteil einer wirtschaftlichen Produktivitätsanalyse besteht in der Möglichkeit der Differenzierung zwischen dem Effekt der Erhöhung des Automatisierungsgrades (anhand der Veränderung der Kapitalintensität d.h. dem relativen Anteil des Faktors Kapital an den insgesamt eingesetzten Input) und dem Effekt, der sich aus dem Einsatz neuer Technologien ergibt (anhand der Total Factor Productivity (TFP)). Der Einsatz neuer Technologie ist einer der Bestandteile der TFP, aber welchen Anteil er an der Erklärung der TFP besitzt lässt sich nicht exakt bestimmen. Ohne genauere Kenntnisse der Kontexte und Ereignisfolgen ist dies nicht möglich. Die Versuche zu einer genaueren Bestimmung der Komponenten der TFP und ihrer relativen Bedeutung bilden ein zentrales Thema der neueren Produktivitätsforschung. (Vgl. Syversen 2011) Für seine Langzeitanalyse der Produktivitätsentwicklung in den USA hat Robert Gordon in einer Langzeituntersuchung der Produktivitätsentwicklung in den USA, auf die im weiteren Verlauf des Buches häufiger Bezug genommen wird, entsprechende Berechnungen durchgeführt (Gordon 2016; vgl. auch Goldin et al. 2023), darauf wird in späteren Kapiteln zurückgekommen.

Der Bezug zu den realen Veränderungen in den Betrieben ist bei diesem Ansatz allerdings schwerer herzustellen, abgesehen davon, dass Preisdaten auf der Ebene der Gewerke auch nicht verfügbar sind und die Studien zumeist auf höherer Aggregationsebene durchgeführt werden.

Eine nähere Befassung mit diesen Fragen würde den Rahmen sprengen. Sie sind für weiterführende Analysen, die auf der Zusammenführung quantitativer Daten und qualitativer Prozess- und Kontextbeschreibungen beruhen müssen, sicherlich relevant. Das vorliegende Buch legt, wie oben schon erwähnt, den Schwerpunkt auf die Prozess- und Kontextbeschreibungen.

1.5 Darstellungsweise und Inhalt

Die Darstellung verfolgt drei Zielsetzungen:

- Sie ist im Prinzip chronologisch angelegt und sucht Entwicklungen in ihrem zeitlichen Kontext nachzuvollziehen; zugleich aber sucht sie durch Voraus-, Zurück- und Querblicke Zusammenhänge aufzuzeigen. Die Entwicklungen werden nicht nur aus heutiger Sicht von ihrem Endpunkt her betrachtet, sondern auch mit Blick auf die Erwartungen und Bewertungen sowie den Erkenntnisstand der handelnden Akteure und der für sie bestehenden Ungewissheiten bezogen auf die Ergebnisse ihres Handelns in der Zukunft.
- Sie ist bestrebt, angesichts der oft pauschalisierenden Tendenzaussagen in der Diskussion, konkreter nach Größenordnungen zu fragen und Wirkungszusammenhängen nachzugehen. Zugleich will sie auf offene Frage hinweisen und auf eigene Zweifel an Daten und Befunden deutlich machen. Sie ist nicht auf die Überprüfung von Thesen und auf Theoriebildung angelegt und verfolgt keine strikte theoriebezogene Agenda.
- Sie bemüht sich um eine möglichst einfache und lebendige Darstellungsweise, die es erlaubt, die Entwicklungen, Konzepte, Handlungen nachzuvollziehen, auch einmal spannend zu erzählen. Sie versucht damit einen breiteren Kreis anzusprechen als die Experten der verschiedenen Themenbereiche.

Zum Inhalt des Buches an dieser Stelle nur kurz:

Es umfasst neben Einleitung und Schluss neun Kapitel. Jedes Kapitel beschreibt eine eigene Episode und behandelt die drei oben genannten Fragekomplexe. Im zweiten Kapitel wird die „Vorgeschichte“ im 19. Jahrhundert vorgestellt; im dritten und vierten, teilweise auch im fünften Kapitel geht es um die Entwicklungen bei Ford im Zeitraum von 1910 bis 1980. Das sechste Kapitel befasst sich mit der Entwicklung bei Toyota. Die Kapitel 7 bis 9 behandeln die Entwicklung bei VW in Deutschland von den 1950er Jahren bis heute. Im abschließenden Kapitel 10 werden die aktuellen Entwicklungen, die von den sich überlagernden Umbrüchen des Wechsels zur E-Mobilität und durch Industrie 4.0 geprägt sind, beschrieben und die Rolle von Tesla als Leitmodell für den Wandel in die Ära der Elektromobilität diskutiert. In Kapitel 11 werden einige Schlussfolgerungen im Hinblick auf die zentralen Fragen der Untersuchung gezogen.

Die Kapitel werden jeweils durch einen Überblick über den Inhalt eingeleitet. Jedes der Kapitel beschreibt eine in sich abgeschlossenen Periode,

1. Einleitung

sodass die LeserInnen der Kapitelabfolge nicht unbedingt folgen müssen. Um Doppelungen zu vermeiden, erfolgt daher an dieser Stelle keine nähere Übersicht über den Inhalt der Kapitel.